MNHN
Museo Nacional
de Historia Natural

Instituto de ecología
Universidad Mayor de San Andrés



Historia natural del valle de La Paz

Edición:
M. Isabel Moya
Rosa Isela Meneses
Jaime Sarmiento

Título
Historia natural del valle de La Paz

Tercera edición en español para el Programa de Dotación de Material Educativo a Estudiantes del sistema fiscal

Editores
M. Isabel Moya
Rosa Isela Meneses
Jaime Sarmiento

Museo Nacional de Historia Natural
(Herbario Nacional de Bolivia - Colección Boliviana de Fauna)

Derechos reservados
2017 Museo Nacional de Historia Natural

Editorial
Museo Nacional de Historia Natural

Coordinación
Fabiana Méndez Raya (Directora Ejecutiva, M.N.H.N.)
Lilian Villalba M. (Directora del, M.N.H.N. (2012-2014)
Marlo Baudoin W. (Director del M.N.H.N. (2009-2011)

Elaboración de la propuesta y gestión de fondos
Mario Baudoin Weeks

Corrección de estilo
Evelyn Nava - Daniel Averanga

Elaboración de mapas
Elmer Cuba (mapas generales y de fauna)
Freddy Zenteno (mapas de vegetación)

Dibujos
Carlos Maldonado (Dibujos vegetación)
Ángela Núñez
Arely Palabral Aguilera
Daniela Ticona (Dibujos láminas de aves)

Diseño y diagramación
Martha Tantani

Diseño de portada y actualización de diagramación
Wok Ideas:
Andrea León Villarroel
Elías Vargas Lage
Noelia Ayoroa Chavarría

Desarrollo de contenido virtual
Relativity SRL

Impreso
PAPELBOL

Luis Antonio Revilla Herrero
Alcalde Municipal de La Paz

Sergio Caballero Vidal
Secretario Municipal de Educación y Cultura Ciudadana

Carlos Sotomayor Cuéllar
Director de Educación

Miguel Alfaro Montesinos
Jefe de Unidad de Gestión Educativa y Servicios Pedagógicos

Cita del libro
Moya, M.I., R. I. Meneses & J. Sarmiento (Eds.). 2017. Historia natural del valle de La Paz. Tercera Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia. 400 p.

Cita por capítulo
Autor capítulo 2017. Nombre completo del capítulo. Pp. xx-xx- En: Moya, M.I., R. I. Meneses & J. Sarmiento (Eds.). 2017. Historia natural del valle de La Paz. Tercera Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia. 400p.

Referencias bibliográficas de cada capítulo disponibles en la versión digital del libro que puede ser descargado del la siguiente página web:
www.mnhn.gob.bo

Presentación

Queridos estudiantes:

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (G.A.M.L.P.), está trabajando para mejorar la calidad educativa en nuestro municipio, y una muestra de ello es la implementación del Programa de Dotación de Material Educativo a estudiantes del sistema fiscal, el cual consiste en dar material de apoyo pertinente para un aprendizaje efectivo.

El Programa de Dotación de Material Educativo a Estudiantes, incluye textos escolares del nivel primario y un texto de nivel secundario, cuya finalidad no solo es aliviar la carga económica a los padres y madres de familia; sino ofrecer al Subsistema de Educación Regular, un material de calidad que responda al contexto y realidad de nuestro municipio.

Por eso, les pido que cuiden, lean y aprovechen el presente texto de consulta sobre la Historia Natural del valle de La Paz, el cual fue elaborado, pensando en todos ustedes. Asimismo, tengo la seguridad de que este texto será un aporte fundamental para su educación, ya que muestra una visión moderna, práctica y acorde a las directrices de la Ley Educativa No. 070 “Avelino Siñani - Elizardo Pérez”, la cual busca formar mejores ciudadanas y ciudadanos; pero por sobre todo, mejores personas.

Y, por último, recordemos siempre que, la educación es el mejor mecanismo para progresar, generar desarrollo e integración en una comunidad plural como la que tenemos en nuestra querida La Paz.

Luis Revilla Herrero

Alcalde Municipal de La Paz

Prólogo

Cuando se publicó la primera edición del libro “Historia natural de un valle en los Andes: La Paz”, en 1991, nadie imaginaba que se convertiría en la base para innumerables investigaciones y que, en poco tiempo, quedaría totalmente agotado, no pudiendo encontrarlo ni siquiera en formato digital. Tampoco fue divulgado que la idea del libro nació entre charlas de los primeros editores —Mario Baudoin y Eduardo Forno— junto a Patricia Ergueta, recordando a los maestros que en la escuela habían sembrado en ellos el interés por los animales y plantas, pero que a la vez habían sufrido grandes limitaciones debido a que, el material de referencia que existía describían una fauna y flora muy distintas a las que habitaban en La Paz o, inclusive, en Bolivia. Si bien el trabajo fue arduo y dificultoso, la primera edición del libro fue concluida con la esperanza de contribuir al conocimiento y valoración de nuestra naturaleza, con el deseo de que nuestros educadores tuvieran un texto que promoviera una interacción más directa con la vida y los ambientes del valle de La Paz.

Pasaron más de 20 años desde la primera edición de este libro, y se han producido grandes cambios en nuestro valle y a la vez grandes avances en el conocimiento del mismo. Por una parte, el acelerado crecimiento urbano de la ciudad de La Paz y sus alrededores, ha hecho que el contexto natural haya cambiado drásticamente. En otros casos, especies consideradas ausentes en el área han sido registradas en los últimos años. Asimismo, debido a las particularidades del valle de La Paz, este ha sido escenario de diversos estudios, no solo biológicos y ecológicos, sino también arqueológicos, antropológicos y sociológicos. Sin embargo, muchos de estos trabajos se han divulgado solo en el ambiente académico, no llegando a ser parte del conocimiento empírico del conjunto de los pobladores que habitan en esta región.

Así, conscientes de la necesidad de actualizar la información y plasmarla en un documento de difusión público, se emprendió el desafío de reeditar este libro, uno de los primeros en abarcar gran parte de las características ecológicas de una región en los Andes. Sin embargo, esta reedición va más allá de ser solo una actualización de la información existente, pues este proyecto tan ambicioso ha logrado ampliar nuestro conocimiento sobre las características bióticas y el poblamiento humano del valle. Además, gracias a la participación de 101 autores —investigadores de las diferentes ramas del conocimiento— y 24 instituciones académicas, se ha profundizado y ampliado la diversidad de enfoques con el fin de presentar una visión más integral del valle de La Paz.

Para situarnos en el contexto del que estamos hablando, el valle de La Paz ocupa una superficie de aproximadamente 1500 km^2 en la parte centro oeste de Bolivia y Suramérica. Se encuentra entre los 2200 y más de 5000 m de altitud, ubicado aproximadamente a 16º 17’ a 16º 49’ de latitud sur y 68º 11’ a 67º 46’ de longitud oeste. Tiene una orientación general norte - sur, el valle es diseccionado por los ríos Choqueyapu y Palca, que hacia el sur se unen para formar el río La Paz, que es el río que da nombre al valle. La pronunciada variación altitudinal, que puede superar los 2000 m entre las partes más bajas en la zona del Janko Uma y Chuwillaya al sur (2200 m de altitud), y el límite superior de la puna y pisos nivales (>5000 m de altitud), favorece la conformación de diversos ambientes naturales que determinan una estructura variada en la configuración de la vegetación y los diversos componentes de los ecosistemas (ver mapa adjunto).

Son varios los tópicos que se presentan en esta reedición, algunos de ellos siguen la misma lógica del primer libro, ya que existen factores que son fundamentales para comprender el desarrollo de la vida en cualquier región, tal es el caso de los factores geológicos, climáticos, sistemas acuáticos, vegetación y fauna. Sin embargo, estos han sido tratados de manera más profunda. Por otra parte, se presentan nuevos temas y enfoques; por ejemplo, se incluye una detallada descripción de la ocupación prehispánica del valle y el manejo de recursos, ya que el ser humano es un componente de los ecosistemas que interactúa de formas muy diversas, usando y aprovechando recursos y, eventualmente, también como un factor fundamental de transformación.

La rica diversidad de especies de flora y fauna del valle de La Paz ha quedado registrada en esta edición. Debido al elevado número de especies de plantas (1348 especies de plantas vasculares que incluyen a 938 especies nativas y 410 especies introducidas), solo algunos grupos han sido descritos detalladamente; principalmente aquellos distintivos de los paisajes, ya sea por su abundancia o su riqueza de especies, y también aquellos que pueden generar curiosidad o tener importancia económica. También se incluye un capítulo sobre las plantas ornamentales que incluye un catálogo con información de 365 especies que permite ubicarlas en jardines o plazas específicas. En el caso de la fauna del valle, además de información general sobre las particularidades de cada grupo, el libro incluye, en el caso de los animales vertebrados, una ficha para cada una de las 180 especies registradas en el valle, en la que se presenta información sobre sus características morfológicas, distribución conocida en el valle y Bolivia, biología y relaciones ecológicas con otras especies y su entorno. En el caso de la fauna de invertebrados se ha considerado los grupos más representativos haciendo, de igual forma, una descripción detallada de cada especie.

Asimismo, dado que desde el período colonial se introdujeron de manera voluntaria e involuntaria muchas especies de flora y fauna en el valle, en el libro se ha incluido un capítulo en el que se analiza la problemática de la introducción de especies. Se incluye una lista de especies introducidas, asilvestradas e invasoras que se encuentran actualmente en el valle.

En esta edición se incluye, además, un aspecto poco conocido del valle de La Paz, la diversidad biológica (flora y fauna) pasada. Cerca de una decena de yacimientos de fósiles han sido registrados en el valle, incluyendo principalmente invertebrados, pero también vertebrados y plantas fósiles. Consecuentemente, en esta edición se han incorporado dos capítulos sobre la flora y fauna fósil del valle de La Paz, en los que se presentan descripciones de la fauna pasada que habitó el valle, y se hace referencia a los diferentes estudios realizados y los principales hallazgos.

Por otra parte, como consecuencia del importante poblamiento humano y, principalmente el desarrollo urbano de la ciudad de La Paz, se presenta una evaluación y análisis de la problemática de los cambios en el uso de suelo que han ocurrido principalmente en los últimos 50 años. Desde este mismo punto de vista se incluyó un capítulo sobre los principales problemas de conservación que se han identificado y las políticas y planes que se desarrollan a nivel municipal, incluyendo información sobre las áreas protegidas municipales que se han establecido, como una estrategia de conservación de la biota y los ecosistemas del valle.

Resulta difícil citar completamente en tan pocas líneas los innumerables aportes y novedades que se han incluido en esta nueva edición. No obstante, podemos resaltar que este libro está dirigido de manera particular a los habitantes del valle, y que pretende ser referencia sobre la biota y ecología de sistemas de alta montaña y de los valles interandinos de Los Andes. Esperamos que pueda servir a las autoridades y técnicos responsables de la planificación y toma de decisiones. Asimismo, esperamos que pueda satisfacer las expectativas de biólogos y otros científicos ambientales, como fuente de información sobre la biota y ecosistemas de alta montaña. Especialmente, siguiendo la tradición de la primera edición, desearíamos que sea un aliciente para generar mayor investigación científica sobre los distintos componentes bióticos y abióticos del valle. De manera especial esperamos que pueda contribuir, a través de la divulgación de la información científica generada por investigadores e instituciones bolivianas, a la toma de conciencia de todos los que vivimos en el valle, sobre las amenazas hacia nuestros ambientes, tanto a nivel global como dentro de nuestro increíble valle de La Paz, y generando una participación activa para su conservación.

LOS EDITORES

Agradecimientos

La primera edición del libro “Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz” publicada en 1991, se convirtió rápidamente en un referente tanto de estudiantes, como de docentes, científicos y autoridades tomadoras de decisiones, en la generación de nuevos trabajos y documentos oficiales donde se hacía referencia a la increíble biodiversidad presente en el Valle de La Paz.

Sí revisamos la primera edición podemos identificar que la principal motivación fue “el contar con un texto que provea, compile, sistematice y presente de manera adecuada la información sobre los organismos existentes en la ciudad de La Paz”, y que pueda ser empleado para el desarrollo de investigaciones de diferente índole, apoye en la toma de decisiones gubernamentales y sirva para la contextualización de los procesos educativos, logrando de esta forma, que los estudiantes y profesionales de todas las edades tengan como referencia un texto donde se presente, tanto los animales como las plantas que viven en su región y que eran parte de la historia natural de su entorno inmediato.

Por otra parte, el libro quería que la juventud desarrolle respeto y amor por la naturaleza. Como un comentario para los autores de esta primera edición, es que el libro que escribieron en 1991 cumplió su misión, logró desarrollar curiosidad y amor por la naturaleza en la juventud, la misma que ahora es responsable de contribuir con la preparación de esta segunda edición. Es por esto, que en primer lugar queremos agradecer a todos los que contribuyeron a escribir la primera edición, porque nos mostraron que generar ciencia en nuestro entorno es posible ya que es además una tarea magnifica y significativa, porque logramos conocer lo que tenemos, valorando la vida que nos rodea y, como consecuencia directa, ayudando a conservarla.

Esta segunda edición no hubiera sido posible sin la iniciativa del Dr. Mario Baudoin, quien luego de haber participado en la primera edición y habiendo visto la evolución de la ciencia en nuestro país en general y dentro de nuestro valle en particular, trabajó, con el compromiso que lo caracteriza, gestionando el apoyo financiero de la Fundación PUMA. La Fundación PUMA fue la sangre que nutrió el estudio, pues brindaron el apoyo económico para que se realice el trabajo de investigación para actualizar la información y parte de la impresión del libro.

Es también importante resaltar el trabajo coordinado que se tuvo con el Instituto de Ecología que participó activamente con sus investigadores, siendo autores y coautores de cada uno de los capítulos del libro, y apoyando logísticamente para hacer posible este trabajo. También queremos gradecer al proyecto BIOTHAW del IRD por su contribución en el fondo de impresión del libro, su respuesta pronta y desinteresada nos permitió obtener un número mayor de libros impresos.

Así mismo, queremos agradecer a los 101 autores que contribuyeron a escribir la segunda edición del libro, todos ellos científicos reconocidos en nuestro país y que lo hicieron por el compromiso y el amor a generar conocimiento de nuestro valle, sin otra remuneración más que la satisfacción de ver sus aportes plasmados en un texto de tan alta calidad como el que se está presentando. Con seguridad, podemos afirmar que somos afortunados de tener un texto que reúne información actualizada y completa sobre una región donde habita gran parte de la población del departamento de La Paz.

Escribir la segunda versión nos hizo dar cuenta que las personas somos colaboradoras, y más cuando se trata de ayudar a difundir conocimiento; nuestro especial agradecimiento a Edmundo Morales que ayudó en la edición de las fotografías y figuras del capítulo de peces; al Arq. Omar Medina Ramírez de PALEOFORMA - Sucre, por permitir utilizar una imagen que recrea el ambiente del devónico. Así mismo, agradecer al Ing. Germán Guygua Aguilar, al Univ. Rafael Mounzon y al Sr. Manuel Carvajal por acompañar en las campañas de relevamiento paleontológico de invertebrados. Al Arquitecto Giovanni Ríos Cordero, quien ha realizado los dibujos de recreación de los paleoambientes del Oligoceno y del Plioceno; a Gottfried Siebel, por permitir usar algunas fotos de mariposas diurnas; a pescatecnia.wordpress.com, por permitirnos usar sus imágenes en el capítulo de peces. Queremos agradecer también el desprendimiento de muchos profesionales que brindaron sus fotos para que pudiéramos tener un libro con la calidad de las ilustraciones que presentamos. Entre ellos, a aquellos que nos permitieron

utilizar sus fotos para el capítulo “Mamíferos del Valle de La Paz”, al Dr. Merlin Tuttle de Bat Conservation International; a Octavio Jiménez, la Alianza Gato Andino (M. Lilian Villalba, E. Delgado, D. Berna), Omar Rocha, Josef Rechberger, Ernesto Hug, Giovana Gallardo, Nicolás Lagos, Omar Martínez, Guillermo Prieto, Mauricio Ocampo, Pablo Jayat, Marisol Hidalgo, Raquel Galeón y Arturo Muñoz. También, agradecer a BIOTA, el PCMB y Mariana Da Silva por haber aportado con información y datos de avistamiento de mamíferos, que fueron importantes en la estructuración del capítulo.

También, agradecemos a todos los que nos facilitaron desinteresadamente sus fotografías para el capítulo “Aves”: Verónica Zegarra, Luciana Tellería, Andrea Salazar, Daniela Morales, Jackeline Campos, Mauricio Ocampo, M. Isabel Gómez y Álvaro Garitano-Zavala, así mismo, a Sebastián Moscoso quien apoyó en las prospecciones de campo. Un agradecimiento especial a Daniela Ticona, quien elaboró con tanto detalle los dibujos para la guía de identificación de aves. Gracias a ella es posible contar con dibujos de alta calidad, por su predisposición y paciencia para cambiar o incluso rehacer los dibujos para que reflejaran con la mayor exactitud posible los detalles para la identificación, su trabajo fue más allá que el solo compromiso.

Nuestra gratitud también está dirigida a todas las personas que documentan con fotografías los paisajes, la vegetación y la flora de nuestro valle; porque sus imágenes dan un valioso testimonio de la vida y la riqueza del Valle de La Paz. En particular agradecemos a las personas que nos brindaron sus fotografías para enriquecer los capítulos de ecorregiones, vegetación y flora: Ekkehard Jordan, Natalia Mérida, Iván Jiménez, Roberto Vásquez, Norma Salinas, Freddy Zenteno, Stephan Beck, Dora Ibáñez, Ariel Terán, Arely Palabral, Teresa Ortuño, Alfredo Fuentes, Gabriel Zeballos, Ariel Lliully, Emilio Alanoca, Roberto Mikihiro Gonzales, Iván Piñeiro, Olivier Dangles, Nelson Loza, Bernard Francou, Karina Yager, Humber Alberto y Rosember Hurtado.

También queremos agradecer a Carlos Maldonado por la elaboración de los dibujos del capítulo de gramíneas, Arely Palabral por la elaboración del perfil de vegetación y Camilo Maquera por la adecuación y estructuración del Catálogo de plantas del valle de La Paz.

Agradecemos a los pobladores de Achocalla, Ananta, Apaña, Aramani, Cohoni, Killiwaya, Lacayani, Llujo, Luquicachi, Mecapaca, Palca, Pampalarama, Pinaya, Santiago de Collana, Siete Lagunas, Tahuapalca, Totorani, Tumusa y Uni por su ayuda y hospitalidad desinteresada al alojarnos para poder realizar las investigaciones de campo.

Finalmente, nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido de una u otra manera a que este libro llegue a las manos de todos los interesados en la historia natural de nuestro valle.

Este libro está dedicado a:
Mario Baudoin Weeks

Por trabajar incansablemente en la conservación de la biodiversidad boliviana.

RELACIÓN DE AUTORES

[2] Aduviri Castillo Andrea
alba.yanli@gmail.com
[2] Aguilar-Kirigin Álvaro J.
alvaroaguilarkirigin@gmail.com
[4] Aldana Munguía Claudia
aldana_clau@yahoo.com
[11, 12] Alfaro Adalid
adalidalfaroflores@gmail.com
[2,5] Aliaga- Rossel Enzo
ealiagar@hotmail.com
[11] Andrade-Flores Rubén
randrade@mnhn.gob.bo
[4,5,6] Anthelme Fabien
fabien.anthelme@ird.fr
[2, 11] Aparicio James
james.aparicio.e@gmail.com
[19] Apaza Coca Karina S.
karimbru@gmail.com
[5,14] Apaza Roberto
robapaza@gmail.com
[2] Apaza Vera Rosario Seferina
rossmickvera@gmail.com
[13] Aranda Álvarez Karina E.
karanda4@gmail.com
[4] Ariel Liully
arielllliully@gmail.com
[2, 11] Barrera Soraya
sorayabarrera@gmail.com
[4,5] Beck Stephan G.
lpbstephan@gmail.com
[1] Benavides Camila
alimac.cherry@gmail.com
[21] Campero Marín Sergio
sergiocampero.sc@gmail.com
[11] Campos Pasten Jackeline
jackeline.camposp@gmail.com
[21] Chura Mamani Orlando
chura@senanhi.gob.bo
[11] Chura Zulma
zulma_bio@yahoo.es
[11] Corro Ayala Javier Fernando
javier.sikimira@gmail.com
[11] Da Silva Mariana
mxdasilva@gmail.com
[2] De La Quintana Paola
dcp1186@hotmail.com
[4] Domic Alejandra
alejandradomic@gmail.com
[4] Escobar Mariela
mariela.escobartorrez@gmail.com
[4] Escobar Torrez Katerine
kescobar.torrez@gmail.com
[0] Espinoza Rubín de Celis Félix Daniel
felix_fder@yahoo.com
[10] Flakus Adam
a.flakus@botany.pl
[3,4] Flakus Pamela Rodriguez
p.rodriguez@botany.pl
[14] Ana Julia Flores
anaflores94@gmail.com
[4] Fuentes Alfredo
alfrefuentes@gmail.com
[2,12] Galeón Raquel
anourageoffroyi@gmail.com
[4,5] García E. Emilia
emiliag9@gmail.com
[8] Gardon Jacques
jacques.gardon@ird.fr
[2,5] Garitano Zabala Álvaro
agaritanoz@gmail.com
[2,11] Gómez M. Isabel
isabel.gomez.u@gmail.com
[14] Gonzales Karina
karinagonzalesp@gmail.com
[2,11] Guerra Serrudo Juan Fernando
ferguerrafideo@yahoo.com
[4] Hurtado Ulloa Rosember
rosemberh@gmail.com
[4] Ibáñez Dora Beatriz
dora.ibanez@gmail.com
[4,5] Jiménez Pérez Iván
suniruna@gmail.com
[4] Lara Raúl
raufelararico@gmail.com
[5] Larrea Alcázar Daniel
larrea.alcazar@gmail.com
[6] Ledru Marie-Pierre
marie-pierre.ledru@ird.fr
[13] Lémuz Aguirre Carlos R.
clemuzaguirre@gmail.com
[1] Liberman Máximo
max_army@hotmail.com
[2] Limachi Kantuta Juan Miguel
miguelhormiga@gmail.com
[4] López Ramiro Pablo
prepuna@gmail.com
[7,11] Loza Herrera Susi
slozaherrera@gmail.com
[1] Maldonado Diego
diegoeduardo_mv@hotmail.com
[11] Mamani Quispe Bernardino
bmamaniq@hotmail.com
[14] Marín Rubén
rubemares@gmail.com
[4,11] Meneses Rosa Isela
rosaiselameneses11@gmail.com
[2] Miranda Calle Alejandro Bruno
abrunomirandac@gmail.com
[1,5] Miranda Torrez Guillermina
gmiranda@U.M.S.A..bo
[14] Molina Rodriguez Jorge
georgejorgemolina@gmail.com
[12] Monasterios Alvaro
al.mon7@gmail.com
[11,18] Montaño-Centellas Flavia A.
flamontano@gmail.edu
[14] Montecinos Ángela
[1] Morales Daniela
da.moralesmoreno@gmail.com
[4,5] Moya Huanca Araceli Laura
araceli.tulipa@gmail.com
[2,11,12] Moya M. Isabel
isamoyadiaz@gmail.com
[2] Ocampo Mauricio
mauiocampo@gmail.com
[4,11] Ortuño Limarino Teresa
casstolbo@gmail.com
[5] Osorio Francisco
panchooso@gmail.com
[2,5] Pacheco Luis F.
luispacheco11@yahoo.com
[4] Palabral Aguilera Arely
arely.palabral@gmail.com
[12] Palabral Oswaldo
os.palabral@gmail.com
[5] Pérez M. Esther
perez.bejar@gmail.com
[9] Perrier-Bruslé Laetitia
laetitia.perrierbrusle@gmail.com
[14] Pinto Julio
Julio.julpin@gmail.com
[15] Quiroga Carmen
cquirogao@gmail.com
[2,5] Rico Adriana
adri_rico_cer@yahoo.es
[2] Ríos Ríos Jehan Ninón
jehaninon@gmail.com
[2,23] Salazar-Bravo Jorge
j.salazar-bravo@ttu.edu
[2,11] Sarmiento Jaime
jsarmientotavel@mnhn.gob.bo
[2] Tarifa Teresa
teresa_tarifa@yahoo.com
[1] Tellería Luciana
lucianatellerianar@gmail.com
[4] Thompson Baldiviezo L. Natali
natlii.haia@gmail.com
[24] Villalba Lilian M.
lilianvi@gmail.com
[2] Villarreal Salvador
reptilia316@hotmail.com
[4] Villavicencio Lorini Xenia
winfriedxenia@gmail.com
[12,22] Zambrana Torrelio Carlos
cmzambranat@gmail.com
[11] Zeballos Álvarez Jacinto René
renezeal@gmail.com
[16] Zeballos Gabriel
gzeballosc@doc.emi.edu.bo
[4,11] Zeballos Montes de Oca
zeballosmonica@yahoo.com
[4,5] Zenteno Ruiz Freddy Santiago
fred6zenruiz@gmail.com
[7] Zimmer Anaïs
azimmer@mountain.org

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

[1] Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario Cota Cota, calle 27.

[2] Colección Boliviana de Fauna (CBF), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

[3] Department of Botany and Molecular Evolution, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Senckenberganlage 25, D–60325, Frankfurt am Main, Germany.

[4] Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

[5] Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario de Cota Cota calle 27s/n, Casilla 10077, La Paz, Bolivia.

[6] Institute de Recherchepour le Developpemen (IRD), Boulevard de la Lironde, TA A-51/PS2, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

[7] UMR AMAP, Institut de Recherche pour le Développement

[8] UMR Hydroscience, Université Montpellier 2 - Case MSE, Place Eugène Bataillon - 34095

[9] UMR PRODIG, 2 rue Valette 75005 Paris.

[10] Laboratory of Lichenology, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Lubicz 46, 31-512 Kraków, Poland.

[11] Museo Nacional de Historia Natural, Campus Universitario de Cota Cota, calle 26, La Paz, Bolivia.

[12] Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia.

[13] Sociedad de Arqueología de La Paz.

[14] Unidad de Limnología del Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés.

[15] Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos (GCFA)

[16] Carrera de Ingeniería Geográfica, Escuela Militar de Ingeniería.
[17] Department of Biodiversity Research, Global Change Research Centre AS CR, Brno, Czech Republic.
[18] Department of Wildlife Ecology and Conservation, Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611.
[19] Instituto de Desarrollo Regional - Universidad Mayor de San Andrés
[20] Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente (IGEMA) - U.M.S.A
[21] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
[22] EcoHealt Alliance 460 West 34th Street - 17 th floor. New York, NY 1001
[23] Departamento de Biología, Texas Tech University. Lubbock Texas
[24] Alianza Gato Andino, www.gatoandino.org

La contribución del libro “Historia natural del valle de La Paz” al currículo base de la educación secundaria

Fabiana Méndez Raya[1] y Wilma Angulo Veizaga[2]

Museo Nacional de Historia Natural: [1]fabimendezraya@gmail.com, [2]wilmatalicita@yahoo.com

Cuando se publicó la primera edición del libro “Historia Natural de un valle en los Andes: La Paz” en 1991, del cual nacen, la segunda y está tercera edición, nadie imaginó que se convertiría en un texto de consulta tan acertado para contribuir al nuevo currículo base de secundaría del Sistema Educativo Plurinacional. Los primeros editores del texto (Eduardo Forno y Mario Baudoin), recordando; a los maestros que habían sembrado en ellos el interés por los animales y plantas y la carencia de textos de consulta que describieran la flora y fauna de Bolivia, decidieron iniciar una contribución muy significativa para las nuevas generaciones de estudiantes incluyendo a los universitarios. La primera edición fue concluida con el deseo que los/las educadores/as tuvieran un texto que promoviera una interacción directa con la vida y el entorno del valle de La Paz. El espíritu fue transmitido a las nuevas generaciones que continuaron el trabajo de los primeros editores, generando un texto de consulta más completo y que muestra la dinámica de las relaciones del maravilloso valle en el cuál vivimos.

El Sistema Educativo Plurinacional y particularmente el subsistema de Educación Regular se basa principalmente en la experiencia de Warisata, en las cosmovisiones de los pueblos originarios y en propuestas educativas críticas y liberadoras; un denominador común a todas ellas es el aprendizaje realizado en el entorno inmediato, inmerso en las actividades cotidianas que le dan significado a todo lo aprendido. En tal sentido, el currículo base promueve una educación holista donde el aprendizaje del(a) estudiante se logra con la ayuda, guía, colaboración y participación del/la maestro/a, la comunidad educativa y el entorno.

La principal contribución de este libro es precisamente la descripción, desde una perspectiva científica e histórica, del entorno natural de la ciudad de La Paz y sus alrededores, denominado por los autores, el valle de La Paz, el cuál ocupa una superficie de aproximadamente 1500 Km2, con un gradiente altitudinal que oscila entre los 2200m y 5000m de sobre el nivel del mar, lo cual promueve la conformación de diversos ambientes que determinan una estructura variada de paisajes, ecosistemas y la presencia de una alta diversidad de seres vivos.

El campo de Saberes y Conocimientos Vida, Tierra y Territorio, privilegia el aprendizaje integral y holístico de los estudiantes y a través del área de ciencias naturales, busca que logremos convivir armónicamente con diferentes seres y componentes de la Madre Tierra, asumiendo nuestra relación de interdependencia con ellos, realizando prácticas productivas sustentables para contribuir a la salud integral y gestión socioambiental del territorio. Este objetivo requiere una aproximación integral a la realidad y parte de esa aproximación la presenta este texto de consulta, que muestra además de la descripción de flora, fauna y paisajes, una descripción de la ocupación prehispánica del valle y el manejo de los recursos, así como el desarrollo urbano suscitado en los últimos 50 años, incluyendo la diversidad de vida en la prehistoria y el efecto de las especies introducidas, en el valle de La Paz, sin dejar de lado las políticas que se desarrollaron a nivel municipal para la definición de áreas protegidas municipales como una estrategia de convivencia armónica con la naturaleza del valle.

La tabla 1, hace referencia a los contenidos y ejes articuladores del currículo base de educación secundaria que pueden desarrollarse a partir de cada capítulo del libro, evidentemente es solo un ensayo y estamos seguros que con la experiencia y creatividad de los(as) maestros(as) ellos(as) tomarán el texto de consulta como un instrumento técnico pedagógico que les permitirá desarrollar diferentes actividades dentro el aula como fuera de ella, considerando que tendrán referencia de todo lo vivo que habita en el valle de La Paz.

Esperamos que este texto siga la tradición de la primera edición y despierte en cada estudiante que tenga contacto con él, las ganas de seguir investigando, conociendo y sistematizando sus descubrimientos y que en unos años más contemos con otro texto de consulta aún más completo que ayude a las nuevas generaciones a aprender sobre la dinámica de la vida del valle de La Paz.

Finalmente es importante mencionar que la bibliografía a la cual hace referencia cada capítulo se encuentra disponible en la siguiente página web:

www.mnhn.gob.bo

Tabla 1: *Relación de los contenidos y ejes articuladores del currículo base de educación secundaria con el libro historia natural del valle de La Paz*

Grados Secundaria	Contenidos Y Ejes Articuladores	Capítulos Historia Natural Del Valle De La Paz	Bimestre
Primero	El equilibrio físico en la salud de la madre tierra y el cosmos	6, 8,23,34	1 Y 2
Primero	Interacción de la vida en el espacio geográfico y sus transformaciones.	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 24, 35	3 y 4
Primero	Sucesiones tróficas y atróficas en la diversidad regional	6, 7, 8, 21, 24	3 y 4
Primero	Prevención en el cuidado de la salud socioambiental con relación a la vulnerabilidad de los ecosistemas, gestión de riesgos, cambios climáticos y otros.	2,7, 8, 23, 24, 34	3 y 4
Primero	Cuidado de la vida con salud comunitaria integral	2, 8, 21 y 30	3 y 4
Segundo	Relación armónica de los órganos de los sentidos a través de los receptores sensoriales. (estesiología)	7, 21, del 25 al 30	1 Y 2
Segundo	Complejidad y cuidado del sistema humano en complementariedad con la naturaleza. (esplacnología: organización y función física – química)	6,8, 25	1 y 2
Segundo	La luz como fenómeno de interacción en los seres de la naturaleza.	5, 7, 14, 15, 21, 25	1 y 2
Segundo	Fenómenos físicos-químicos y sus efectos de interacción con la naturaleza	2, 5, 8, 12, 13, 14	3 y 4
Segundo	La medicina natural como base en la preservación de la vida.	21, 24, 25	3 y 4
Tercero	La vida y los efectos fenomenológicos en la madre tierra y el cosmos	3,6, 4, 32, 33 y 35	1 y 2
Tercero	La biodiversidad de Bolivia, marco normativo para su conservación y protección	1 al 35	1 y 2
Tercero	Ecología: el ambiente como espacio de interacción de sus componentes biológicos, físicos, químicos, geográficos, sociales y culturales.	1, 2, 3, 5, 6	1 y 2
Tercero	recursos potenciales del territorio en la producción sustentable regional	1 al 35	1 y 2
Tercero	La naturaleza como fuente de recursos sustentables en la producción sociocomunitaria de la región	1, 3, 5, 9, 10 y 34	1 y 2
Tercero	Soberanía y seguridad alimentaria, con sustentabilidad y salud sociocomunitaria.	5, 23 y 34	3 y 4
Tercero	Impacto de la ciencia, tecnología y producción sobre la madre tierra y el cosmos	3, 4, 34	3 y 4
Tercero	Cuidado de la salud con cultura ambiental	30, 33	3 y 4
Tercero	El desarrollo físico – fisiológico de los seres y su interacción con la naturaleza.	7, 11 al 20, 25 al 30	3 y 4
Cuarto	Dinámica de la organización de los seres en la naturaleza.	3, 7, 8, 25 al 31	1 y 2
Cuarto	Dinámica de los ecosistemas en la madre tierra.	2, 3, 4, 8, 11, 24	1 y 2
Cuarto	Sociedad humana en convivencia armónica con la madre tierra y su territorio.	3, 4, 5, 9, 24 al 35	1 y 2
Cuarto	Cuidado sustentable de los recursos naturales y políticas de protección	4, 23, 10, 11	1 y 2
Cuarto	Producción diversificada de alimentos en situaciones de emergencia	23, 24	3 y 4
Quinto	Preservación de la vida como una constante en la madre tierra y el cosmos.	1 al 35	1 y 2
Quinto	Ordenamiento comunitario y su acción dinámica sobre el suelo	1, 4, 34, 35	3 y 4
Quinto	Regiones de mayor productividad, sustentabilidad, tipificación de áreas y su con incidencia en la contaminación ambiental.	5, 6, 9, 19, 11, 18	3 y 4
Quinto	Mantenimiento de la calidad ambiental y el sistema de mejoramiento de gestión continua.	1 al 35	3 y 4
Quinto	La vida relacionada al medio natural.	1 al 35	3 y 4
Sexto	Coordinación Anatómica y Fisiológica de los animales en relación a la naturaleza	27 al 31z	1 y 2
Sexto	Coordinación anatomorfofisiológica de los vegetales en los espacios geográficos de la diversidad geológica.	5, 12 al 22	1 y 2
Sexto	Aparatos, sistemas y elementos que preservan la vida de los seres en la naturaleza.	11 al 22 y 25 al 30	1 y 2

¡Este libro contiene realidad aumentada!

Para activarla descarga en tu dispositivo inteligente la aplicación “Mochila GAMLP” mediante Google Play Store, o escanea el siguiente código:



Luego abre la aplicación y enfoca con tu dispositivo inteligente la portada de este libro.



Una vez que tu dispositivo reconozca la imagen de la portada, ¡sigue las instrucciones y juega libremente!

Además, puedes descargar la versión digital de este texto y consultar las referencias bibliográficas de cada capítulo en la siguiente página web:

www.mnhn.gob.bo

Contenido

1.	Geología y geomorfología de un valle en los Andes	14
2.	Caracterización del clima del valle de la ciudad de La Paz	21
3.	Biogeografía del valle de La Paz	25
4.	Ocupación prehispánica y manejo de recursos en el valle de La Paz	29
5.	Ecosistemas acuáticos del valle de La Paz	42
6.	Paisajes, eco-regiones y vegetación	51
7.	Formas de crecimiento y adaptaciones de grupos especiales de plantas	94
8.	Ecosistemas altoandinos del valle de La Paz	98
9.	Contexto histórico de bofedales del valle de La Paz	103
10.	Bofedales altoandinos	106
11.	Los bosques de queñua (*Polylepis pacensis*) del valle de La Paz	115
12.	Briofitas del valle de La Paz	119
13.	Líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz	125
14.	Helechos y licófitos	133
15.	La familia Amaryllidaceae en la cuenca del valle de La Paz	140
16.	Orquídeas, la familia de flores exóticas	145
17.	Bromeliaceae: La familia de la piña y del clavel de aire	152
18.	Gramíneas del valle de La Paz	158
19.	Cactáceas del valle de La Paz	169
20.	Familia Asteraceae (Compositae) del valle de La Paz	175
21.	Las plantas del valle de La Paz	180
22.	Especies ornamentales en el valle de La Paz	184
23.	Cultivos vegetales nativos e introducidos	187
24.	Interacciones entre plantas y animales	193
25.	Insectos del valle de La Paz	200
26.	Peces del valle de La Paz	235
27.	Anfibios del valle de La Paz	241
28.	Reptiles del valle de La Paz	251
29.	Aves del valle de La Paz	262
30.	Los mamíferos del valle de La Paz	335
31.	Bioestratigrafía del Devónico inferior en el valle de La Paz	370
32.	Paleofauna de mamíferos del valle de La Paz	374
33.	Especies exóticas e invasoras del valle de La Paz	378
34.	Cambio en la cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz	388
35.	Las áreas protegidas en el valle de La Paz	394
	Mapa altitudinal del valle de La Paz	399

Geología y geomorfología de un valle en los Andes

Félix Daniel Espinoza Rubin de Celis[1]

[1]*Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente (IGEMA)- UMSA.*

La Paz presenta un cuadro geológico geomorfológico complicado; hacia el este en la cordillera oriental se encuentran intrusiones graníticas de gran extensión como el batolito del Huayna Potosí, Chacaltaya, Taquesi e Illimani. Todos excepto el Illimani son de edad triásica, mientras que el granito del Illimani es de edad oligocena (Figura 1).

La secuencia estratigráfica del Valle de La Paz es bastante compleja, se encuentran rocas desde edades paleozoicas (Ordovícico) hasta el reciente (Cuaternario- Holoceno). La Figura 2 muestra la posición en el tiempo de las distintas formaciones, que afloran en el Valle de La Paz.

Las rocas más antiguas afloran en la Cordillera Real al este y norte del Valle de La Paz, están representadas por areniscas intercaladas con limolitas y lutitas de edad Ordovícica de la Formación Amutara. Sobre los materiales ordovícicos, se encuentran rocas de la Formación Uncía, las cuales están representadas por pizarras gris oscuras con metacuarcitas en la Cordillera Real, mientras que en la cuenca de La Paz, se trata de materiales pelíticos. La Formación Catavi que se encuentra sobre la Formación Uncía, está compuesta de intercalaciones de areniscas cuarcíticas y pizarras grises. Esta formación es muy importante pues alberga la gran mayoría de los depósitos mineralizados de la Cordillera. En el Valle de La Paz, rocas de edad silúrica afloran solamente en algunos sectores cerca de Chasquipampa y la serranía de Chiaraque (Figura 3).

Las rocas del Devónico de La Paz están representadas por las Formaciones Vila Vila, Belén, Sica Sica y Colpacucho. Una pequeña parte de los afloramientos se encuentran en la Cordillera Real mientras que una gran parte se encuentra hacia la región sur del valle de La Paz.

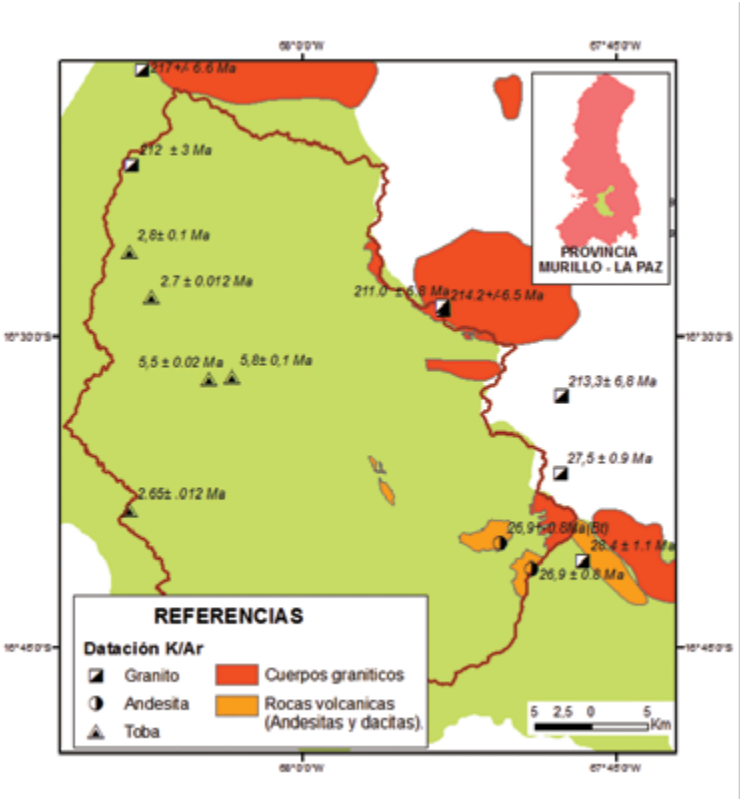


Figura 1. Mapa de la provincia Murillo que muestra el área del valle de La Paz, con dataciones K/Ar de cuerpos graníticos y rocas volcánicas.

El Mesozoico está representado por rocas de la Formación Tiquina de edad triásica, compuestas por una serie de intercalaciones de areniscas y limolitas rojizas, niveles de yeso y microconglomerados; además de areniscas friables rojizas y amarillentas de la Formación Ravelo de edad jurásica con afloramientos muy restringidos en el cerro Umasaqui.

La secuencia sedimentaria del Cenozoico de La Paz comienza con desarrollo de niveles de conglomerados polimícticos de color rojizo, con intercalaciones de areniscas de la Formación Aranjuez (Formación Peñas y Luribay) hacia el sur de la ciudad de La Paz.

En La Paz los conglomerados de la Formación Aranjuez presentan estratos son casi verticales, son bastante duros y sobresalen en el relieve. Los estratos presentan pedazos de rocas paleozoicas subredondeadas de dimensiones variables encontrándose bloques hasta de 5 m.

En algunos sectores del Valle de la Paz, como la serranía Chiaraque afloran conglomerados marrón con clastos de la Formación Aranjuez denominados como Formación Peñas. Estos conglomerados no son de la magnitud de los conglomerados encontrados en la zona de Aranjuez.

Manifestaciones magmáticas de edad neógena se encuentran en el sector de la Muela del Diablo (norte de la serranía de Chiarake) con cuatro cuerpos intrusivos, tres mayores a 100 m de diámetro y uno a 100 m de diámetro, los cuales probablemente corresponden a un cuerpo de mayores dimensiones situado a profundidad y el Stock andesítico biotítico de Patamanta (Matos et al. (4)); el más importante es el denominado Muela del Diablo (stock microdiorítico, Figura 4). Hacia la región del cerro Jankho Kahua se encuentran pequeños sills de composición riodacítica, orientados según una dirección preferencial noroeste-sureste.

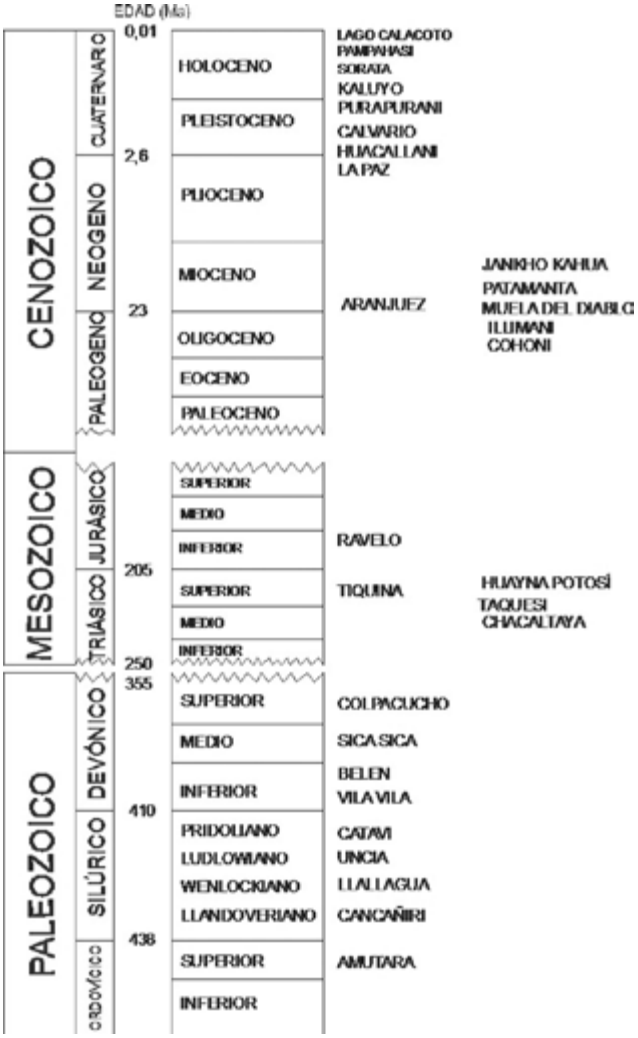


Figura 2. Cuadro crono estratigráfico del valle de La Paz y sus alrededores.



Figura 3. Formación Sica Sica (Dss) de edad Silúrica, de color gris negruzco y por encima depósitos arcillosos de la Formación La Paz (FLP). Fotografía correspondiente a la parte norte de la serranía de Chiaraque tomada desde la zona del Pedregal

La Formación La Paz de edad Pliocena se encuentra depositada en los alrededores del valle de La Paz, está compuesta principalmente de materiales arcillosos de origen lacustre y fluvio lacustre (Figura 5). En los bordes de la cuenca de deposición presenta interdigitaciones con gravas de aspecto fluvial con paleocanales y horizontes lenticulares de limo y arcillas. Sobre esta descansa la denominada Cinerita Chijini de edad 2,65 ± 0,012 Ma (Marshall (5)).

Sobre la Formación La Paz se encuentran depósitos correspondientes a varias épocas glaciares, distinguiéndose cuatro glaciaciones: Calvario, Kaluyo, Sorata y Choqueyapu (Choqueyapu I y II)). Calvario, Kaluyo (Drovobolny (6), Servant (7) y Troll (8)) están marcadas en los altos valles de La Paz por dos formaciones morrénicas muy espesas. Entre las épocas de glaciación se han reconocido también etapas inter- glaciares

Las etapas interglaciares están bien definidas por una erosión importante que se traduce en una morfología de pie de montes de la Cordillera Oriental, por la elaboración de superficies de disección o glacis de ablación.

La tabla 1 muestra las relaciones de las extensiones lacustres desarrolladas en el Altiplano con episodios glaciares de la cordillera Oriental (Fontes y Servant, (9), Servant (7), Servant & Fontes (10), Lavenu et al. (11) y Argollo (12)).



Figura 4. Stock microdiorítico de la Muela del Diablo en la serranía de Chiaraque.



Figura 5. Figura de un sector de Kupini. Al fondo se observan los depósitos arcillosos de la Formación La Paz y por encima en color marrón oscuro los depósitos gravosos de Pampahasi.

La Cordillera Real de los Andes presenta en este sector de Bolivia una dirección preferencial noroeste - sur este. Las estructuras geológicas presentan la misma dirección, pues es a través de ellas que se ha estructurado esta cordillera.

La región del valle de La Paz se encuentra muy disturbada y las rocas del sector han experimentado varias etapas de deformación. Se han identificado numerosas fallas inversas de dirección preferencial noroeste así como fallas de menor extensión de dirección noreste. Las estructuras más notorias presentan edades menores a 26 Ma correspondiente a la fase Andino II y las discordancias son frecuentes. En el Cuaternario la deformación ha producido el desarrollo de pliegues poco pronunciados en la Formación La Paz con el desarrollo de fallas normales de dirección norte - sur y este - oeste, visibles en algunos sectores de la ciudad de La Paz. Se han identificado 3 períodos sucesivos de extensión (Argollo e Iriondo (13)).

Un primer período post-formación Purapurani, visible sobre la Falla de Kenko.

El segundo período, caracterizado por movimientos ante-Sorata. El tercero que agrupa todos los eventos posteriores al principio del Holoceno hasta nuestros días, una deformación en compresión nor noroeste - sur sureste de efectos muy débiles.

Después del periodo de glaciación Sorata, el valle de La Paz ha experimentado varias etapas sucesivas de

Tabla 1. Extensiones lacustres y su relación con eventos glaciares.

Antiguos lagos	Edades (años BP)	Observaciones
Lago Titicaca	¿ - 0	Pequeña edad del hielo (siglos XVI y XVIII) y periodo actual. Evolución conjunta y de los lagos y glaciares y reactivación importante de la erosión hídrica.
	8000 - 3900	Mejoramiento de los balances de agua del lago Huiñaymarca, desarrollo importante de turberas.
	10500 - 8000	Desecamiento del lago Huiñaymarca acompañado de retroceso rápido de glaciares, mayor acumulación fluvial y eólica.
Lago Tauca	13000 - 10000	Pleistoceno superior a Holoceno, corresponde al retroceso del último estado glaciar (Choqueyapu II).
Lago Minchin	22000 - 27000	Correspondería al retroceso del penúltimo estado Glaciar (Choqueyapu I). El lago se secó alrededor de los 10000 años BP.
Lago Ballivián	anterior a 35000	El lacustre Ballivián (Fm. Azángaro/Ulloma) del Mioceno medio, correspondería al retroceso, a los glaciares de la fase Sorata.
Lago Cabana	Aproximadamente 1,8 Ma.	Localizados en el Perú y noroeste del lago Titicaca. La Formación Purapurani parece ser correlacionable con Mataro.
Lago Mataro		

erosión, además de avances y retrocesos glaciares (por ejemplo Choqueyapu I y Choqueyapu II) que dieron inicio a los procesos de ahondamiento de la cuenca. Las formas de origen estructural dominan la cordillera Real, la cual presenta un contraste muy marcado de alturas con el Altiplano. Las rocas que componen esta cordillera, debido a su posición altitudinal, presentan fuerte influencia de procesos del tipo glaciar. Los niveles altitudinales más bajos que el Altiplano, presentan fuerte influencia fluvial.

En las regiones de gran altura se encuentran geoformas de acumulación glaciar como morrenas laterales, frontales y de fondo producidas por varios eventos glaciares que existen en la región. Al pie de la cordillera Oriental se encuentran llanuras de till correspondientes a la glaciación Sorata, con una superficie suave y ondulada que se extiende hasta la ciudad de El Alto y remanentes en el Cerro Patapatani y Chichipata que actualmente están siendo erosionadas por el río Choqueyapu y Orkojahuira del Valle de La Paz

En el valle del río Kaluyo, en ambas márgenes, existen morrenas suaves erosionadas que fueron interpretadas como correspondientes a la etapa de glaciación Choqueyapu I. Relictos de las formas de erosión correspondientes a esta etapa de glaciación son visibles en los sectores altos y elevados de los cerros que circundan la Ciudad de La Paz; entre ellos se encuentran valles en U, valles colgados, aretes y aristas glaciares que perdieron casi todas sus características debido a la sobre imposición de procesos de erosión fluvial (Figura 6).

Las formas de origen fluvio - glaciar están bien representados en la ciudad de El Alto de La Paz conformando una amplia superficie de abanicos alimentados por las sucesivas épocas de lluvia.

Las formas de origen fluvial son frecuentes, destacando las terrazas de Irpavi y Miraflores. Además, numerosas formas de origen fluvial se vienen desarrollando continuamente a lo largo de los años en esta región, como valles en “V” desarrollados sobre antiguas formas glaciares, produciendo los denominados valles en valle muy comunes en el valle de La Paz. Las formas de acumulación son también frecuentes representados por abanicos aluviales (Ej.: abanico aluvial de Ovejuyo, Figura 7), además de pequeñas llanuras aluviales de curso múltiple.

Los procesos de remoción en masa de La Paz ha formado relieves espectaculares, tal el caso del torrente de barro de Pampahasi producido después un época de glaciación denominada Choqueyapu II. Otro de mayor magnitud es el torrente de barro – flujo de detritos de Achocalla una de las geoformas más impresionantes ocurridas en Sudamérica. Este evento implico el movimiento en masas de aproximadamente 2 100 000 000 m3, una teoría acerca de su origen indica que se habría formado como resultado de un gigante movimiento en masa posglacial o una serie de episodios en masa que fluyeron por el río La Paz y que habrían bloqueado temporalmente el flujo de este río produciendo un pequeño lago cuyos depósitos “depósitos del lago Calacoto” dataciones realizadas en los sedimentos del lago Calacoto dieron una edad radio carbono de 9 200



Figura 6. Sector de Huayllani que muestra varios eventos de erosión, en la parte alta se observan valles en U a diferentes alturas correspondientes a las etapas Choqueyapu I y Choqueyapu II, así como aretes glaciares que casi han desaparecido.



Figura 7. Región de Ovejuyo el año 2005. Se observa el abanico aluvial y al fondo la serranía de las Ánimas.

± 250 años BP, Drobovolny (6)), lo cual indicaría que el "torrente de barro de Achocalla" tendría una edad más antigua. Otra teoría indica que el valle de Achocalla se habría formado como el resultado del drenaje catastrófico de un lago glacial (lago Carrasco), formado hacia 14000 años BP a causa del rápido deshielo de los glaciares) que cubrían el Altiplano de Bolivia y el sur del Perú (Campbell (14)), el proceso no es estrictamente un torrente de barro y sería más bien un relleno de valle por flujos de detritos, esta teoría es muy aceptable y quizás está relacionado a procesos sísmicos ocurridos en el valle de La Paz (Figura 8).

El torrente de barro de Llojeta se localiza al sur de la zona de Tembladerani, desde Allpacoma hasta las cercanías de Obrajes (Figura 9) tendría una edad similar al de Achocalla; el torrente de barro de Cota Cota, además de otros de dimensiones más pequeñas se localizan en las laderas de la ciudad.

Los deslizamientos circundan la ciudad de La Paz y se caracterizan por ser principalmente del tipo rotacional y han tenido especial importancia estos últimos años por la gran cantidad de daños causados. La red de drenaje de la cuenca de La Paz es compleja del tipo dendrítico, y cerca de la cordillera del tipo parrilla con ríos que discurren con un cierto ordenamiento de acuerdo a las estructuras geológicas que cortan y



Figura 8. Torrente de barro - flujo de detritos de Achocalla (TBA), sobre un basamento paleozoico (Pz).
Fotografía tomada desde la zona Carreras.



Figura 9. Torrente de barro de Llojeta (Tbll).

los materiales sedimentarios que atraviesan.

Las minas estaño, wólfram se alojan cerca de los granitos que circundan la ciudad de la Paz. Se trata de yacimientos - estrato, ligados en areniscas y cuarcitas de la Formación Catavi que se encuentra cerca de los cuerpos ígneos, donde diversos tipos de mineralización son evidentes. La mayor parte de las minas se localizan entre los cerros Taquesi e Illimani. En la parte alta de Palca se encuentran numerosos trabajos mineros para la explotación de casiterita y wolframita. Muchas minas de oro se encuentran en Palca y en sus cercanías.

Muchos de los pasivos ambientales mineros son principalmente colas y desmontes donde predominan residuos con bajo potencial de generación de drenaje ácido de roca (DAR, Figura 10) (Espinoza et al., (15)). El tamaño de estos es variable, de esta manera los volúmenes varían generalmente entre 1000 y 100000 m^3. En la actualidad gran parte de las minas se encuentra en actividad produciendo impactos que son significativos al medio ambiente.

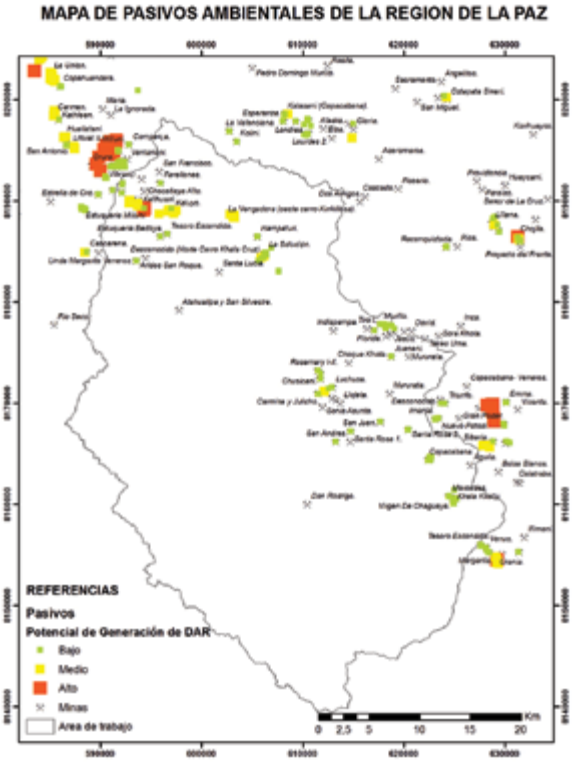


Figura 10. Mapa Potencial de generación de DAR de residuos mineros (modificado de Espinoza *et al.* (24)

Caracterización del clima del valle de la ciudad de La Paz

Guillermina Miranda Torrez[1], Sergio Campero Marín & Orlando Chura Mamani

[1]Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. e-mail: gmiranda@umsa.bo, [2]Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología - SENAMHI

1. Introducción

El clima es un sistema complejo y responde a un conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una zona geográfica. Los factores astronómicos, termodinámicos, geográficos, geomorfológicos y la presencia de obras civiles (edificios, puentes, asfalto, calles, avenidas, parques, zoológicos, forestación o reforestación, entre otros), condicionan la dinámica de las variables meteorológicas o elementos climáticos como la temperatura, humedad relativa, precipitaciones, viento y presión, entre otras. El clima condiciona los hábitos de vida de la población ya sea en el uso de energía eléctrica, en la vestimenta, comercio, salud, transporte, educación, horarios, planificación, deportes, vivienda y actividades de esparcimiento.

Entender la dinámica del clima del valle de La Paz es ayudar a tomar decisiones sobre la planificación urbana, salud, educación y selección de áreas para la construcción de viviendas; además ayuda a comprender la distribución espacial, las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de las plantas y de los animales, y también puede ayudar a mejorar la eficacia de las predicciones meteorológicas para la reducción de riesgos a desastres.

En este capítulo se caracteriza el clima del valle de La Paz y la influencia de los factores que condicionan la dinámica de los elementos climáticos. Para ello, se han identificado, patrones climáticos, en base a datos de precipitación, temperatura, vientos, imágenes de satélite y resultados de corridas de modelos meteorológicos, provenientes de las bases de datos del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI) -Bolivia, SENAMHI- Perú y del Instituto Nacional de Investigación Espacial del Brasil – INPE.

2. Características principales del clima

2.1. Factores que determinan el clima:

Factores astronómicos.- Están en función a la relación tierra-sol definidos por los movimientos de traslación y rotación y la actividad solar, traducidas en las manchas solares y la insolación.

Factores termodinámicos.- Responsables de la circulación atmosférica determinan los distintos tipos de tiempo atmosférico, y en última instancia, el clima.

La circulación atmosférica ocurre en varios niveles de la troposfera, pero los más importantes son tres niveles:

- Niveles altos (250 mb. + = 12 000 m de altitud), se presentan, dependiendo de la época del año, la Alta de Bolivia y el Jet Stream.
- Niveles Medios (500 mb. = 5 800 m), se presentan las vaguadas y dorsales.
- Niveles Bajos (1000 – 850 mb. = 0 - 1550 m), en este nivel se encuentran:

Masas de aire.- Debido a que el valle de La Paz, está dentro de continente, ubicado entre 2200 m (Tahuapalca) – 3900 m (Alpacoma) y flanqueada por la Cordillera

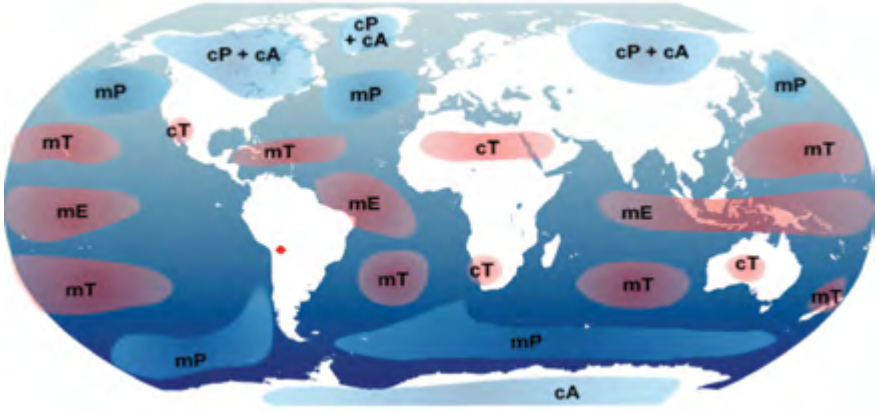


Figura 1. Masas de aire y su ubicación en el planeta. mT= marítimo tropical, mE = marítimo extratropical, mP = marítimo polar, cP = continental polar, y cA = continental ártica (6)

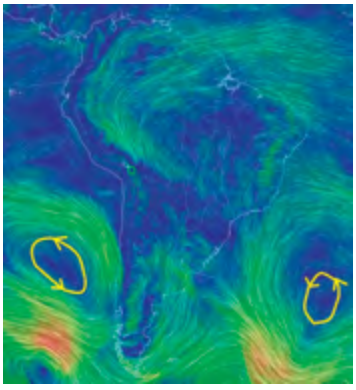
de La Paz, la influencia de las masas de aire es indirecta. Sin embargo, las de mayor influencia son el Aire marítimo Tropical y Extratropical, con características cálidas y húmedas. El Aire marítimo Polar, con características de aire frío/ fresco y húmedo (Figura 1).

Centros de acción.- Se tiene dos: centros de alta presión, se forman sobre los océanos Pacífico y Atlántico giran en sentido contrario a las agujas del reloj, producen un tiempo estable, no forman nubes y por lo tanto el tiempo es soleado; y los centros de baja presión, se forman sobre los continentes y en los oceanos, giran en el sentido de las agujas del reloj, produce un tiempo inestable con formación de nubosidad y precipitaciones.

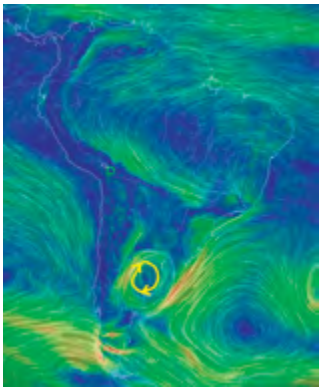
Frentes (fajas de aire inestable).- Fríos o cálidos, son los que definen el tiempo atmosférico y después el clima (3, 2) su influencia es en las temperaturas y en algunas precitaciones (Figura 2).

Factores geográficos.- Son la latitud, la altitud, la continentalidad (distribución de tierras y mares) y las corrientes marinas, como es el fenómeno de El Niño (2) y el uso del suelo.

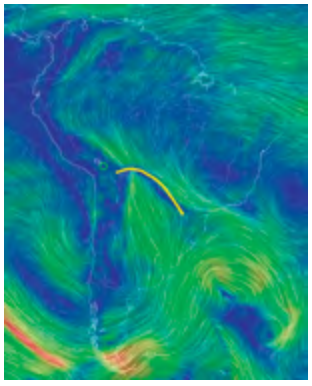
La ciudad de La Paz ha ampliado la mancha urbana a zonas que estaban dedicadas a la agricultura y ganadería, ha ganado espacio en los lechos de los ríos y ha formado el bosquecillo de Pura Pura (Figura 3). Debido a esta ampliación, existe alteración de la dirección e intensidad de los vientos en superficie y la formación de **islas de calor** en sitios donde se concentra la contaminación que genera el autotransporte (8), especialmente entre el nudo Villazón y San Francisco. En las fotos de 1920 y 1928 no se observa el bosquecillo de Pura Pura. Hoy, este bosquecillo influye en la dirección e intensidad de los vientos (frena el viento frío y seco de dirección noroeste) y en la evaporación creando un microclima (amortigua la disminución o incremento brusco de temperatura y aporta humedad al ambiente).



Centro de alta presión en los oceanos Pacífico y Atlántico; 25 de enero de 2017



Centro de baja presión en continente o la baja del Chaco; 20 de mayo de 2017



Frente frío; temperatura: 5,1 °C; 23 de mayo de 2016

Figura 2. Patrones atmosféricos a 1000 – 850 mb. (0 - 1550 m), centro de alta y baja presión. Y frente frío con influencia en la temperatura. Imagen de earth.nullschool



Figura 3. Fotos de la Av. Montes, ciudad de La Paz, 1920, 1928 y 2014. Fotos: La Paz del Bicentenario y Bernal 2014.

Factores Geomorfológicos.- La Cordillera de La Paz tiene una orientación noroeste, sudeste, es un cordón montañoso con nevados por encima de los 6000 m, que tiene pasos de cordillera o abras (como la Cumbre donde la altitud llega a 4 800 m) por donde el aire húmedo del lado de los Yungas, provenientes de la Amazonía, atraviesa con dirección al valle de La Paz (Figura 8).

2.2. Elementos climáticos que determinan el clima de la ciudad de La Paz:

Los elementos climáticos son las variables que caracterizan al clima de un lugar (2). Los más importantes son las temperaturas, precipitaciones, vientos, humedad relativa, presión atmosférica, nubosidad y evaporación (de las dos últimas variables mencionadas no se cuenta con información.

3. Descripción general del clima en el valle La Paz

El valle de La Paz tiene una orientación norte-sur, sus aguas drenan a la cuenca amazónica, está conformada por las siguientes valles: Achachicala, Chuquiaguillo- Villa Fátima, Irpavi, Achumani y Ovejuyo (4, 1). Estos valles, la Cordillera de La Paz, el altiplano central, la ciudad de El Alto y el lago Titicaca influyen de forma directa a los elementos climáticos (temperatura, precipitación y vientos). La relación de las temperaturas con las precipitaciones, en función a la geomorfología del valle (Figura 4). Las montañas, como por ejemplo el Illimani, tienen su influencia en la humedad atmosférica (Figura 5). La influencia de la geomorfología del valle de La Paz, se relaciona con el recorrido de los vientos (Figura 6).

Entonces, se puede decir que los factores climáticos influyen en la dinámica de los elementos climáticos y a partir de ello se tiene una gran diversidad de microclimas en el valle de La Paz.

4. Evidencias de variabilidad climática en el valle de La Paz

La historia narrada en los periódicos desde 1915 hasta la fecha detalla evidencias de sequías y excesos de precipitación (5). Las sequías y los excesos de precipitación han ocasionado desastres, se han presentado y seguirán presentándose en cualquier región del mundo, la

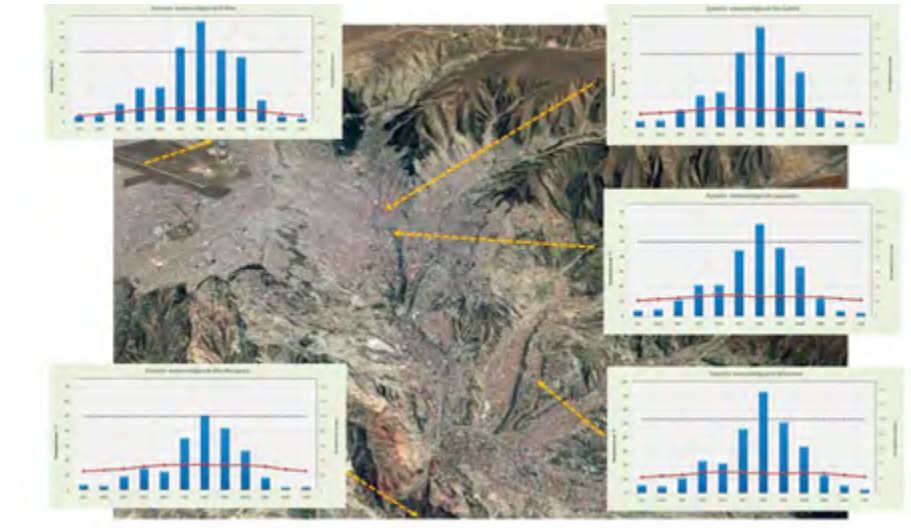


Figura 4. Climadiagramas del valle de La Paz, según índice de Gaussen. En el primer eje de las ordenadas X Y se representa a los valores de temperatura (ºC) y en el segundo eje, la precipitación (mm).

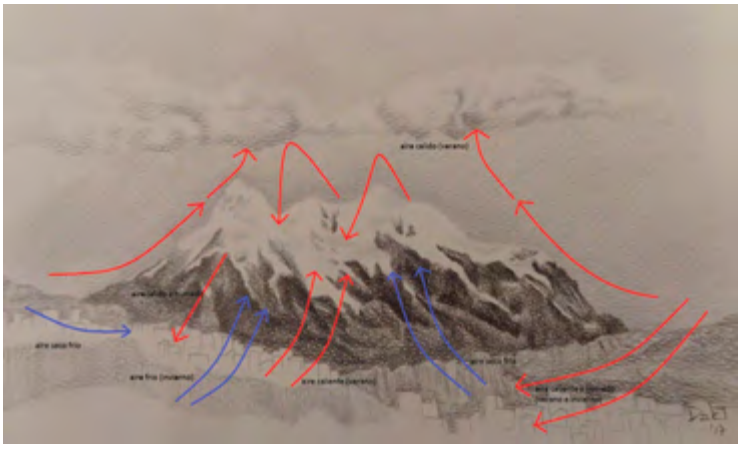


Figura 5. Masas de aire caliente y húmedo chocan contra el Illimani, el aire asciende por el relieve, al ascender el aire húmedo se enfría, se condensa (nubes cumulus) y precipita; por delante del Illimani el aire es frío y seco (invierno) y aire caliente en verano, influenciada por la dinámica atmosférica de la ciudad de La Paz.

atmósfera que influye en el valle de La Paz no es ajena a esas perturbaciones. A esto, se suman los retrocesos y avances de los glaciares que se dieron desde hace más o menos 2400 millones de años (era Paleoproterozoica); hasta este periodo (Cenozoico, actual) se presentaron cinco glaciaciones. La más reciente fue la pequeña Edad de Hielo que, en América del sur, se evidenció por el avance de los glaciares Huayna Potosí y Charquini y en los sedimentos del lago Milluni. El evento se presentó entre los años 1791 a 1808 A.D. (7) y el retroceso de los glaciares tropicales comenzó alrededor de 1730-1750 A.D. y se ha acentuado después de 1976.



Figura 6. Las líneas azules muestran los recorridos de los vientos en el valle de La Paz que inciden en la precipitación y en la temperatura mínima. A: Lago Titicaca, B: Achachicala, C: Chuquiaguillo, D: Irpavi, E: Achumani - Ovejuyo y Río Abajo (Google. Earth 2014)

Biogeografía del valle de La Paz

Ramiro Pablo López[1,2]

[1]*Carrera de Biología (FCPN - UMSA),* [2]*Herbario Nacional de Bolivia.*

1. Generalidades

La Biogeografía es la ciencia que se ocupa de estudiar la distribución en espacio y tiempo de la diversidad biológica a grandes escalas geográficas (regiones, continentes, todo el planeta). Se encuentra fuertemente ligada a la Ecología, la cual estudia la distribución y abundancia de los organismos a escalas más pequeñas (localidades). De este modo, la Biogeografía y la Ecología nos permiten comprender por qué en una determinada región, como la del valle de La Paz, encontramos ciertas especies de organismos y no otras.

Los organismos vivientes no se hallan distribuidos al azar a lo ancho y a lo largo del planeta. Ya sea que se trate de especies de animales o plantas, de conjuntos de especies emparentadas (que se denominan géneros), de grupos de géneros relacionados (que se llaman familias), o de grupos de mayor jerarquía (órdenes, clases, etc.), encontramos siempre unas determinadas tendencias (o patrones, como se les llama en ecología) en su distribución, que nos indican una historia evolutiva diferente.

Así, por ejemplo, encontramos cactus casi exclusivamente en el continente americano; las palmeras se encuentran solo en latitudes tropicales o subtropicales; los camélidos (familia de las vicuñas, guancacos, camellos) se encuentran solamente en Sudamérica y Asia, a pesar de que sus ancestros provinieron de Norteamérica; la papa (cuyo nombre científico es *Solanum tuberosum*) es una especie exclusiva de los Andes centrales; la familia de los osos (Ursidae) se encuentra en casi todo el planeta, menos África y Australia. Estos son solo algunos ejemplos de distribuciones de grupos taxonómicos (así se denominan en Biología a los diferentes niveles de la clasificación de los organismos vivientes). Pero ¿por qué se presentan estas distribuciones? Esto se relaciona con la evolución independiente de los diferentes grupos de organismos y con la historia de la Tierra.

El factor biogeográfico más importante en la historia del planeta es la tectónica de placas (antes llamada deriva continental). De manera simple, ésta establece que los continentes han flotado a la deriva a través de la superficie del planeta sobre un manto viscoso que se encuentra debajo de la corteza del globo (1).

Esto significa que la Tierra es un ente dinámico en el cual continentes que una vez estuvieron unidos hoy se encuentran separados, y viceversa. De hecho, hace unos 245 millones de años todos los continentes estaban unidos en una única masa terrestre, Pangaea, el supercontinente. Hace unos 140 millones de años, Pangaea ya se había dividido en dos. Su mitad más septentrional (norte), se conoce con el nombre de Laurasia, y comprendía Norteamérica, Europa y la mayor parte de Asia. La mitad meridional (sur) se llamó Gondwana, e incluía Sudamérica, África, Antártida, Australia, India y Madagascar, entre los más importantes. A su vez, tanto Laurasia como Gondwana comenzaron a fragmentarse hace unos 100 millones de años, y la Tierra comenzó a adquirir la distribución continental que hoy conocemos. Hace alrededor de 70 millones de años, Sudamérica quedó separada de todos los otros continentes y pasó a ser una isla gigantesca (de manera análoga a Australia hoy). Finalmente, tan solo 3,5 millones de años atrás se formó el istmo de Panamá, que unió a Sudamérica con Norteamérica.

El segundo factor más importante ha sido el de las glaciaciones, al menos en tiempos relativamente más recientes. En determinados momentos de la historia de la Tierra, en especial en los dos últimos millones de años, el planeta se ha visto enfrentado a períodos muy fríos (las glaciaciones), en los que masas de hielo cubrieron importantes sectores del globo, en especial en el hemisferio norte y en las montañas.

Estos eventos históricos han alterado la fisionomía de la faz de la Tierra (y continúan haciéndolo) y han implicado la aparición de barreras en unos casos, o de corredores, en otros, y han modificado el clima, a veces de manera drástica. Esto ha repercutido de manera muy diferente sobre los grupos de organismos que han habitado alguna vez el planeta, que han reaccionando de tres maneras diferentes: 1) Se han adaptado (es decir, evolucionado, respondiendo a las presiones ambientales); 2) Han migrado, buscando climas que se acomodaran a sus necesidades; o 3) se han extinguido.

Esto ha generado la distribución de la diversidad que hoy presenciamos. Esto significa que las regiones que

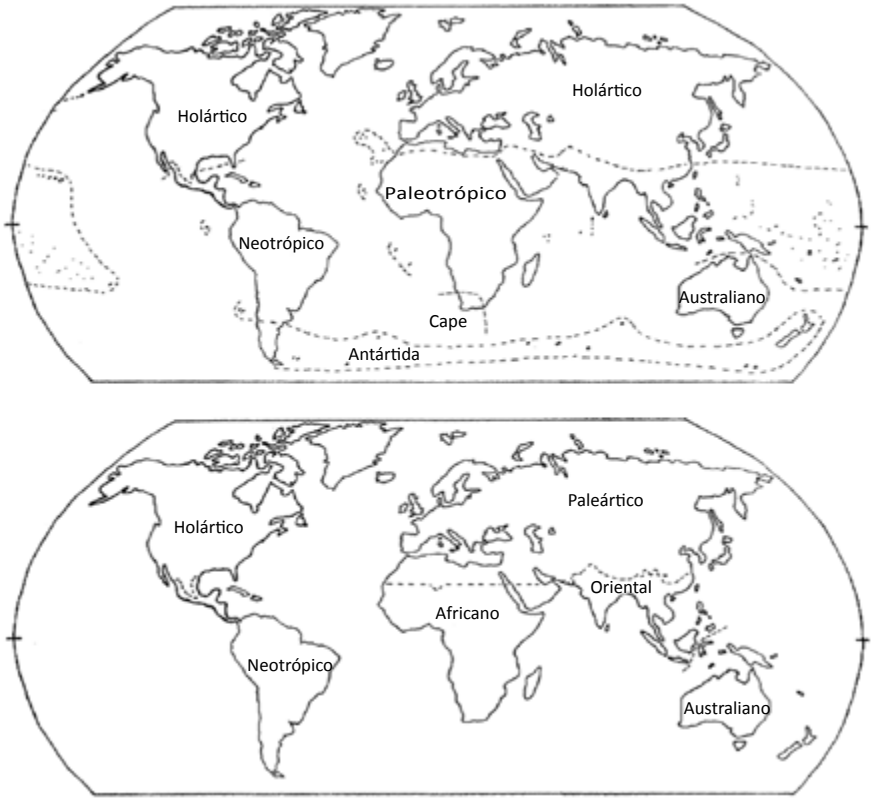


Figura 1. Regiones fitogeográficas (reinos florales, arriba) y zoogeográficas (abajo, tomado de Cox (2)).

hoy muestran algún tipo de semejanzas en su biota (conjunto de organismos) han estado alguna vez unidas (ya sea en tiempos recientes o remotos). A partir de estos antecedentes, los biogeógrafos han dividido el planeta en regiones biogeográficas, es decir, regiones que muestran una biota emparentada debido al hecho de haber compartido una historia común. Existen regiones zoogeográficas (animales) y fitogeográficas (plantas) en las que se divide la Tierra (Figura 1), las cuales muestran importantes diferencias en términos de flora y fauna. En cualquiera de los casos, casi toda Sudamérica (y por tanto Bolivia) se encuentra en la región neotropical. Como se mencionó, Sudamérica estuvo una vez unida a África, Australia, Antártida y a la India, formando el supercontinente llamado Gondwana, y por ello presenta similitudes en términos de flora y fauna con esos continentes. En cierto momento de su historia, el continente estuvo separado de los otros continentes (separación que duró millones de años), y funcionó como una verdadera y gigantesca isla, de modo parecido a lo que ocurre con Australia hoy en día. Finalmente se unió a Norteamérica hace sólo 3,5 millones de años mediante el istmo de Panamá, lo que permitió una migración de plantas y animales entre los dos continentes. Estos eventos han configurado su biota.

Los biogeógrafos suelen dividir las regiones biogeográficas en subregiones de menor tamaño (frecuentemente llamadas provincias), también en función de la identidad de sus biotas y de la presencia de endemismos (organismos exclusivos de esas zonas). Según uno de los mapas biogeográficos de Sudamérica más conocidos (el de Cabrera & Willink; 3), en Bolivia está presente una región biogeográfica, la Neotropical, con tres dominios biogeográficos: Amazónico, Chaqueño y Andino-Patagónico (Figura 2). Dentro de cada uno de estos dominios se encuentran varias provincias biogeográficas. Las provincias a su vez están formadas por distritos biogeográficos. En el valle de La Paz específicamente estarían comprendidos dos de los dominios: el Dominio Chaqueño y el Dominio Andino-Patagónico, y tres provincias: Puneña, Altoandina y Chaqueña (Distrito Chaqueño Serrano).

En la Puna, en términos generales (es decir, incluyendo el Altoandino), las familias más importantes son las poáceas (gramíneas, es decir, los pastos), las asteráceas (compuestas, familia del girasol), las solanáceas (familia de la papa) y las leguminosas (familia de la soya) (4). Entre los géneros de plantas endémicos o distribuidos principalmente en la Puna tenemos a *Oreocereus* (Cactaceae), *Fabiana* (Solanaceae), *Lampaya* (Verbenaceae), *Parastrephia*, *Chersodoma, Nardophyllum, Chuquiraga* (Asteraceae), *Polylepis, Tetraglochin* (Rosaceae), *Anthobryum* (Frankeniaceae) (4, 5, 6). Más específicos del Altoandino son *Aciachne* (Poaceae),

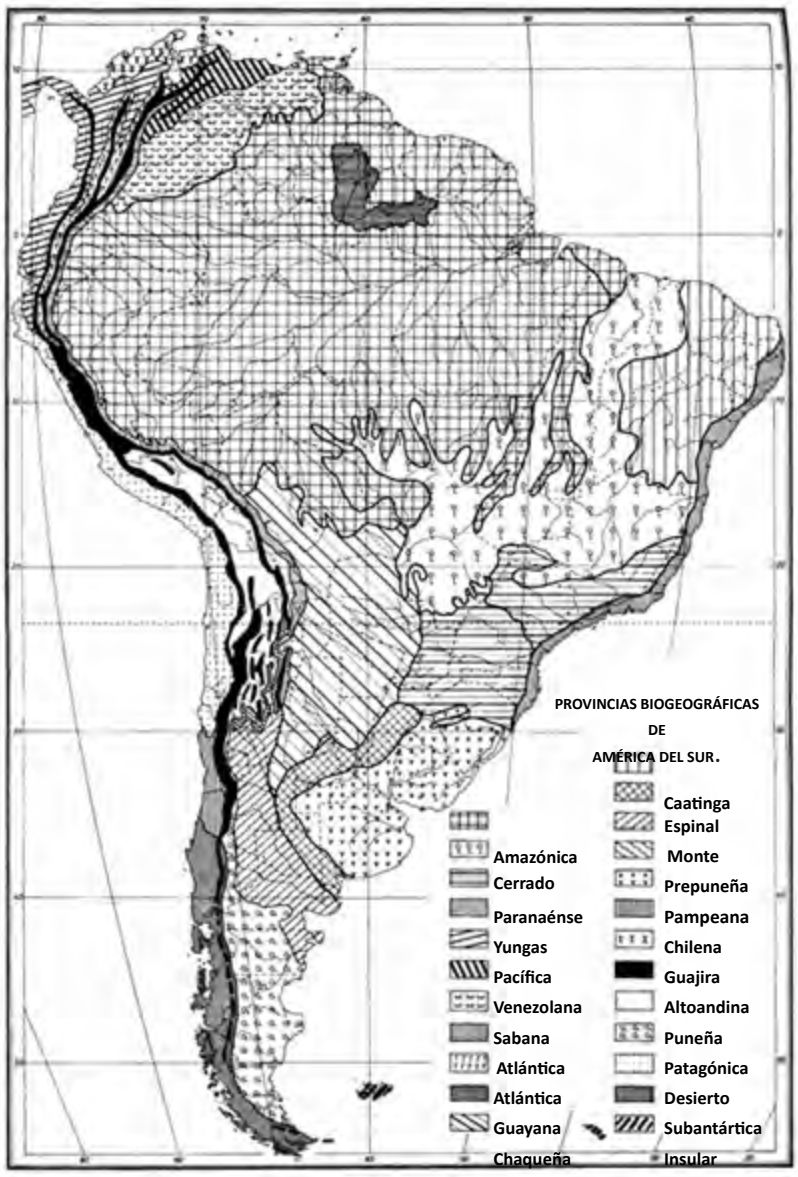


Figura 2. Provincias fitogeográficas sudamericanas de Cabrera & Willink (3).

Nototriche (Malvaceae), *Aschersonodioxa* (Brassicaceae), o incluso *Werneria* (Asteraceae) o *Pycnophyllum* (Caryophyllaceae).

La Provincia Chaqueña se caracteriza por la importancia de cactáceas y zigofiláceas (3). En su Distrito Chaqueño Serrano, el único que estaría incluido en el valle, entre los géneros más característicos están Schinopsis (Anacardiaceae), *Acacia*, *Prosopis* (Leguminosae), *Colletia*, *Condalia* (Rhamnaceae), *Aspidosperma* (Apocynaceae), *Ruprechtia* (Polygonaceae), *Capparis* (Capparidaceae), *Chorisia* (Bombacaceae), *Stetsonia* (Cactaceae), para mencionar algunos (3).

Para el caso específico del valle de La Paz, López (7) caracterizó la diversidad de sus diferentes pisos altitudinales. Aunque el estudio no fue exhaustivo, da una buena idea de las familias de plantas más importantes presentes en las diferentes regiones biogeográficas del valle. Por número de especies (y también por cobertura), en todas dominan las poáceas y las asteráceas. En el Altoandino aparecen luego cariofiláceas, malváceas y brasicáceas como familias con cierta importancia; en la Puna, destacan cariofiláceas, escrofulariáceas y leguminosas. En los valles secos las cactáceas cuentan con varias especies; además, aparecen familias muy características de esta zona (y de zonas áridas en general): quenopodiáceas leñosas y krameriáceas.

Debido al clima frío, muchas de las familias dominantes del valle tienen origen en zonas templadas del norte. Son ejemplos de ello, familias vegetales como las crucíferas, cariofiláceas, valerianáceas y labiadas, así como algunos géneros de gramíneas, tales como Festuca, *Deyeuxia* o *Poa*; o de compuestas, como *Hieracium* o *Erigeron*. Como es de suponer, hay muchos ele-

mentos andinos (*Adesmia, Mutisia, Puya, Chuquiraga, Calandrinia*). También existen elementos tropicales, sin embargo, que resultan de la ubicación del grueso de Sudamérica en tiempos históricos en regiones tropicales (*Peperomia, Dodonaea, Caesalpinia, Prosopis*). Finalmente están presentes taxones americanos (*Baccharis, Tillandsia, Geoffroea*), cosmopolitas (que se presentan en muchas regiones del planeta), como *Solanum*, *Geranium* o *Senecio*, y otros antárticos (procedentes del extremo sur de Sudamérica y originados en la parte sur del antiguo continente Gondwana), como *Muehlenbeckia, Azorella* o *Escallonia*.

En términos de fauna, las tres provincias del valle de La Paz posiblemente no pueden distinguirse tan marcadamente como en el caso de las plantas. En general tenemos una fauna que puede calificarse de puneña. Entre los mamíferos destacan los camélidos (género *Lama*), como los guanacos y vicuñas; las tarukas (*Hippocamelus*), las vizcachas (*Lagidium*), diferentes géneros de ratones (*Akodon*, *Phyllotis, Calomys, Cavia*), murciélagos (*Histiotus*; en los valles secos puede aparecer el murciélago vampiro, *Desmodus rotundus*), quirquinchos (*Chaetophractus*), y depredadores como los zorros (*Lycalopex*), hurones (*Galictis*) y zorrinos (*Conepatus*).

Aves características son los cóndores (*Vultur*), los buitres (*Cathartes*), las marías (*Phalcoboenus*), los halcones (*Geranoaetus*), las perdices (género *Nothoprocta*), los picaflores (*Patagona*, el picaflor más grande), los pájaros carpinteros (*Colaptes*), gaviotas (*Chroicocephalus*) y palomas (*Metropelia*). Entre los reptiles es muy importante el género de lagartijas *Liolaemus* y las culebras (*Tachymenis*). Entre los anfibios tenemos a sapos del género *Bufo* y ranas del género *Hyla*.

La biogeografía de Cabrera & Willink (3) es la más conocida y tradicional, pero tiene sus límites. Esto ha dado lugar a la aparición de varios enfoques más recientes. Basado en el esquema fitogeográfico de Rivas Martínez & Navarro (2000, citado en Navarro) (8), Navarro (9) reconoce esta vez nueve provincias distribuidas en esas cuatro regiones biogeográficas (Figura 3). En este esquema, el valle de La Paz es esencialmente parte de su Provincia Puneña Peruana, dentro del Distrito Biogeográfico del Titicaca y la Cordillera Real. Navarro caracteriza este distrito con diferentes pisos altitudinales.

Existen varios otros mapas de ecorregiones, regiones ecológicas o zonas de vegetación de Bolivia, como los de Ellenberg (10), Ribera et al. (11), Beck et al. (12), Ribera et al. (13), Ibisch et al. (14) y Navarro & Ferreira (15), pero estos carecen de una perspectiva estrictamente biogeográfica.

Es importante señalar es que la posesión de al menos tres provincias biogeográficas hace que la diversidad del valle de La Paz sea importante (posiblemente más de 1000 especies de plantas vasculares). El hecho de ser parte de una región biogeográfica relativamente pequeña en Bolivia (Puna húmeda), más el hecho de constituir uno de los extremos de esa región, además de a su alta diversidad, hacen que sea necesario contemplar medidas para una mayor protección de su biota.

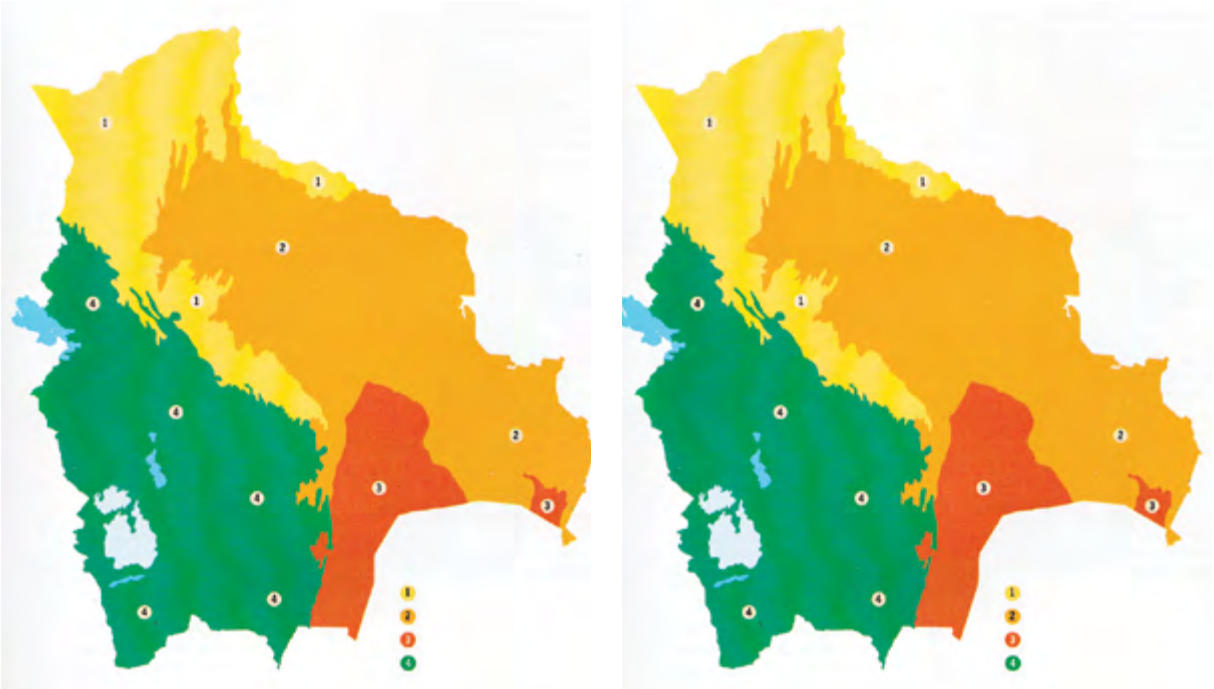


Figura 3. Regiones y provincias biogeográficas de Bolivia (Navarro (8)).

Ocupación prehispánica y manejo de recursos en el valle de La Paz

Carlos R. Lémuz Aguirre[1]; Karina E. Aranda Alvarez[1]

[1]Sociedad de Arqueología de La Paz.

1. Introducción

Durante mucho tiempo, las investigaciones arqueológicas han considerado a la cuenca del Lago Titicaca como el núcleo del desarrollo de las principales civilizaciones de los Andes Centro Sur. De igual forma, se estimaba que tanto las primeras ocupaciones humanas como el desarrollo de la agricultura y la edificación de los principales centros políticos y culturales habrían estado centralizados en determinados polos al sur y norte de este enorme espejo acuático.

En este entendido, los valles existentes al este y oeste del lago Titicaca, así como la próxima meseta altiplánica, fueron considerados como meras zonas de aprovechamiento de recursos, donde tales entidades políticas tenían espacios territoriales habitados por reducidos y dispersos conjuntos poblacionales, ya sea como colonias, asentamientos afiliados por parentesco, o como pueblos independientes aliados por intereses políticos y económicos, los cuales explotaban las fructíferas tierras agrícolas o se encargaban de extraer, acopiar o procesar el potencial mineral de sus ríos y montañas.

A pesar del favorable clima y los particulares atributos productivos de sus tierras, los valles no llegaron a competir territorialmente con los márgenes del Lago Titicaca, como ejes o centros de desarrollo cultural a lo largo de la historia de ocupación humana de la región.

No obstante, las nuevas investigaciones arqueológicas e históricas van configurando un nuevo panorama sobre la importancia de estos valles y el rol que tuvieron en la configuración política, económica y social de la región a lo largo de su historia prehispánica y colonial.

El presente capítulo es un intento por resumir lo hecho hasta ahora en la investigación sobre el pasado prehispánico del valle de La Paz y darle un nuevo entendimiento al complejo paisaje que nos han legado las antiguas civilizaciones que lo poblaron, extractando como hipótesis que no sólo tuvieron a Chuquiabo, como un asentamiento de paso o de aprovechamiento de recursos, sino como un eje central para la consolidación de estrategias ideológicas, económicas y de poder.

2. Historia de la Ocupación prehispánica en el valle de La Paz

Probablemente las primeras ocupaciones en el valle daten del Arcaico Tardío (6000 a 4000 años AP), período del cual fueron halladas algunas evidencias en las paleo terrazas que flanquean los ríos que descienden de los extensos bofedales y drenan los empinados nevados que dan origen a la cuenca. Hasta la fecha, sólo unas escasas puntas de proyectil y contextos estratigráficos muy aislados han sido relacionados con este antiguo periodo, sin embargo, su sola presencia abre el debate para sugerir su antigüedad (Figura 1).

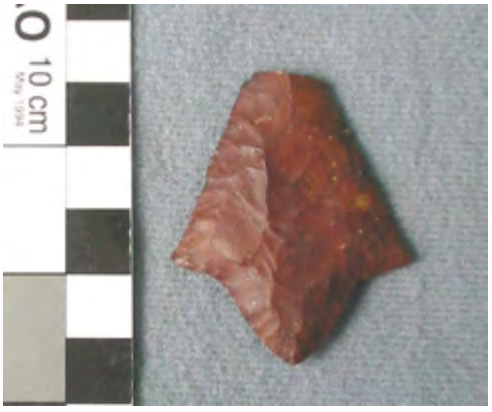


Figura 1. Punta de proyectil estilo arcaico encontrada en Chullpani.

Uno o dos milenios más tarde, durante el período denominado Formativo, los grupos humanos que habitaron el valle se emplazaron en las mesetas que bordean los principales ríos del lugar (Chijipata, Kallapa, Pampahasi y Achocalla), en su mayoría cercanos a áreas húmedas de pastizales. El clima y ciertas condiciones favorables como el agua y los suelos les permitirían subsistir en base a la producción incipiente de tubérculos y granos, complementando su dieta con proteína animal proveniente de la cría de camélidos y animales menores como el cuy (*Cavia tschudii nana*).

Para el 400 d.C. grupos filiados al estilo cerámico Tiwanaku establecieron relaciones con la población local y fundaron asentamientos poblacionales nucleares en zonas estratégicas del valle, entre ellos un Putu Putu, (Miraflores), Sopocachi, Llojeta, Pampahasi, Chaski-

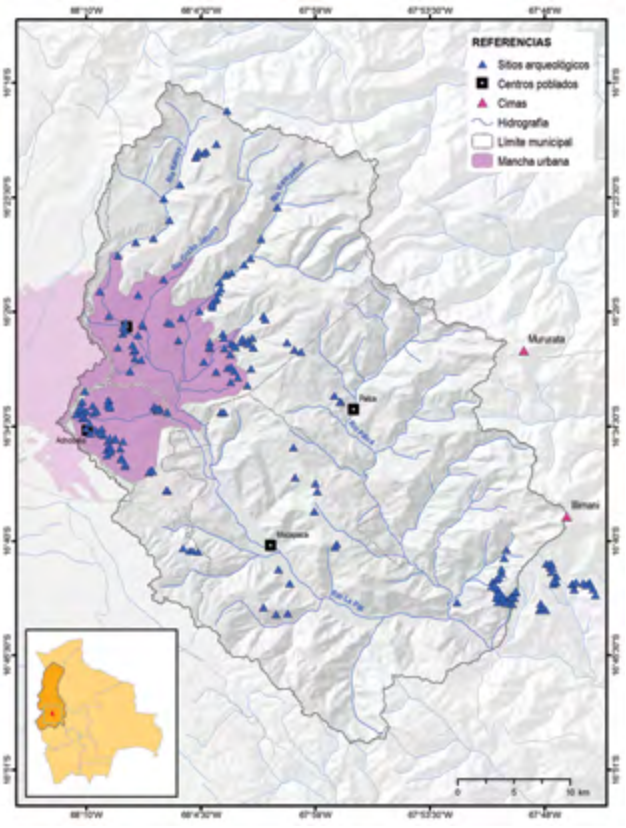


Figura 2. Mapa de ubicación de sitios arqueológicos registrados hasta 2014 en el valle de La Paz.

pampa, Achocalla, Mecapaca y Palca, incorporando mayor tecnología a las labores agrícolas locales y la explotación aurífera de la red de ríos que concentraba la cuenca, incluyéndose en ella, las subcuencas de Achumani, Chuquiyapu, Orqojawira, Cohoni y Achocalla entre otras.

La presencia tiwanacota en la región fue al mismo tiempo intensiva y extensiva, caracterizándose por patrón que no sólo priorizaba las áreas agrícolas y de pastoreo, sino que también aprovechaba y acondicionaba áreas de coluvio en la parte más baja de las serranías mediante la construcción de terrazas de cultivo y plataformas habitacionales. Extensas áreas de la cuenca de Hampaturi, los valles de Cohoni y Santiago de Collana aún albergan restos de estructuras domésticas de planta rectangular, áreas funerarias (cistas [1]), ceremoniales, agrícolas y de almacenamiento vinculadas con esta fase.

Con la entidad política Tiwanaku apuntalada en la región, se habría ampliado el territorio agrícola y multiplicado su producción, además de mejorado y extendido la red de caminos por el que se desplazaban las caravanas de llamas que transportaban los bienes alimenticios y suntuarios para el intercambio con otras poblaciones emplazadas en las zonas de valles sureños y yungas (Palca, Hampaturi, Achachicala, Ánimas). Estos caminos conectaban las cuencas del valle de La Paz con el altiplano (Kenko, Sica Sica, Viacha); los yungas del norte (Achumani, la Cumbre, El Choro) y los valles y yungas del sur (Palca, Takesi, Lambate, Irupana). Estos mismos caminos vinculaban los asentamientos de los valles vecinos de Palca (Las Ánimas, Apaña, Chupe, Huaricana, Cohoni, Santiago de Collana), Mecapaca (Palomar, Lurata, Río Abajo, Chanca) y Achocalla (Mallasilla y Huayhuasi).

Recientes estudios realizados en asentamientos similares en los valles de Charazani (3), Kohoni (4) y Konchamarka (5) sugieren que Tiwanaku instaló en muchos de ellos, no solamente centros administrativos, sino complejos religiosos, ideológicos o rituales, de carácter ceremonial y festivo, ligado a infraestructura doméstica, civil, funeraria y agrícola, empleando para ello tanto a poblaciones de la tierra núcleo de Tiwanaku como a entidades políticas altiplánicas aliadas (6, 7). Estos asentamientos marcaban con claridad la intensión de vínculo intercultural con otras poblaciones y entidades políticas locales, y reflejaban una forma propia de articular alianzas, relaciones y lealtades para manejar los principales ámbitos de la vida económica y social de las comunidades locales (8)

A partir del 1200 d.C., los Señoríos Aymaras sentarían presencia en la región, reutilizando las áreas de ocupa-

1 *Tumbas prehispánicas, compuestas por cámaras cilíndricas subterráneas delimitadas por lajas de piedra dispuestas alrededor (14).*

ción precedentes y manteniendo la vocación agrícola del valle. Sin embargo, es posible que a partir de esta fase, las labores de extracción aurífera hayan experimentado un incremento a través de la implementación de pozos en las márgenes de los principales ríos (Choqueyapu, Orkojawira, Irpavi y Achumani, entre otros), probablemente debido a que buena parte de las mayores vetas parecen haber sido agotadas por la actividad minera Tiwanaku, ya que durante éste período se mantuvieron puntos de extracción y procesamiento de estaño y oro en la cuenca del río Choqueyapu (9, 10) incluyendo el sector de Milluni, donde se origina la principal corriente hídrica del valle.

Varios trabajos arqueológicos (11, 12, 13) han coincidido en señalar que las actividades pastoriles y de movimiento de caravanas de llamas entre distintas zonas, constituyeron una parte importante de la economía de las entidades políticas aymaras

La incursión Inca en el valle fue precedida por una serie de rebeliones locales, ya que como efecto de esta presencia dominante e impositiva se desestructuraría la organización social y espacial de las entidades regionales, implementando el traslado de mitimaes para asegurarse la administración de una región que se resistía constantemente a ser colonizada (Las figuras 3 y 4 muestran un zonario y un platillo de estilo inca recuperados del yacimiento de Villa Pabón).

Durante el incario se ampliaría la frontera agrícola, modificando radicalmente el paisaje del valle con la implementación, reutilización y extensión de inmensas redes de terrazas de cultivo (Figura 5), en áreas próximas a las tierras calientes o yungas (Hampaturi, Chuquiaguillo, Callapa, Chicani, Apaña, entre otros). De esta manera conseguían abastecer de productos a los profusos enclaves instaurados en el área yungueña, los mismos que regentaban para el Inca el cultivo controlado de la sagrada hoja de coca.

Paralelamente se incrementarían las labores mineras en el valle, intensificando y perfeccionando la explotación de minas auríferas mediante el empleo de galerías[2] (las cuales estarían reservadas para la extracción exclusiva de los Incas) y controlando el laboreo minero que realizaban los locales y los mitimaes en los lavaderos de los ríos (14, 15).

Por otro lado, los Incas, afinarían el sistema vial implementado por los tiwanacotas, añadiendo en muchos casos nuevas rutas con el objetivo de acceder y controlar fructíferas áreas de explotación agrícola, minera y pastoril.

Formalizaron y ampliaron los caminos que conectaban el valle con los yungas, el altiplano y los valles mesotérmicos, incorporándolos a un sistema vial integrado (Qhapaq Ñan) de casi 6950 kilómetros, el cual vinculaba un amplio territorio (desde el sur Colombiano hasta el norte Argentino) (16).En el siglo XVI, a partir de las incursiones españolas en la región, los asentamientos indígenas que existían en torno a los ríos principales del valle de La Paz, serían desplazados por el contingente ibérico para emplazar el poblado español en la altiplanicie oeste del valle, entre los ríos Choqueyapu y Humawaka; reduciendo a los indígenas locales hacia la margen derecha del río Choqueyapu, estableciendo así el poblado y la Plaza de indios.

A finales del mismo siglo, la plaza española contaba ya con 28 manzanos definidos en damero y diversas igle-

2 Resabios de estas galerías prehispánicas y coloniales, fueron descubiertos en zonas como Chuquiaguillo, San Jorge y Av. del Poeta. Se trataba de galerías ramificadas, perforadas en los taludes próximos a los ríos, las mismas presentaban canales de desagüe confeccionados con cantos rodados y argamasa de barro (18).



Figuras 3 y 4. Cerámica Inca proveniente del valle alto de La Paz (Villa Pabón)



Figura 5. Vista satelital de las zonas de Lorokota, Hampaturi, donde se aprecia la extensa modificación de las laderas con terrazas agrícolas, residenciales y de control de erosión.

sias que se establecieron en la Plaza Mayor y los poblados de indios (17).

Para el siglo XVII, los poblados de indios a cargo de curatos como San Sebastián, San Francisco, San Pedro y San Pablo y Santa Bárbara, se verían definidos en las afueras de la ciudad, hábilmente divididos por las condiciones hidro-geográficas del valle.

Estos curatos serían los encargados de proveer de productos a la ciudad española, y a las zonas vecinas (Potosí y Cuzco), instalando chacras y obrajes al norte, este y sur del valle, e implementando caminos que conectaban la ruta de Lima (actual Garita de Lima) con las importantes vías comerciales de los yungas del norte y del sur. Durante este período es que se consolida la vocación agrícola del valle de Putu Putu (Miraflores) y la vocación textilera de Saillamilla (actualmente conocido como Obrajes).

Sin embargo, La Paz no se distinguía por ninguna de sus manufacturas, sino por constituirse en el segundo mercado de consumo del Alto Perú, y como tal se dedicaba a consumir manufacturas en lugar de venderlas, estableciendo una vocación de "ciudad comerciante" (que se mantiene intacta hasta la actualidad), la cual aunada a su dedicación al transporte de productos entre Lima y Potosí, le otorgaban un amplio margen para abastecerse de productos no locales.

Para 1661, proliferaron en la ciudad una amplia gama de industrias fundamentalmente dedicadas al rubro de la construcción (tejas, ladrillos, etc.), cuero y maderas. Los artesanos pasaron a ser la población más numerosa, adquiriendo una madurez política que los encumbró como precursores de la independencia nacional.

En el siglo XVIII, los ayllus fueron reducidos a curatos o parroquias de indios (San Pedro, Chuquiaguillo, Achumani, Callapa y Hampaturi), que concentraban el ganado vacuno y camélido de la ciudad (tal es el caso de Achumani, Cotacota e Irpavi).

Durante el siglo XIX, y luego del traumático Cerco a La Paz (que significó la destrucción de buena parte del pueblo de indios), se inició la reconstrucción de la ciudad. Este evento dio inicio a la nueva configuración que sufriría el entramado urbano, comenzando con la desaparición de los barrios de indios para incorporarlos al conjunto urbano y en la construcción de edificaciones clasicistas monumentales.

3. Modificación del paisaje y explotación de recursos

3.1. Tecnología agrícola y manejo de cuencas:

Las características particulares del valle de La Paz (suelos de alta productividad, disponibilidad de agua para riego, áreas de bofedales y turberas, clima benigno y acceso directo a diverso tipo de recursos del altiplano, valles y yungas), fomentaron el aprovechamiento de las áreas cultivables, tanto en las zonas altas puneñas donde el empleo de *qochas*[3] (19) permitía un manejo adecuado del agua con fines agropecuarios (lo que implicaba la maximización del aprovechamiento del agua de lluvia en terrenos planos, altos y no irrigables), como en las márgenes inundables de los ríos, donde se beneficiaban de las extensiones pedregosas para construir profusas plataformas de cultivo.

El desarrollo de terrazas de cultivo en áreas de alta y mediana pendiente (Figura 6), fue una medida destinada a ampliar la frontera agrícola en áreas escarpadas de difícil acceso, tal como se observa en las laderas de Hampaturi, Cohoni y Collana. De esta manera era posible incrementar la producción (de tubérculos y granos fundamentalmente), permitiendo minimizar la pérdida

3 Las qochas o q'otañas, son reservorios artificiales de agua, construidos para colectar y almacenar agua de lluvia, empleándola luego de manera planificada con fines agrícolas y pecuarios.

de suelo orgánico por erosión y controlando los riesgos de mazamorras e inundaciones en las zonas bajas

Esta actividad agrícola se vio reforzada por el empleo de técnicas de labranza apropiadas a zonas alejadas y/o de difícil acceso. Para ello se empleaban azadones o *taqlla*[4] líticos (que por su tamaño y forma posibilitaba su transporte y manipulación sin mucho esfuerzo) determinando así el tipo y las condiciones del cultivo, el tamaño del mismo y la altitud.

La conservación de las áreas agrícolas era a su vez, complementada con el mantenimiento de las áreas de bofedal y turberas de los pisos altoandinos y puneños; las cuales no se destinaban a asentamientos humanos, debido a la necesidad de protección de acuíferos (que abastecían de riego a la producción local), a su alta capacidad como zonas de cría y pastoreo de camélidos, a la posibilidad que ofrecían para la caza de otras especies aprovechables con alto valor proteínico y al aprovechamiento de las turberas como importantes fuentes de tierra para mejorar la calidad de los suelos habilitados más allá de la frontera agrícola.

El amplio conocimiento que los pueblos prehispánicos poseían sobre la calidad de los suelos del valle (rellenos cuaternarios que descansan sobre formaciones poco consolidadas de sedimentos morrénicos) y los procesos geológicos activos a los que se encontraban sujetos (erosión eólica y pluvial, deslizamientos e inundación), determinó la exclusión de estas zonas como áreas de ocupación.



Figura 6. Complejo de terrazas y canales del sistema agrícola de los valles de la subcuenca de Palca.

4 La labor de sembrado con este tipo de instrumentos no requería necesariamente preparación de la tierra (para el cultivo de tubérculos principalmente) y se empleaba una mínima cantidad de personas para la faena (dos individuos: el tajllero y el ayudante que siembra). En la actualidad este sistema de sembrado es muy útil en los sistemas agrícolas andinos que emplean ciclos rotativos de cultivo en zonas de difícil acceso o aridez (27).

3.2. Caminos:



Figura 7. Ingreso al camino precolombino de Takesi.



Figura 8. Camino prehispánico Saytu (Achocalla) – Huajchilla (Mecapaca).

Un factor que posibilitó la continuidad y florecimiento de diversos asentamientos humanos en el valle a lo largo de miles de años, fue la incorporación de diferentes regiones y eco-zonas a la economía de aprovisionamiento local. Para ello, se desarrolló, perfeccionó (principalmente durante la administración incaica) y amplió una red de caminos empedrados formales y caminos secundarios (Figuras 7 y 8); interconectando -los primeros- un importante eje económico interregional que posibilitaba el acceso a productos provenientes desde el altiplano (tubérculos, leguminosas y ganado camélido), las cabeceras de valle (cereales), los valles interandinos (maíz, frutas, hortalizas, legumbres) y los yungas (coca y frutos tropicales) (20, 21).

Resabios de estos caminos se encuentran aún conectando el valle de La Paz con el área altiplánica rumbo a los valles interandinos (Kenko-Sahapaqui-Sica Sica). Otros caminos formales que fueron reutilizados y ampliados por los incas constituyen actualmente atractivos turísticos, los mismos que forman parte de la red vial de caminos prehispánicos Qapaq Ñan. Entre estos se destacan: el Takesi (que en su trayecto une el valle de La Paz, Palca y Chulumani, desde donde se despren-

den una serie de ramales secundarios que se internan en los Yungas Chapis); el camino prehispánico de Yunga Cruz (el cual parte de las inmediaciones del Illimani hasta desembocar en Chulumani e Irupana); y el Choro (el cual se registra desde la cuenca de Hampaturi, la Cumbre, la comunidad de Chairo y se extiende hasta llegar a la localidad actual de Coroico). Asociados a estos caminos se encuentran una serie de tambos [5], apachetas, puentes, canales de desagüe, muros de contención y graderías (23).

Por otro lado, la construcción de caminos secundarios (Figuras 9 y 10), estaba orientada a mejorar el acceso y la comunicación entre los valles y cuencas vecinas, los cuales (de acuerdo a la gradiente altitudinal, la calidad de los suelos y la variación climática), se especializaban en la producción de determinados productos, que eran posteriormente distribuidos e intercambiados en el ámbito local.

Estos caminos de interconexión más bien local, se hallan relacionados a cuencas como Hampaturi-Achumani-Chasquipampa (en el valle paceño); valles como Huaricana-Collana-Cohoni (en Mecapaca y Palca); Mallasa-Achocalla-El Alto (Achocalla); Huaricana-Yanari Bajo-Chanca o Palomar-Chanca-Sahapaqui (en Mecapaca), encontrándose la gran mayoría, asociados a áreas de cultivo (tanto en plataformas de río como en terrazas), áreas de almacenamiento y de pastoreo.

5 Estructuras rectangulares de filiación incaica; las cuales, instaladas al borde de los caminos principales, hacían las veces de hospederías o alojamientos, en las que descansaban y se proveían los viajeros.



Figura 9. Camino secundario en Lorokhota.



Figura 10. Camino secundario en Llutu-Ñuñumuñani.

3.3. Asentamientos:

El trabajo de la arqueología en los pasados 60 años, y particularmente en los últimos 15 años, se ha abierto a entender los procesos culturales del valle de La Paz desde una perspectiva regional, siendo centrales la identificación, descripción y estudio de los principales asentamientos humanos que ocuparon puntos estratégicos, y cuya historia parece haberse remontado hasta sus primeras poblaciones agrícolas (24). Se describen a continuación los asentamientos más representativos hasta ahora identificados y estudiados en la cuenca.

3.3.1. Putu Putu (Meseta de Miraflores):

El asentamiento de Miraflores o Putu Putu, como se le llamaba hasta antes de iniciar su inserción al área urbana de La Paz (1929-1941), se extendió sobre una superficie de aproximadamente 50 ha, incluyendo todos los rasgos de actividad cultural prehispánica con la que estuvo asociado, el cual estuvo emplazado en las inmediaciones de lo que hoy es la plaza Germán Busch.

El material cerámico proveniente del yacimiento (Figura 11), al igual que los restos de arquitectura prehispánica que han sido documentados, nos hablan de una ocupación que podría haberse iniciado hacia el 400 d.C. como parte del área productiva de organizadas comunidades agrícolas locales, más tarde vinculadas con la entidad política Tiwanaku, que emergió poderosamente en toda la región de la cuenca del Lago Titicaca y se sostuvo por más de 600 años. La presencia de torres funerarias y restos cerámicos y líticos característicos de las comunidades aymaras altiplánicas y otras más propias de los valles secos y mesotérmicos también se hallan representadas en sectores claramente delimitados del yacimiento.

Tal como los arqueólogos Portugal Zamora (25) y Ponce Sanjinés (26) sostenían, el asentamiento de Putu Putu poseía un núcleo poblacional Tiwanaku muy importante que pudo albergar edificaciones de naturaleza tem-



Figura 11. Keru zoomorfo encontrado por Maks Portugal Z. en Miraflores (Putu Putu).



Figura 12. Galería para explotación minera.



Figura 13. Asta de Taruca para labores mineras

plaria o al menos pública – ritual de importancia supra local. Se estima que este sector estaría comprendido entre las calles Haití por el norte; la Av. José Carrasco por el sur; las avenidas Iturralde y Soria por el este y la calle Paraguay por el oeste.

Durante la presencia Tiwanaku, Miraflores fue un asentamiento de agricultura intensiva muy bien estructurado en base a plataformas niveladas, soportadas por muros de contención construidos en piedra y redes de canales que aprovecharon los ríos que cursaban su territorio. Un núcleo poblacional residencial ocupó parte de la ladera del Cerro Santa Barbará, el Cerro Calvario y el entorno del área donde actualmente se halla la plaza Busch (27, 28, 29) además de caseríos aislados entre el Cerro Laicaqota y el parque Triangular. Gruesos estratos han sido identificados para este período conteniendo concentraciones muy densas de basura donde se reconocieron restos materiales que indican que la dieta de la población durante esta época estuvo fincada en el consumo de carne de camélido, cuyes y venado además de productos agrícolas variados entre los que se destacan el maíz y la papa.

La importancia de este asentamiento parece reflejarse en la gran cantidad de artefactos finamente decorados, la mayoría rituales y de ofrenda que han sido recuperados de diversos puntos del territorio, sugiriendo que este lugar pudo ser un nodo importante de la red administrativa – ritual que Tiwanaku articuló en toda la región desde el 500 d.C.

Ocupaciones multiétnicas incluyendo poblaciones Pacaje y aquellas que circulaban desde los valles secos y mesotérmicos también fueron parte de los residentes de Miraflores, una vez que Tiwanaku y sus poblaciones aliadas lo abandonaron. De esta fase se identificaron concentraciones de material cerámico y rastros de entierros en torres funerarias, principalmente en las laderas de los cerros que limitan la zona.

Con la presencia Inca, las terrazas se intensificaron fuertemente, tal como lo muestran los cerros que flanquean la cuenca a la altura de Chuquiaguillo. Estas poblaciones estaban distribuidas en las laderas de los principales cerros del lugar como Santa Bárbara, Laycaqota, Santa Bárbara y Villa Pabón, donde también emplazaron edificaciones funerarias y de ofrenda. Sin embargo, la explotación de oro en placeres aluviales fue la principal actividad en esta zona, motivo por el cual la proporción de asentamientos residenciales y campamentos cerca al río se incrementaron considerablemente, teniendo como evidencia los rastros de actividad minera prehispánica reportados por Max Portugal y Jorge Rivera en los márgenes del río Orkojawira (29) (Figuras 12 y 13)

3.3.2. Chijipata, Kellumani (Cuenca alta del río Achumani):

El sitio arqueológico de Chijipata constituye un importante asentamiento prehispánico residencial, funerario y agrícola de 33,71 ha de extensión. Se encuentra emplazado a 3850 m en la meseta de Chijipata, ubicada entre las intersecciones de la Quebrada Achumani y el río Umapalca.

Las buenas condiciones climáticas y la alta accesibilidad a diversos recursos (riqueza orgánica del suelo, profusión de manantiales y vertientes, abundancia de áreas de bofedal, alta variedad de materia prima para la confección de artefactos líticos y proximidad hacia las diferentes cuencas vecinas), determinó la manutención ocupacional de la meseta desde épocas tempranas hasta la actualidad.

Los trabajos arqueológicos desarrollados en la zona (30, 31, 32) coinciden en señalar que el poblamiento del área se habría iniciado desde el período Formativo medio y tardío (1000 a.C.- 500 d.C.), expresado en el hallazgo (tanto en superficie como en excavación) de material cerámico característico de esta entidad (tipo de pasta, morfología, presencia de desgrasante vegetal y gruesos gránulos de cuarzo angulares).

Posteriormente se evidencia la presencia de una intensa ocupación tiwanacota (400-1100 d.C), la misma que se habría asentado en un pequeño montículo ubicado en el extremo sur-este de la meseta. Este asentamien-



Figura 14. Cuchara de hueso de camélido.



Figura 15. Torre funeraria o Chullpar de Chijipata.



Figura 16. Cista funeraria localizada en la zona de Chijipata.

to, se encuentra definido por una ocupación doméstica central con áreas diferenciadas de actividad, en las que se desarrollaban tareas de descarne, de preparación y procesado de alimentos, de laboreo agrícola, y de actividades rituales y funerarias.

Durante esta fase, se incrementó la producción agrícola, implementando terrazas de cultivo en la parte alta de la meseta y en áreas adyacentes. La presencia abundante de azadas, azadones, manos de moler, batanes y alisadores, nos indican una actividad intensiva de producción y procesado de alimentos.

La alta densidad de material óseo de camélido y algunos instrumentos (wichuñas [6], Cucharilla, ver Figura 14) confeccionados en este material, no sólo constituyen un buen testimonio de la dieta de estas poblaciones, sino que también revelan el empleo preferencial de estos recursos y el manejo de áreas de pastoreo próximas al asentamiento.

Posteriormente, a partir del 1200 d.C., nuevas poblaciones inca-pacajes se asentarían en el lugar, manteniendo la función residencial-funeraria de la meseta, reutilizando las áreas agrícolas e incrementando el uso de las áreas pastoriles, para lo cual establecerían una serie de senderos troperos que conectarían el asentamiento con zonas de bofedal más alejadas.

El mayor indicador de este asentamiento está constituido por un área mortuoria, regentada por torres funerarias o chullpares construidas en adobe (Figura 15); alrededor de estas estructuras se encontraban una serie de entierros en cista muy bien conservados (Figura 16).

Lamentablemente estos entierros fueron destruidos por los vecinos del lugar en el año 2008, dejando en pie sólo una torre funeraria, la cual domina la visual del río Humapalca y la quebrada Jutu Kkollu.

6 Especie de peine manual precolombino, fabricado con hueso de llama o alpaca, empleado generalmente para presionar el hilo de trama de manera que el tejido sea más compacto y ofrezca una mayor resistencia.

3.3.3. Chullpani (Serranía alta de la Cuenca de Achumani):

Se trata de un asentamiento arqueológico residencial y agrícola de 4 hectáreas de extensión, emplazado en la meseta de Chullpani, que tiene un espacio de poco más de 50 hectáreas, limita al este y norte con las serranías de Aruntaya y al sur con un conjunto de riscos y farallones que acaban en el curso serpenteante del río Achumani.

El estudio de áreas arqueológicas potenciales del valle de La Paz (24) reconoce a la meseta de Chullpani como principalmente apta para la agricultura intensiva de baja pendiente y en algunos sectores para el desarrollo de agricultura en zonas de coluvión con aplicación de tecnologías para el manejo de suelos. Sin embargo, tanto su posición como su acceso a fuentes de agua corrientes, la ubican como propicia de albergar asentamientos humanos prehispánicos muy semejantes a los que describe Angelo (33) para los valles de la región de Tupiza.

El análisis del material cerámico colectado en superficie sugiere que el asentamiento fue primeramente ocupado durante el Formativo Tardío (100 a 500 d.C.), y continuado entre el 400 y 1200 d.C., por poblaciones contemporáneas o vinculadas con la entidad política Tiwanaku, cuyo centro principal se ubicó en las cercanías de la cuenca sur del Lago Titicaca (Figura 17).

Restos de estructuras habitacionales de forma cuadrangular con basamento de cantos rodados, fueron identificados en superficie junto con una cantidad extraordinaria de implementos agrícolas, principalmente azadas, chaquitajllas o taquisas, alisadores, raspadores, perforadores, puntas de proyectil y cortadores, la mayor parte elaborada a base de piedras pizarra, limolita y andesita (Figuras 18 y 19).

Junto a las estructuras habitacionales fueron encontrados varios enterramientos directos y en cista, conteniendo restos óseos que aun poseían vestigios de los collares y adornos con los que fueron enterrados, la mayoría elaborados con cuentas de jaspe y lapislázuli.



Figura 17. Fragmento de base de tinaja con impronta de cestería.



Figura 18. Fragmento de un mortero lítico.

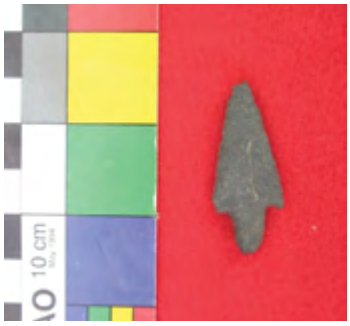


Figura 19. Punta de proyectil lítica.

La escasa presencia de material correspondiente a fases posteriores a la presencia Tiwanaku en la región, podría deberse a un eventual abandono o cambio de uso del sitio.

Por la cantidad y diversidad de material lítico para la agricultura y el trabajo hogareño encontrado en el asentamiento de Chullpani, es posible pensar que este fue un centro productivo que manejó la explotación agrícola de gran parte de la cuenca durante el periodo Tiwanaku (34).

3.3.4. Pampahasi:

Las evidencias arqueológicas recopiladas en las postrimerías del siglo XX y comienzos del siglo XXI, permiten señalar que el área de Pampahasi albergó diferentes ocupaciones humanas durante un período de tiempo que alcanza casi los 2000 años.

Desde los primeros trabajos arqueológicos desarrollados por Maks Portugal y colaboradores (35, 36), en el barrio de Villa Salomé y la denominada "Ciudad del Niño" (Figura 20), hasta las últimas investigaciones llevadas a cabo en la Estación Terrena Tiwanaku de ENTEL (37, 38) y las áreas vecinas (39), mucho ha cambiado el panorama prehispánico que los primeros investigadores bosquejaran del lugar.

La secuencia ocupacional nos habla inicialmente de la existencia de uno de los yacimientos más tempranos registrados en valle de La Paz (1600 a.C.). El mismo corresponde a un asentamiento temporal de cazadores recolectores, caracterizado por el hallazgo de puntas de proyectil, restos de cérvidos (taruka) e instrumental lítico para corte y descarne, que fueron encontrados en los estratos culturales más antiguos de la Estación terrena Tiwanaku por Arellano y Reguerín (38).

Lamentablemente la importancia de este hallazgo se ve eclipsada por la inexistencia de fechados absolutos para el sitio, motivo por el cual aún se mantiene en reserva su antigüedad.

Posteriormente el registro arqueológico permite identificar la presencia de asentamientos formativos (1000-100 a.C.) en las mesetas próximas al río Irpavi; identificados principalmente gracias al hallazgo de material cerámico en las laderas de Villa Salomé.

A partir del mismo es posible inferir que se asentaron en el lugar unidades domésticas dedicadas a las prácticas hortícolas y a la domesticación y crianza de camélidos, tal y como ocurrió en otras zonas del valle (Kellumani y Villa Fátima) y el altiplano circumlacustre.

Durante la ocupación Tiwanacota (800-1100 d.C.) del área, Pampahasi habría sufrido diversas transformaciones a raíz de la implementación de una serie de terrazas agrícolas (visibles aún en Chinchaya y las áreas próximas a Chicani) que les permitían acceder a nuevas áreas de siembra en ladera, posibilitando también el control de la erosión eólica y pluvial.

Asociadas a estas, se encontraban diversos caminos formales empedrados (con canales de desagüe y graderías) que conectaban la zona con las diferentes cuencas del valle (Achumani y Chasquipampa entre otras), y a estas



Figura 20. Imagen satelital de la zona de Pampahasi con referencias de ubicación de los barrios prospectados arqueológicamente.

con el altiplano y los yungas, tornando inclusive más accesibles las inmensas áreas de pastoreo y caza presentes en las altiplanicies de Huallatanipampa y la Cumbre.

De acuerdo a los hallazgos arqueológicos (Figura 23), el área central del asentamiento residencial tiwanacota de Pampahasi, se encontraba emplazado en la meseta de la Estación terrena Tiwanaku extendiéndose hasta la ladera suroeste del barrio de Villa Salomé Bajo (en los predios de la denominada Ciudad del Niño).

3.3.5. Hampaturi (Cuenca alta del río Qallapa - Irpavi):



Figura 21. Petroglifo de la zona de Hampaturi.

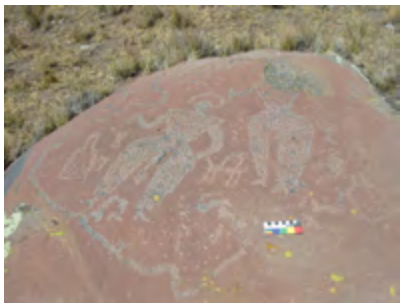


Figura 22. Petroglifo republicano con figuras de bailarines.



Figura 23. Petroglifo describiendo una escena de caballería.

Diversos trabajos de reconocimiento y prospección arqueológica realizados en Hampaturi (39, 40, 41), arrojaron como resultado la identificación de diversas evidencias culturales prehispánicas, que en conjunto atestiguan la gran importancia que esta cuenca poseía como reservorio hídrico, agrícola y pastoril; constituyéndose también en significativa área de tránsito e interconexión entre el valle alto de La Paz, el próximo altiplano y los yungas del norte y del sur.

La presencia de un monumental complejo agrícola compuesto por una serie de terrazas de cultivo, canales de drenaje e irrigación, muros de contención, áreas de almacenamiento y caminos empedrados secundarios (que relacionan diversas áreas de producción y almacenamiento), patentizan no sólo la intensiva y extensiva ocupación a la que fue sometida la región, sino también la dinámica modificación antrópica que modeló el paisaje que actualmente contemplamos.

El registro arqueológico sugiere que el área fue ocupada inicialmente por poblaciones Tiwanaku, las cuales habrían modificado las laderas de los cerros para instalar una serie de terrazas agrícolas y diversos caminos que permitían el acceso a las mismas, desde los asentamientos residenciales instalados en Callapa, Chicani y Pampahasi.

Posteriormente se habrían asentado en la región diversas entidades políticas regionales (Pacajes y Lupacas), cuyas torres funerarias aún es posible observar en las zonas de Callapa y Chicani. Estos grupos habrían mantenido las áreas agrícolas pre-existentes, desarrollando una serie de senderos troperos y ampliando el uso de áreas de bofedal para el pastoreo de camélidos.

Asociado a estas áreas, se encuentra un conjunto de paneles rupestres (Huallatanipampa), grabados en pizarra y arenisca (Figuras 21 a 23). Estos petroglifos presentan diversos motivos geométricos (líneas en zigzag, círculos, cruces, entre otros), zoomorfos (camélidos fundamentalmente) y antropomorfos; constituyendo un sutil demarcador de área para las zonas de bofedal y los senderos de acceso a estas. Una práctica muy común que se mantuvo y rearticuló con algunos matices durante el período incaico y colonial, siendo reutilizada y modificada durante las guerrillas independentistas para señalar las áreas de paso “libre” y protegido entre el valle alto, las cuencas del sur y los yungas (a este período corresponden las superposiciones de escenas de lucha o conjuntos humanos a caballo armados con rifles, sobre escenas de pastoreo prehispánicas).

Con la llegada del contingente incaico a la región, la escala de la producción agrícola se amplió exponencialmente con el tendido de terrazas agrícolas hasta conformar inmensos complejos asociados a áreas de almacenamiento en silos, ubicados tanto en áreas de ladera (Lorokhota) como en áreas próximas a lechos de río (Palcoma y Chicani).

Paralelamente, ensancharían los caminos principales que confluían hacia los yungas (Choro, Takesi, etc.), multiplicando las vías secundarias que interconectaban las áreas agrícolas y de pastoreo.

3.3.6. Chullpaloma – Cohoni (Palca):

La región de Cohoni ubicada en las faldas del nevado Illimani, perteneciente al municipio de Palca, fue inicialmente identificada por Max Portugal como una zona de intensa actividad de transito en época prehispánica, debido a la numerosa cantidad de caminos que



Figura 24. Vista panorámica de los sitios Calvario Chico y Pukar Pata.



Figura 25. Estructuras habitacionales en Chullpa Loma.



Figura 26. Vista panorámica del sitio de Chullpa Loma.

confluían en la región y la extraordinaria transformación que tiene su paisaje como efecto de la acción de las culturas prehispánicas que la habitaron. Los primeros registros de sitios arqueológicos en la región comprende la presencia de cuatro asentamientos de gran tamaño y complejidad: Inka Marca, Tanari, Chullpa Loma y El Calvario (Figura 24), la mayoría con presencia de ocupaciones Tiwanaku. Fernández indica que Cohoni fue parte de un asentamiento Tiwanaku tipo diáspora (42) o colonia estructurada bajo un régimen jerárquico instituido desde la tierra de origen, con la cual mantuvieron un lazo o vínculo político, social y cultural estrecho. Más tarde, con la ocupación Inca y la instalación de centros administrativos (probablemente en Huni o en Palca), el potencial agrícola de la región fue intensamente explotado en base a una nueva reorganización del paisaje con mayor infraestructura agrícola, hidráulica y de caminos.

Uno de los sitios más importantes y de mayor tamaño de la región es Chullpa Loma, que se ubica al sur de la comunidad de Tanin Pata emplazado en un cerro empinado del cual toma su nombre, el cual es actualmente parte del límite con la comunidad de Pucaya.

Chullpa Loma (Figuras 25 y 26) es un sitio residencial, funerario, ligado a infraestructura agrícola e hidráulica, vías camineras prehispánicas y arquitectura pública ritual o religiosa de aproximadamente 11,6 ha.

Según Villanueva (43), la ocupación Tiwanaku en Cohoni se habría dado en su fase terminal y muy enlazada con las primeras ocupaciones Pacajes en la región, periodo en el cual las poblaciones locales desmembradas del enorme poder político de Tiwanaku en la región, mantuvieron su identidad de referencia otorgada por la tierra núcleo, aún con la entidad política en proceso de descomposición.

3.3.7. Kollana (Mecapaca):

El denominado pueblo indígena de Kollana se encuentra emplazado en la parte alta del cantón Mecapaca. Constituye un amplio valle cerrado depositado en uno de los contrafuertes del nevado Illimani.

Vecino de la importante área arqueológica de Cohoni; Kollana alberga una serie de terrazas de cultivo prehispánicas que se extienden desde la comunidadde Cupi Cupini hasta Santiago de Collana y la Estancia Jayacani.

Los recientes trabajos arqueológicos realizados en la región, permitieron identificar la presencia de material cerámico de filiación tiwanacota, incaica, colonial y de valles mesotermos. Debido a su estratégica ubicación, esta región alberga una red de extensos caminos prehispánicos, que en algunos de sus segmentos conecta la región baja del río La Paz con Huaricana y Santiago de Kollana, hasta desembocar en las áreas terraceadas de las laderas de Cohoni (Figuras 27 y 28).



Figura 27. Camino prehispánico que liga Kollana con el oeste.



Figura 28. Camino prehispánico empedrado que atraviesa Kollana.



Figura 29. Petroglifo de Achocalla.



Figura 30. Torres funerarias de adobe de Uypaca.



Figura 31. Torres funerarias de Kaque Marka.

3.3.8. Achocalla:

Achocalla es un valle alto que alberga uno de los sistemas de asentamientos prehispánicos más extenso y mejor conservado en la cuenca del río La Paz. Si bien fue visitado por numerosos investigadores en la primera mitad del siglo XX, no fue hasta la década de 1980 que se emprendieron estudios arqueológicos más sistemáticos y con una orientación regional, entre ellos se cuentan Max Portugal Ortiz, que en 1987 lideró una pequeña prospección en la zonas de Kañuma y Uypaca, donde además de registrar las torres funerarias, identificó la presencia de un asentamiento Tiwanaku de gran tamaño.

Casi de manera paralela, estudios universitarios dirigidos por la arqueóloga mexicana María Heredia, documentaron sitios de arte rupestre, estudios y registros que fueron continuados por Mathias Strecker (50) de la Sociedad de Investigación de Arte Rupestre de Bolivia (SIARB) (Figura 29). Sin embargo, el mayor aporte efectuado a la investigación arqueológica de este valle fue liderado por el arqueólogo Marcos Michel que dirigió campañas de prospección por cobertura total y reconocimientos asistemáticos en la parte media y más poblada del valle (3600 a 3900 m s.n.m), sobre un total de 67 km2, entre los años 1998 y 2000, producto de este trabajo, se documentaron 41 sitios entre asentamientos y eventos aislados de distintos periodos prehispánicos (45, 46, 29).

Las únicas excavaciones sistemáticas en la región fueron efectuadas por el arqueólogo José Luis Paz (47) de la Universidad Mayor de San Andrés en el sitio Tiwanaku denominado Ach-10, en un sector amenazado por el acelerado proceso de urbanización local.

Como resultado de estas investigaciones se ha establecido una secuencia de ocupación que indica que la subcuenca de Achocalla fue habitada inicialmente por grupos agroalfareros del periodo Formativo Medio, entre el 800 al 100 a.C. Estas poblaciones parecen haberse multiplicado e interactuado con otras regiones, para llegar a organizarse en núcleos de mucho mayor tamaño y mayor presencia y articulación política, que es lo que se observa durante la fase local del Formativo Tardío, cuya producción cerámica resulta muy similar a la estudiada en la cuenca del Lago Titicaca. Hasta la fecha 5 asentamientos de significativo tamaño (mayor a 1/2 hectárea) presentan este componente.

Achocalla tuvo sus mayores cambios productivos y de paisaje durante la presencia de población Tiwanaku, que ocupó preferentemente zonas de asentamiento que estuvieron pobladas durante el Formativo Tardío, sugiriendo una continuidad en la ocupación (46, 48). Michel ha sugerido la existencia de una jerarquía en el patrón de asentamientos, tanto por el tamaño como por la calidad y cantidad del material cerámico encontrado en estos sitios, los cuales son mayoritariamente decorados, de alta calidad y muchos de función ritual.

Hasta la fecha se han identificado 46 sitios que exhiben material cerámico con estilos cerámicos que corresponden a poblaciones altiplánicas Pacajes que dominan la parte sur del altiplano central. No obstante, en zonas donde este estilo está relacionado con rasgos de la ocupación inca, también se puede identificar material significativamente similar al denominado Altiplano (propio de la región noroeste del Lago Titicaca) y fragmentos con decoración modelada e incisa muy popular en los asentamientos yungueños y de tierras bajas.

El sitio más importante para esta fase está en la localidad de Uypaca y comprende un conjunto de torres funerarias que corresponden a tres diferentes etapas de asentamiento, estando en mejor condición las que corresponden al momento en el que el valle de La Paz estuvo bajo la dominación del incario, tal como se observa en la figuras 30. Otro importante conjunto de torres funerarias (Figura 31), se hallan en la zona denominada Kaque Marka, emplazado en la parte alta del valle de Achocalla, que pertenece desde hace poco a la jurisdicción del municipio de El Alto. Este conjunto de torres funerarias fue restaurado en 2010 por Roberto Hidalgo.

3.4. Explotación minera:

Las fuentes coloniales, otorgan una gran importancia al valle paceño, no sólo como frontera interétnica y en-

clave extra-territorial, sino también como repositorio de fructíferos yacimientos auríferos (tanto en depósitos aluviales como en vetas). Este hecho, sumado a una serie de factores (clima; puerta de acceso a las áreas yungueñas productoras de coca; eje articulador con el altiplano, los valles orientales y los valles interandinos), habría determinado el "traslado" de la ciudad española de Nuestra Señora de La Paz al valle de Chuquiabo.

Según Thierry Saignes (49, 50), la hoyada de La Paz o Chuquiago constituía en 1533, un importante valle dedicado a las labores mineras, tanto en socavones profundos como en pozos abiertos. Los primeros fueron explotados por los incas y los segundos por mitimaes pertenecientes a distintos señoríos como los Lupaca y los Pacajes.

Durante la ocupación incaica de la región, las minas de los valles de La Paz y Achocalla pasaron a dependencia directa del Cuzco, siendo fuertemente vigiladas por los "mayordomos" del gobernador inca.

La explotación minera de la región se realizaba de dos maneras: mediante la excavación de socavones profundos en las laderas, y a manera de pozos (huecos) practicados en superficie. La primera constituía vetas de cerro que eran explotadas por el inca, escarbando la tierra a modo de "cuevas" mediante el empleo de cuernos de ciervo; la tierra resultante era trasladada en sacos de pieles hasta las orillas de los ríos para lavarla sobre lozas (18).

La segunda era empleada por los mitimaes del Collao y Lupacas que construían lavaderos en los márgenes del río. Sin embargo, debido a la intensa explotación de la que fueron objeto las minas auríferas del valle, fueron prácticamente agotadas poco antes de la fundación de la ciudad española (50).

4. Población, diversidad étnica y economía local

La importancia multicultural del valle de La Paz y los valles vecinos, se remonta hasta épocas precolombinas en las que, según la evidencia arqueológica existieron diferentes asentamientos multiétnicos provenientes de diversas zonas ecológicas (altiplano, amazonía, valles, entre otras) (14, 18, 24, 25, 26, 27, 51, 52).

Ya en el siglo XIII los valles de La Paz y Achocalla (al igual que los Yungas de Zongo), habían pasado a formar parte del Señorío Aymara Pacajes. Sin embargo, la posterior incursión y reorganización incaica en la región, determinaría la intromisión de un fuerte componente multiétnico, gracias al traslado de mitimaes provenientes de diversas regiones.

De esta manera, se registra la presencia de mitimaes Chinchaysuyos (norte peruano), Lupacas (área circumlacustre), Pacajes (sur del lago Titicaca), Canas (norte del lago Titicaca), Canches (Cuzco), Cañaris (Cañar-Ecuador) y pobladores originarios de áreas próximas al valle (Pucarani y Viacha).

Este amplio contingente étnico instalado durante el incario, tanto en el valle de Chuquiabo como en los Yungas, no sólo constituía una planificada estrategia para controlar la zona aquejada por diversos conflictos jurisdiccionales entre grupos Omasuyos, Pacajes, Quiruas y Yungas; sino también para intensificar el aprovechamiento agrícola y pastoril del valle y cuencas vecinas.

Con este fin, fueron reutilizadas y ampliadas extensas redes de terrazas agrícolas, instaladas en cuencas próximas a los Yungas del norte y del sur (Hampaturi, Chuquiaguillo, Callapa, Chicani, Apaña y Palca) y áreas de acceso a los valles interandinos (Cohoni, Collana, Sahapaqui).

La estratégica ubicación de la hondonada de Chuquiabo, entre Altiplano, Yungas y valles permitía a su vez, el control del movimiento económico que circulaba por este corredor (ratificado por la presencia de diversas redes de caminos prehispánicos formales y secundarios), no sólo de productos agrícolas y minerales del lugar, sino también de aquellos traídos desde los valles del sur, los Yungas, el Cuzco y los valles costeros de Arica y Moquegua.

El desplazamiento de mitimaes a la región, obedecía tanto a la necesidad de controlar el eje tradicional de abastecimiento de hoja de coca[7]; como a la necesidad de vigilar las actividades de extracción aurífera por parte de los grupos locales que permanecían en el valle; asegurándose así un máximo aprovechamiento de las labores mineras [8] en vetas (cuya explotación estaba reservada a los incas) y el control de la explotación de los ríos que realizaban las etnias locales y los propios mitimaes.

7 El valle de Chuquiabo se encuentra preferencialmente ubicado en el acceso de la "ruta de la coca" hacia los Yungas Chapi, a los cuales está conectado por el importante camino incaico del Takesi.

Precisamente, el consumo y abastecimiento de hoja de coca estaba destinado de manera particular a la población incaica, ya que suponía un bien de importancia ritual, lo que la convertía en un producto de valor suntuario, y por lo tanto altamente restringido y de uso exclusivo.

Posteriormente, durante la colonia, la coca se convertiría en el principal producto de exportación de los valles paceños, debido fundamentalmente a la alta demanda por parte de los centros mineros.

De esta manera, la producción de coca en los Yungas alcanzaría tal grado de especialización que para 1700 la región se constituiría en la mayor productora y distribuidora de coca para Potosí y Oruro, desplazando inclusive al Cuzco.

8 Destinaban en estas faenas a grupos especializados en tareas de explotación de minerales, tal es el caso de los Canches o Canchis "provechosos para trabajo, especialmente para sacar metales de plata y de oro…" (56).

Ecosistemas acuáticos del valle de La Paz

Rubén Marín[1], Roberto Apaza[1], Karina Gonzales[1], Jorge Molina-Rodríguez[1], Ana Julia Flores[1], Angela Montecinos[1] & Julio Pinto[1]

[1]Unidad de Limnología, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés.

1. Introducción

Los ecosistemas acuáticos albergan comunidades biológicas que tienen como base a las algas (productores primarios) que pueden estar flotando en la columna del agua (fitoplancton), o pegados al sustrato de las plantas o piedras. Los consumidores primarios (zooplancton) se alimentan del fitoplancton o materia orgánica y están representados por comunidades de microinvertebrados que a su vez son consumidos por macroinvertebrados, peces y aves (1).

Las características físicas del medio y los parámetros físico-químicos del agua pueden definir las comunidades que habitan en los cuerpos de agua, es así que pueden diferenciarse en comunidades de ríos y de lagos o lagunas y de bofedales (Fig. 1).

En el valle de La Paz los ríos nacen en la Cordillera Oriental, como por ejemplo en el Chacaltaya, Charquini, Mururata y el lllimani. La mayoría de los ríos que ingresan al valle de La Paz, sufren cambios en su naturaleza por represamientos, rectificación (canalización y embovedado) y como colectores de descargas domésticas urbanas a lo largo de toda la hoyada. Definiéndose así la morfología, estructura y función de los ecosistemas de aguas corrientes (2).

En la parte oeste, se originan 352 arroyos temporales en la ceja altiplánica y serranías (<4000 m), cuyas aguas tienen una fuerte dependencia de la estacionalidad climática de la región. Esto significa que, en época seca carecen de un caudal permanente y en época húmeda su caudal es torrentoso y altamente erosivo.

La mayoría de las lagunas, han sido modificadas para incrementar el volumen del agua embalsada a través de represas (p.e. Incachaca, Hampaturi, Ajuan Khota, Estrellani y Serkhe). Esto con el fin de abastecer de agua a la ciudad de La Paz y otras con fines recreativos como la laguna de Achocalla.

Tanto los bofedales, lagunas y ríos, juegan un rol importante a nivel paisaje y en la regulación del balance hídrico del valle de La Paz. Son ecosistemas particulares de alta diversidad biológica donde habitan organismos endémicos que caracterizan a la región, especialmente en la parte alta mayor a 4000 m (3).

Otros problemas que afrontan los ecosistemas acuáticos del valle de La Paz, están referidos a la extracción de áridos a una escala industrial, drenado de humedales, vertido de contaminantes en zonas urbanas, y la explotación de la turba en bofedales. La disminución de estos impactos requerirá un enfoque integral con los actores locales.



Figura 1.- Ecosistemas acuáticos del valle de La Paz. Pampalarama cabecera del Río Choqueyapu.

Solamente en las cabeceras de los ríos la fauna bentónica (organismos fácilmente visibles como las larvas de insectos y no insectos) es diversa debido a las condiciones de hábitat y el medio físico-químico estable. Otros ríos como el Achumani y el Huayna Jahuira (de origen en serranías) tienen baja diversidad bentónica debido a que el lecho es muy inestable por la cantidad de material fino erosionable en la época de lluvias.

2. Ríos del valle de La Paz

2.1. Características generales de los ríos:

Los ríos del valle de La Paz, son ecosistemas complejos, especialmente por su naturaleza geológica, tanto los que se originan en la cordillera (roca sedimentaria del pleistoceno) como los que se originan en las serranías (depósitos aluviales del cuaternario), los cuales definen su comportamiento y funcionamiento (4). Es decir que la organización física transversal (ancho) y longitudinal (lar- go) de los ríos, además de la variación de la pendiente, el caudal y el sustrato determinan el hábitat para la biota (4) (Fig. 2). La variación climática estacional (época seca y húmeda) tienen una importancia regional que explican las diferencias en el funcio-namiento natural de los ríos.

El río Choqueyapu, nace en los glaciares Charquini y Wilamanquilisani (Fig. 3A); a nivel de la Cumbre la laguna Estrellani inicia cursos de agua que confluyen en la represa Incachaca (cabeceras del Río Orkho Jahuira, Fig. 3B); glaciares de la Cordillera Murillo en Hampaturi originan el río Irpavi; al este del valle los glaciares del Mururata y el lllimani originan el río Palca.

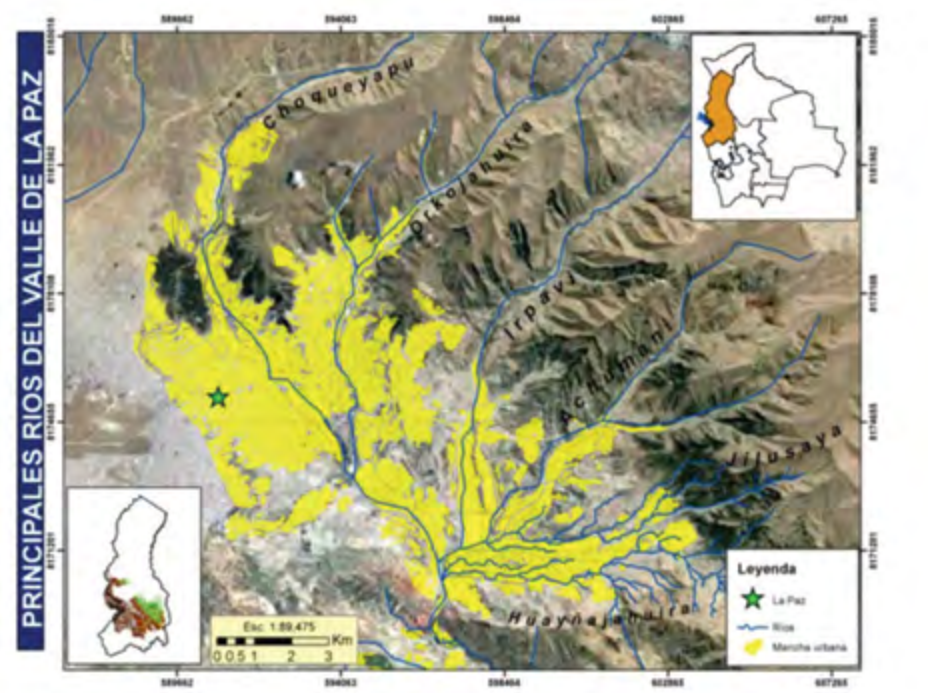


Figura 2.- Principales ríos del valle de La Paz (excluyendo el valle de Palca).

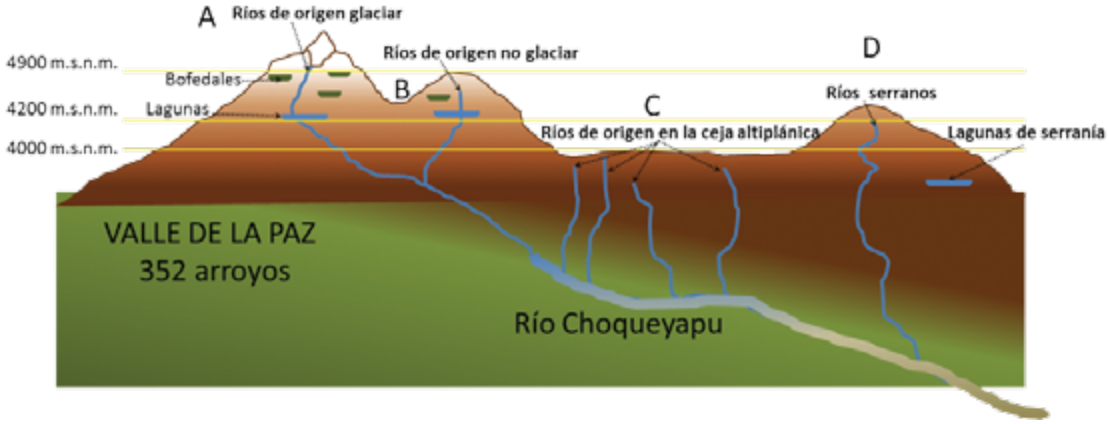


Figura 3.- Tipos de ríos del valle de La Paz. A) Ríos de Origen Glaciar; B) Ríos de origen no glaciar en la Cordillera Oriental; C) Ríos de origen en la ceja altiplánica al oeste de la cuenca y D) Ríos que se originan en las serranías.

En las cabeceras, los ríos tienen de uno a tres metros de ancho, una elevada pendiente, y temperaturas bajas y de baja productividad (5). Río Abajo de las nacientes paulatinamente las condiciones de temperatura y pendiente mejoran, el hábitat físico es más estable (2, 6) (Fig. 4A).

Otros ríos son temporales (estacionalidad climática) como los de la ceja altiplánica (río Achocalla) (Fig. 3C) y de serranías como los ríos Achumani, Jillusaya y Huayna Jahuira (Fig. 3D). Estos ríos son inestables en la época húmeda y secos en el estiaje y tienen un sustrato fino con gran cantidad de arena y su aporte en caudal en la época húmeda generan descargas torrentosas (Fig. 4B).

En general todos los ríos que se originan en las diferentes microcuencas del valle de La Paz confluyen al Río Choqueyapu, denominado así, hasta el puente Lipari, a partir de este puente, el curso de agua corriente recibe la denominación de Río La Paz. Donde el lecho se ensancha a más de 200 metros, tiene un gran caudal, un sustrato altamente inestable y móvil (Fig. 3).



Figura 4. Ríos del valle de La Paz. A la Izquierda Arroyo de origen glaciar en la cabecera del río Irpavi y a la derecha arroyo de origen en serranías o ceja altiplánica - Jillusaya en época húmeda.

2.2. Colecta de organismos bentónicos en los ríos:

La fauna de los ríos principalmente, contempla a los macroinvertebrados (larvas de insectos y no insectos) que viven en el fondo de los ríos (7) y son capaces de dar una gran cantidad de información sobre el estado de conservación de los mismos (8). Con el fin de determinar la diversidad y abundancia de estos macroinvertebrados en estos ecosistemas, se utilizan redes especiales con una apertura de malla de 0,250 mm y un área de colecta de 0,1 m^2 (Fig. 5).



Figura 5. Muestreo cuantitativo, utilizando: A) la red surber (0,1 m2.; 0,25 mm) y B) la red de mano (D-frame net, 0,25 mm

2.3. Descripción de comunidades bentónicas de los ríos:

En la figura 6, la diversidad de macroinvertebrados está representada en tortas porcentajes que representan la abundancia de organismos a lo largo del río, desde la cabecera "A", debajo de las cabeceras "B", en los ríos de serranía "C" y los que atraviesan la ciudad "D". En el primer caso 6A (nacientes del río Choqueyapu, Hampaturi y Palca) la diversidad de la fauna bentónica están estructuradas principalmente por algunos dípteros como el género *Podonomus* (Podonominae-Chironomidae), esto debido a las condiciones extremas generadas por las bajas temperaturas que tienden a congelar las aguas en la época de invierno y baja productividad (6) (Figura 6A). Por debajo de las nacientes (Choqueyapu, Orkho Jahuira, Irpavi y Palca) en sectores de río no intervenidos, la diversidad se incrementa, especialmente los géneros *Andesiops* (Baetidae-Ephemeroptera), *Massartellopsis* (Leptophlebiidae-Ephemeroptera), *Claudioperla* (Gripopterygidae-Plecoptera), *Cailloma rubemarini* (10) (Hydrobiosidae-Trichoptera) y *Antarctoecia* (Limnephilidae-Trichoptera) (Fig. 6B) (3, 6,11).

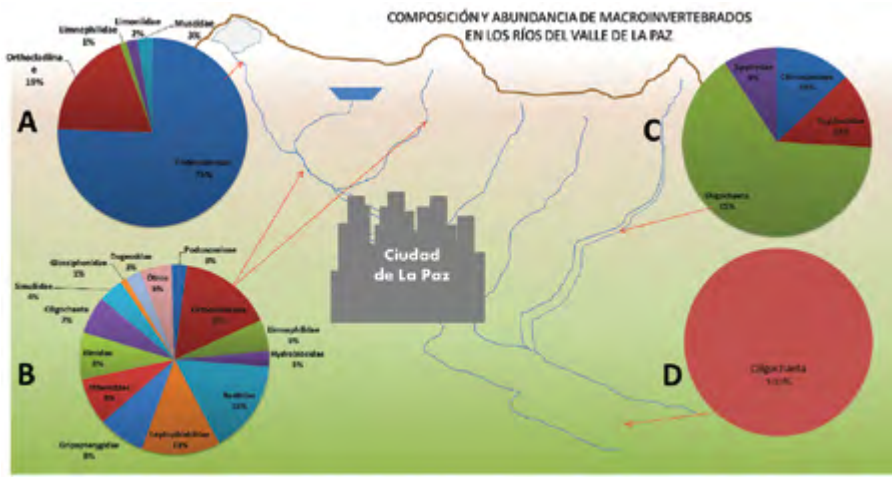


Figura 6.- Composición y abundancia de macroinvertebrados en los ríos del valle de La Paz. A) En nacientes glaciares, B) en la parte media o nacientes no glaciares, C) en ríos de serranías y D) por debajo de la Ciudad de La Paz.

Estas comunidades son muy equilibradas poblacionalmente (Fig. 4A), también son característicos de aguas frías y bien oxigenadas (organismos oxibiontes). Algo muy importante que comentar es que estas especies son muy sensibles a los cambios en la estructura del hábitat y las condiciones físico-químicas del agua, haciéndolos buenos indicadores de la calidad de los ecosistemas (12).

Río Abajo, cuando los cursos de agua atraviesan la ciudad (Fig. 6D), las actividades antropogénicas como la extracción de áridos, vertidos de contaminantes industriales y aguas servidas, reducen drásticamente la calidad ecosistémica y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos. De los ríos: Choqueyapu, Orkho Jahuira e Irpavi, actualmente este último es el menos contaminado. Los que se originan en las serranías (Fig. 6C), presentan baja diversidad bentónica, conformada por larvas de dípteros (Psychodidae, Chironominae), más abajo solo se encuentran lombrices (Oligochaeta) (Fig. 6D)

3. Lagunas del valle de La Paz

3.1. Características generales de las lagunas:

Las lagunas de glaciar del valle de La Paz, generalmente están represadas y tienen baja productividad, (Incachaca, Hampaturi, Ajuan Khota y Serkhe). En cambio las lagunas en las serranías como Uni en la zona de Apaña (alto Ovejuyo) y Achocalla, son poco profundas y más productivas. (Fig. 7, A y B).

En general la morfoestructura de los lagos de glaciar y represas, presentan orillas abruptas, aspecto que genera una zona litoral poco desarrollada (Fig. 8a). En cambio las lagunas en las serranías presentan zonas litorales bien definidas de poca profundidad (13).

En la distribución de plantas acuáticas de acuerdo al gradiente de profundidad se puede reconocer tres zonas. La primera está conformada por las macrófitas que se encuentran enraizadas con hojas totalmente emergentes, a veces sobre tallos que salen verticalmente del agua que reciben la denominación de helófitas (Por ej. Totora), segundo, las macrófitas enraizadas con hojas que no emergen de la superficie del agua, a estas se las denomina anfífitas como *Hydrocotile ranunculoides* y tercero, las macróficas enraizadas en el sedimento del fondo con hojas enteramente sumergidas reciben la denominación de limnófitas (Ejemplo: *Chara*, *Isoetes* y *Myriophyllum*).

Otras macrófitas no enraizadas, se encuentran distribuidas aprovechando la tensión superficial del agua (interface agua-aire) como la *Lemna* (lenteja del agua) y la *Azolla* que reciben la denominación de pleuston (1) (Fig. 8b).



Figura 7.- Lagunas del valle de La Paz: A la izquierda la Laguna Serkhe con características oligotróficas en la Cordillera Murillo y a la derecha la Laguna Uni con características eutróficas en las serranías del valle de las Ánimas.

Los organismos acuáticos algas, microcrustáceos, macroinvertebrados y peces tienen una distribución que dependen de sus requerimientos alimenticios y de hábitat. Por ejemplo el zooplancton son organismos que se encuentran en la columna del agua de forma libre y se alimentan del fitoplancton, estos últimos son organismos unicelulares y filamentosos (p.e. *Anabaena*, *Fragilaria*) que convierten la energía solar en energía química a través de la fotosíntesis. Los macroinvertebrados habitan las zonas de fondo de los lagos empezando desde la zona litoral hasta las zonas más profundas, donde se pueden diferen- ciar tipos de hábitats de un sustrato rocoso o entre la vegetación. Los peces constituyen el necton (organismos con capacidad de desplazamiento) (Fig. 8c).

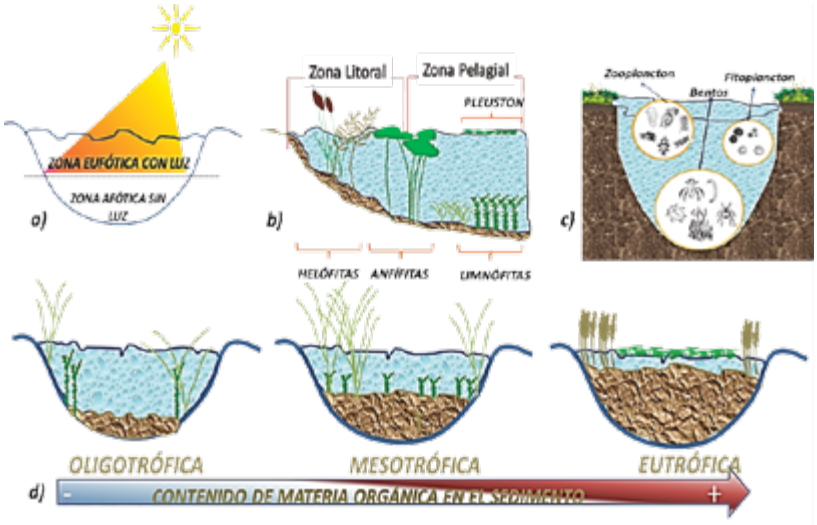


Figura 8.- Características de las lagunas, a) Zonificación por la penetrabilidad de la luz, b) Zonación por la vegetación, c) Zonificación por el plancton y bentos de los lagos y d) Clasificación por el contenido de la materia orgánica.

3.2. Colecta de organismos en los lagos:

Diversas metodologías son utilizadas para determinar las características bióticas de los ecosistemas leníticos, por ejemplo, para obtener muestras de zooplancton, se utilizan redes de arrastre de 0,05 mm de apertura de malla para colectas cualitativas (Fig. 9C); para investigación científica los muestreos deben ser cuantitativos y es necesario el método de la caja Schindler Patalas, es un equipo que permite tomar muestras a cualquier profundidad con un volumen determinado, la muestra obtenida es filtrada por una red de 0,05 mm (Fig. 10B).

Los organismos bentónicos pueden colectarse de dos formas, en zonas litorales se emplea una red de mano (D-frame net) de 0,25 mm de apertura de malla (Fig. 9B). En zonas profundas es necesario utilizar la draga tipo

Eckman (15 x 15 cm) que colecta el sedimento (Fig. 9A). Para el muestreo de macrófitas (plantas acuáticas) se utilizan diferentes metodologías dependiendo de la pendiente de la zona litoral, por ejemplo: en las zonas de baja profundidad donde existen las helófitas, se utilizan cuadrantes (1 m^2) a lo largo de transectos representativos de la laguna y para zonas más profundas se utilizan dragas tipo Eckman (Fig. 10A). El material colectado es transportado en hojas gruesas de cartulina sumergidas en un poco de agua para que las plantas no pierdan su forma y para su posterior herborización e identificación taxonómica.



Figura 9.- Secuencia de muestreo cualitativo de plancton en la parte baja de los lagos

3.3. Descripción de las comunidades:

En general el zooplancton (organismos microscópicos) re- gistrado en los cuerpos de agua del valle de La Paz está representado por microcrustáceos como: Boeckella y Me- tacyclops, en diferentes estadios: adulto, juvenil y larval. Entre los cladóceros (pulgas de agua) podemos nombrar a *Daphnia* y *Simocephalus*, y otros organismos como los rotíferos *Keratella quadrata* (Brachionidae), *Filinia longiceta* (Filinidae) y *Hexarthra* (Hexarthridae) sp. (Anexo 1). Las familias Chydoridae, Bosminidae y Macrothricidae son eminentemente litorales caracterizados por su dieta y morfología (Anexo 1).



Figura 10.- Bofedales del valle de La Paz. Izquierda: Bofedales de Pampalarama en las nacientes del Choqueyapu, derecha: bofedal de Hampaturi en la subcuenca Serkhe, colecta de zooplancton (jarra graduada).

En relación a las comunidades bentónicas de las represas, se hallan restringidas a algunos grupos de taxa que normalmente habitan sustratos finos, entre ellos: gusanos (Oligochaeta) y larvas de dípteros (Chironomidae), en cambio, en lagunas con un litoral desarrollado es frecuente encontrar Dípteros de diferentes familias (Chironomidae, Ephydridae, Culicidae, Ceratopogonidae), Coleópteros (Dytiscidae, Hydrophilidae, Elmidae, Curculionidae), Hemípteros (Corixidae y Notonectidae), Odonatos (Aeshnidae y Coenagrionidae) entre otros (14) (Anexo 1).

En el caso de las macrófitas, entre las más frecuentes en las lagunas de la zona alta (>4200 m.s.n.m.), se encuentran: *Myriophyllum* que habita lagunas y ríos con aguas de corriente lenta; *Elodea* es una anfifita en lagunas naturales con zona litoral de hasta 15 cm y los *Isoetes* que tienen hábito limnófito en aguas profundas y transparentes. La totora *(Schoenoplectus californicus)* de hábito helófito crece en lagunas hasta los 4200 m de altitud, entre ellas la *Azolla* que es un helécho flotante que crece aglutinada o puede ser reemplazada por *Lemna, es* indicadora de eutrofización en los cuerpos de agua (16).

4. Bofedales altoandinos del valle de La Paz

4.1. Características generales de los bofedales:

Los bofedales son humedales trenzados, alimentados por aguas subterráneas y pequeños cursos de agua que se originan en los glaciares, entre una matriz compleja de vegetación en forma de cojines que crecen sobre una base de materia orgánica conocida como turba (Fig. 10). En estos cuerpos de agua se desarrollan diversas comunidades de organismos acuáticos (plancton, bentos, macrófitas, anfibios y peces) (17). Estos bofedales altoandinos se encuentran en las cabeceras de las subcuencas de: cojines que crecen sobre una base de materia orgánica conocida como turba (Fig. 10). En estos cuerpos de agua se desarrollan diversas comunidades de organismos acuáticos (plancton, bentos, macrófitas, anfibios y peces) (17). Estos bofedales altoandinos se encuentran en las cabeceras de las subcuencas de: Pinaya y Jalancha en el lllimani; Choquekhota y Takes Uma en Palca; la Cumbre y la Rinconada en Orkho Jahuira; Jacha Cajkho, Mikaya, Serkhe y Kolruni, en Hampaturi; Kaluyo, Chacaltaya y Pampalarama en la del Choqueyapu; es decir están asociados a la franja altoandina del valle sobre los 4200 m.

Los bofedales pueden tener diferente fisiología, como aquellos que se encuentran en los valles que son relictos de antiguos lagos glaciares, estos bofedales tienen bastante humedad puesto que drenan toda el agua de la cuenca.

4.2. Colecta de organismos en bofedales:

La red de mano modificada con una base raspadora (D-frame net) con 0,25 mm de apertura de malla, es utilizada para el muestreo de macroinvertebrados; colecta devolúmenes conocidos (probeta graduada) para el muestreo de plancton (13). Dependiendo del objetivo y la comunidad biológica que se evalúe, se debe realizar un muestreo, que mínimamente incluya todos los tipos de ambientes localizados en cada bofedal. Por ejemplo, muestrear cuerpos de agua corriente, remansos, y pozas con diferente tipo de vegetación acuática y tipos de sustrato.

4.3. Descripción de las comunidades:

En general la comunidad zooplanctónica es abundante, en especial los copépodos del género *Boeckella,* que se caracterizan por un intenso color rojo dado por pigmentos foto protectores, dentro del grupo de cladóceros el género *Chydorus* es abundante (17). En los bofedales de Hampaturi los macroinvertebrados bentónicos más frecuentes están representados por los dípteros - *Pseudosmittia* (Orthocladiinae-Chironomidae), las familias de las sanguijuelas (Glossiphoniidae-Hirudinea),los gusanos Dorylaimidae (Nematoda), Naididae (Oligochaeta-Annelida), y los anfípodos Hyalellidae (Amphipoda-Crustacea) (15).

Existe una gran diversidad de macrófitas en bofedales del valle de La Paz en base a la heterogeneidad de ambientes que permite la presencia de taxones que solo se registran como: *Stuckenia pectinata, Ceratophyllum demersum, Ranunculus unifloras* y *Lilaeopsis macloviana* sin embargo, la vegetación propia de los bofedales puede soportar cierta cantidad de humedad como *Oxychloe andina que* puede verse dentro de las pozas en la época húmeda. Otras macrófitas encontradas corresponden a *Elodea, Juncus, Cotula, Callitriche* e *Isoetes* (16).

5. Comunidades de macroinvertebrados por tipo de ecosistema

Existe una diferencia clara entre las comunidades de macroinvertebrados de ríos, lagos y bofedales. En los ríos la variación entre las comunidades de macroinvertebrados se debe a un amplio gradiente altitudinal en su dimensión longitudinal (río arriba-río abajo), dependiendo del ciclo hidrológico de la región. Por esta razón, la composición faunística es reofílica (organismos adaptados a cascadas y rápidos) conocidos como EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera). En cambio la fauna de macroinvertebrados característica de los bofedales son grupos de organismos adaptados a medios más lénticos (pozas y remansos) como los nematodos los géneros *Hyallela, Hellobdela* y *Pseudosmittia* (Fig. 11). Finalmente las comunidades de macroinvertebrados en lagunas de altura son abundantes y poco diversas. Por el contrario a dife-

rencia de lagunas glaciares, las de serranías son productivas (por ejemplo la laguna Achocalla, son más diversas y menos abundantes, donde resaltan taxones como *Aeshna, Ectemnostega* y *Leuronectes* (Fig. 11).

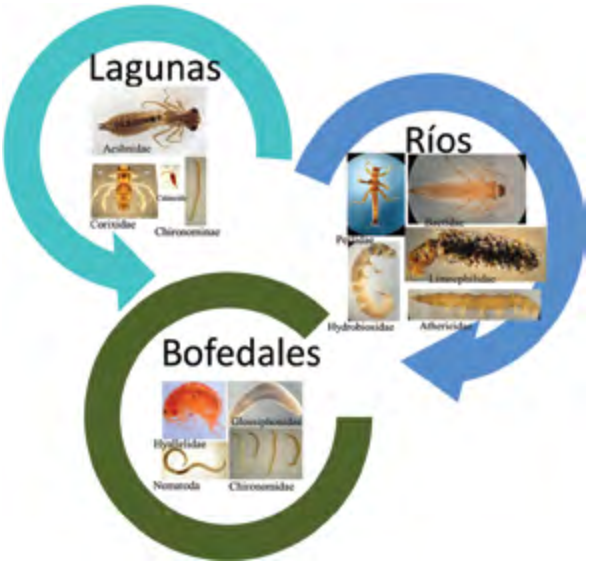


Figura 11.- Comunidades de macroinvertebrados que caracterizan a los diferentes cuerpos de agua.

6. Consideraciones finales

Sobre la magnitud del deterioro de los ecosistemas del valle de La Paz, los lagos y bofedales conservan una relativa calidad ambiental. Sin embargo, los cursos de agua corriente son los más afectados por el desarrollo creciente poblacional de La Paz, por ejemplo la Contraloría General del Estado Plurinacional, el 2013, ha publicado los resultados sobre la investigación de la "Contaminación Ambiental en la Cuenca del Río La Paz". Esta auditoría muestra el grado de contaminación del agua a través de evaluaciones fisicoquímicas y bacteriológicas. Sin embargo, actualmente en otros países la reglamentación sobre la calidad de las aguas tiene un enfoque integral al ecosistema acuático, esto implica: (i) monitorear la calidad química del agua (ii) el medio físico (las orillas de los ríos, el corredor vegetal, dentro el cauce de la naturaleza y la estabilidad del substrato, entre otras) que es muy importante para determinar el hábitat acuático y (iii) la calidad biológica que está referida a la diversidad de organismos (fauna bentónica, piscícola, algas epilíticas y macrófitas). El monitoreo de estos tres componentes del ecosistema nos orientará sobre el uso y conservación del medio (Fig. 12).



Figura 12.- Visión holística de la Calidad Ecológica de los cuerpos de agua.

Anexo 1. Macroinvertebrados representativos de los ambientes acuáticos del Valle de La Paz:


Aeshnidae (Insecta: Odonata)


Baetidae (Insecta: Ephemeroptera)


Gripopterygidae (Insecta: Plecoptera)


Ectemnostega (Insecta: Hemiptera)


Hyalellidae (Crustacea: Amphipoda)


Athericidae (Insecta: Diptera)

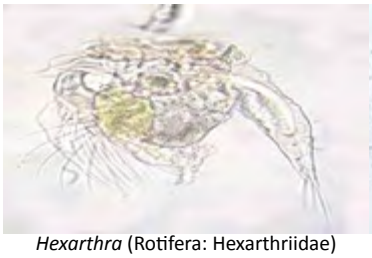

Glossiphoniidae (Annelida: Hirudinea)


Hydrobiosidae (Insecta: Trichoptera)


Chironomidae (Insecta: Diptera)


Oligochaeta (Annellida)

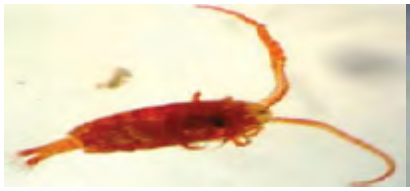
Anexo 2. Zooplancton representativos de lagos y lagunas del Valle de La Paz:


Hexarthra (Rotifera: Hexarthriidae)


Filinia (Rotifera: Filinidae)


Daphnia (Cladocera: Daphnidae)


Keratella (Rotifera: Brachionidae)


Boeckella (Copepoda: Centropagidae)


Metacyclops (Copepoda: Cyclopidae)


Bosmina (Cladocera: Bosminidae)


Larva Nauplii o Nauplio

Paisajes, eco-regiones y vegetación

Stephan G. Beck[1,3], Emilia García[1,3], L. Natali Thompson Baldiviezo[1], Rosa Isela Meneses[1,2], Freddy Zenteno[1], Ramiro P. López[1] & Alfredo Fuentes[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia; [2]Museo Nacional de Historia Natural, Bolivia; [3]Instituto de Ecología, UMSA.

1. Introducción

El valle de La Paz ha sido motivo de gran admiración a través del tiempo. Antiguos cronistas mencionaron que los incas tuvieron en gran estima al valle de Chuquiago[1] (1). Mientras que naturalistas se maravillaron al verla, mencionando que la quebrada de La Paz posiblemente era una de las más extraordinarias del mundo (2). ¿Cuáles serán los rasgos propios de este valle, que incluso se ha elegido a la hoyada de La Paz como una de las siete ciudades consideradas maravillas del mundo?

Para empezar, el valle de La Paz presenta una configuración de varios aspectos únicos. A simple vista se pueden apreciar sus marcados contrastes del paisaje, tal como D'Orbigny describió: *"…al borde de una vasta interrupción del terreno, una quebrada de profundidad inmensa…, una especie de canal formado por las aguas, cortado casi perpendicularmente del lado de la llanura…, presentando de todos lados, montañas desnudas, negruzcas, muy desgastadas, coronadas de cimas cubiertas de nieve. Esas montañas descienden poco a poco por salientes, hacia el fondo de la quebrada, donde, como en un abismo, la ciudad con sus jardines y su vegetación, contrasta de la manera más agradable. Si seguimos con la vista el curso tortuoso de la quebrada, se la ve profundizarse aún más, cubrirse más y más de vegetación y perderse en los rodeos sin número de las montañas, arriba de las cuales, como un gigante, se dibuja la masa imponente del Illimani…"* (2).

Si bien los contrastes del paisaje se aprecian con una mirada distante, hay una particularidad del valle de La Paz que, para percibirla, debemos aventurarnos entre sus montañas y sus valles profundos; y es que, en cortas distancias hay una gran variedad climática debido a sus pronunciados cambios de altitud. Así, la zona más baja se encuentra a 2200 m, y presenta valles secos y cálidos; mientras que las cumbres nevadas del Illimani sobrepasan los 6000 m de altitud. En el gradiente altitudinal del valle de La Paz, que abarca más de 4000 m, no sólo apreciamos cambios notables de temperatura y humedad, sino también de relieves topográficos, suelos y aspecto de la vegetación. Una forma de comprender esta variabilidad es a través de las llamadas eco-regiones y pisos altitudinales; ya que éstas sintetizan las zonas de vida que se forman como respuesta a las condiciones climáticas y ecológicas de determinados rangos de altitud.

Aunque las definiciones de eco-regiones y pisos altitudinales son relativamente nuevas, su aplicación tiene mayor antigüedad. Por ejemplo, la variación vertical de ecosistemas en las montañas ha sido reconocida y hábilmente aprovechada por las poblaciones que habitaron los Andes desde la antigüedad, incluyendo al valle de La Paz (3, 2, 4). De acuerdo con algunos autores, comunidades aisladas y áreas muy pobladas sobrevivieron gracias a su habilidad para explotar diferentes pisos ecológicos (5, 6, 7). Esto se relaciona con el hecho de que la zonificación climática y ecológica, que es reconocible a partir de las formaciones vegetales, está estrechamente relacionada con las posibilidades de uso agropecuario y con la distribución de la fauna (8).

El propósito de este capítulo es presentar una síntesis de los paisajes, de las regiones ecológicas, de la variación altitudinal en zonas de vida y de las formaciones vegetales presentes en el valle de La Paz. Al conocer y comprender la naturaleza del ambiente en que vivimos, podemos valorar y estar conscientes de nuestra riqueza natural, reconocer sus potencialidades y sus limitaciones, y también aprender algunas lecciones que nos permitirán relacionarnos mejor con nuestro entorno y fortalecer nuestra identidad.

2. El paisaje del valle de La Paz

Antes de explorar las regiones ecológicas del valle de La Paz, empecemos por considerar el paisaje de esta región en su conjunto, ya que éste es la expresión visual de todos los fenómenos físicos, biológicos y culturales que ocurren y se integran en el territorio. Estos fenómenos han actuado por miles de años, y aún continúan delineando y formando los paisajes del valle de La Paz.

Muchas veces, cuando consideramos el paisaje de esta región pensamos en una zona de montañas y altiplano, ya que desde cualquier punto en que nos encontremos

1 El valle de Chuquiago, en las crónicas antiguas, también aparece citado como el valle de Chuquiabo, Chuquiapo o Chuquiapu.

podemos ver las montañas. Sin embargo, el valle de La Paz, en una depresión profunda de terreno, se trata en realidad de un valle situado entre la cordillera y el Altiplano. Esta condición topográfica determina que esta región tenga un clima más favorable que las planicies del Altiplano, además de numerosos arroyos y ríos que vierten sus aguas en la cuenca del río La Paz, que da nombre a este valle. Estas virtudes han propiciado el asentamiento de muchas poblaciones a lo largo del valle de La Paz a través de su historia. En los "Comentarios Reales de los Incas" por ejemplo, se menciona que uno de los incas mandó poblar el valle de Chuquiapu porque reconoció que, a diferencia de las demás provincias del Collao, sus valles eran más calientes como para producir maíz (3). Se menciona incluso que la ciudad de La Paz fue fundada en este valle por la abundancia de agua y leña, y por su clima más templado (1). Antiguos visitantes de la ciudad dejaron memoria de que en este valle existían áreas cultivadas con frutales; por ejemplo, en 1830, el Prado –conocido anteriormente como "La Alameda", tenía plantadas hileras de manzanos y cerezos (2); Miraflores –antes "villorio de Potopoto", estaba rodeado de campos de trigo, jardines y también áreas cultivadas con guindales y fresas; y Obrajes, era una zona con quintas de frutales (2, 9). El cambio que hoy vemos en el área urbana, es un claro ejemplo de cómo la acción humana también configura el paisaje a través del tiempo.

Si bien el valle de La Paz debe muchos de sus rasgos paisajísticos a su condición topográfica, no es menos importante su ubicación geográfica. Este valle se encuentra sobre el borde occidental de la Cordillera Real, por lo que las elevadas montañas llegan a ser componentes fundamentales de su paisaje (Figuras 1a y 1b). Esto no resulta sólo del imponente y hermoso marco que dan a simple vista, sino también porque estas montañas se constituyen en una barrera geográfica. Por su altitud y su disposición en todo el borde noreste a sureste del valle, estas montañas impiden el ingreso de gran parte de los vientos húmedos de la Amazonía, quedando todo el valle de La Paz a sotavento, es decir, situado en el lado opuesto de donde se producen las lluvias. Por esto el gran contraste entre los ambientes secos del valle de La Paz con la elevada humedad que se observa en los Yungas. Sin embargo, entre octubre y abril, las nubes de la ladera oriental se elevan y logran franquear la cordillera y producen lluvias. Este fenómeno es importante porque origina un clima pluviestacional en la mayor parte del valle de La Paz, con una época seca y otra húmeda. Esta estacionalidad produce grandes variaciones en la fisonomía del paisaje, plasmada en los cambios en la vegetación.

Otro aspecto importante del paisaje son los ríos; el valle de La Paz es en gran medida una región que ha sido modelada por el agua. Innumerables ríos surcan, atraviesan, y alimentan esta región (10). Estos ríos nacen como pequeños arroyos en las elevadas montañas de la Cordillera Real, se unen poco a poco hasta formar pequeños valles en las regiones altoandinas (Figura 1d), luego confluyen en ríos cada vez mayores, llegando a formar amplios y profundos valles en el río La Paz (Figuras 1f). Aparte de modelar el relieve en las montañas, los ríos también han configurado la ocupación humana en esta región; poblaciones humanas, cultivos, lavaderos de oro, todos ellos se establecieron siguiendo el curso de los ríos; incluso hoy en día muchos barrios en la ciudad de La Paz se delimitan por la presencia de los ríos y sus cuencas (10). Por otra parte, el mayor río de este valle, el río La Paz, llega a ser un canal de interacción entre las tierras altas del Altiplano y las tierras bajas de la región amazónica (11,12).

El río desemboca por el sur del valle, atraviesa por un paso entre el Illimani y la Cordillera Quimza Cruz, y se une a la cuenca amazónica por el río Beni. De esta manera, el valle de este río llega a ser un corredor por donde los vientos húmedos y cálidos de la Amazonía circulan libremente y ascienden hacia el Altiplano (12); asimismo, el río transporta sales y sedimentos desde los Andes hasta la Amazonía.

El último aspecto a considerar, antes de introducirnos en las regiones ecológicas, es que en muchas áreas del valle de La Paz, la fisonomía del paisaje ha sido determinada por las interacciones entre las poblaciones humanas y la naturaleza (por ejemplo, Figuras 1a, 1e y 1g). Los rastros de estas interacciones, no obstante, no se limitan a la época actual, existen evidencias de una larga ocupación humana a través del valle de La Paz (ver capítulo en esta edición). Sin embargo, las áreas urbanas muestran los mayores efectos de esta interacción; hoy en día la vegetación natural o seminatural en la ciudad de La Paz se encuentra degradada por las intensas actividades humanas, y crece en forma poco densa y en pequeñas manchas (13). Los reducidos ambientes con flora nativa que quedan en la ciudad pueden desaparecer, no sólo por la expansión de viviendas, sino también por el establecimiento de jardines y plazas que remplazan totalmente las especies nativas con especies vegetales introducidas (14). Eliminar totalmente la vegetación nativa en la ciudad puede extinguir también muchas comunidades de aves que dependen de los pocos remanentes de vegetación natural que quedan (14). La pérdida de esta vegetación conlleva también a la pérdida de una parte de nuestra identidad cultural, pues a lo largo de los años se ha dado una fuerte interacción entre las especies de plantas y la vegetación con las comunidades humanas, sobre todo autóctonas. Una alternativa para tener mejor interacción con la naturaleza, es conocerla y tratar de evitar efectos muy negativos sobre la vida y los ambientes del valle de La Paz. Incluso podemos mejorar lugares intervenidos y restaurarlos conociendo la historia natural de las diversas eco-regiones del valle de La Paz.

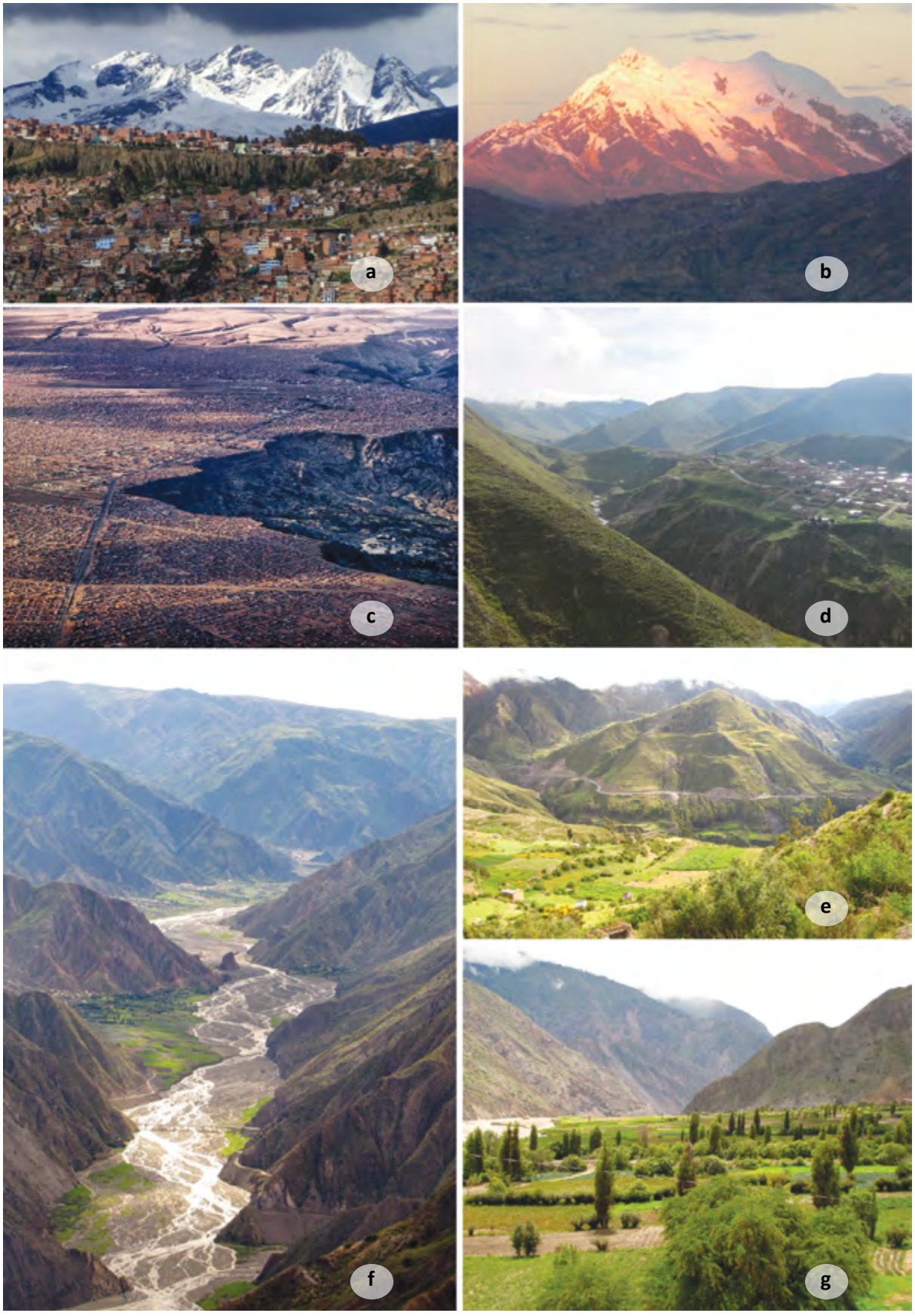


Figura 1. Paisajes en el valle de La Paz. **a.** Montañas después de una nevada, en dirección noreste, por detrás de las mesetas de Pampahasi; **b.** El nevado Illimani al fondo del valle de La Paz; **c.** Altiplano con vista hacia la hoyada de La Paz por Achocalla; **d.** Valles altos con perfil en V en Alto Achachicala; **e.** Colinas; **f** y **g**. Valles amplios con antiguos abanicos y terrazas aluviales en el valle de La Paz, al sureste (Fotos: a: R. Mikihiro; b: R. Hurtado; c: I. Piñeiro; d-g: N. Mérida).

3. Eco-regiones y pisos altitudinales

Las eco-regiones[2], o regiones ecológicas, son áreas con condiciones ecológicas similares. Éstas, sobre todo, presentan clima y suelos semejantes (8), y agrupan comunidades naturales que tienen mayor relación biológica y ecológica entre sí que con las comunidades que se encuentran fuera de ella (15). En consecuencia, los grupos de ecosistemas que son parte de una eco-región están relacionados y son interdependientes (15).

En el valle de La Paz se pueden reconocer tres eco-regiones: Altoandino, Puna y Valles Secos. Estas eco-regiones se disponen de forma escalonada, a manera de un anfiteatro (Figuras 2 y 3). El **Altoandino** se encuentra representado en las cadenas montañosas más elevadas, en los bordes, al norte, noreste y sureste del valle. La **Puna** se distribuye en las planicies y en los cerros y montañas de mediana altitud, bordeando casi todo el valle de La Paz, excepto en el límite sur-sureste, que es por donde desemboca el río La Paz. Por último, en direcciones sur y sureste del valle de La Paz, en la parte interna y profunda, la Eco-región de los **valles secos** ocupa las laderas y los valles de menor altitud.

Si bien las eco-regiones presentan condiciones ecológicas similares, dentro de ellas es posible diferenciar zonas de vida particulares. Esto se debe a que algunos factores climáticos, como la temperatura y la humedad, varían de acuerdo con la altitud. Esta variación de las condiciones físicas se refleja en cambios estructurales de la vegetación y composición de las comunidades vegetales. Una forma de sintetizar estos cambios es a través de los pisos altitudinales, ya que son rangos de altitud sobre el nivel del mar que se definen por un tipo de clima, relieve y vegetación. En el valle de La Paz podemos diferenciar seis pisos altitudinales: nival, subnival, andino superior, andino inferior, altimontano y montano (Figuras 2 y 3, Tabla 1).

En la Tabla 1 se encuentran los rangos de altitud referenciales que delimitan las eco-regiones y pisos altitudinales en el valle de La Paz. Como se observa en la tabla, estos rangos de altitud no son fijos, puesto que en la naturaleza no existen límites o fronteras fijas, sino más bien se tienen transiciones o ecotonos. Además, muchas veces la orografía local produce diferentes condiciones ecológicas, y como consecuencia se dan diferencias en la estructura y composición de la vegetación en un mismo nivel altitudinal (16). Así por ejemplo, las laderas con exposición norte y nor-noroeste son generalmente más calientes, menos húmedas y tienen menor cobertura vegetal porque son más secas; mientras que laderas con exposición sur y sur-sureste son más frías, húmedas y presentan mayor cobertura vegetal. Es importante reconocer, por lo tanto, que los pisos altitudinales no contienen franjas homogéneas de vegetación, sino más bien un conjunto de formaciones que se producen bajo condiciones climáticas similares, pero donde las comunidades vegetales pueden variar localmente, de acuerdo con la heterogeneidad del lugar.

2 El término aceptado, según normas ortográficas, es 'ecorregión', no obstante, adoptamos aquí 'eco-región' para enfatizar las dos palabras que dan origen y significado al concepto de este término.

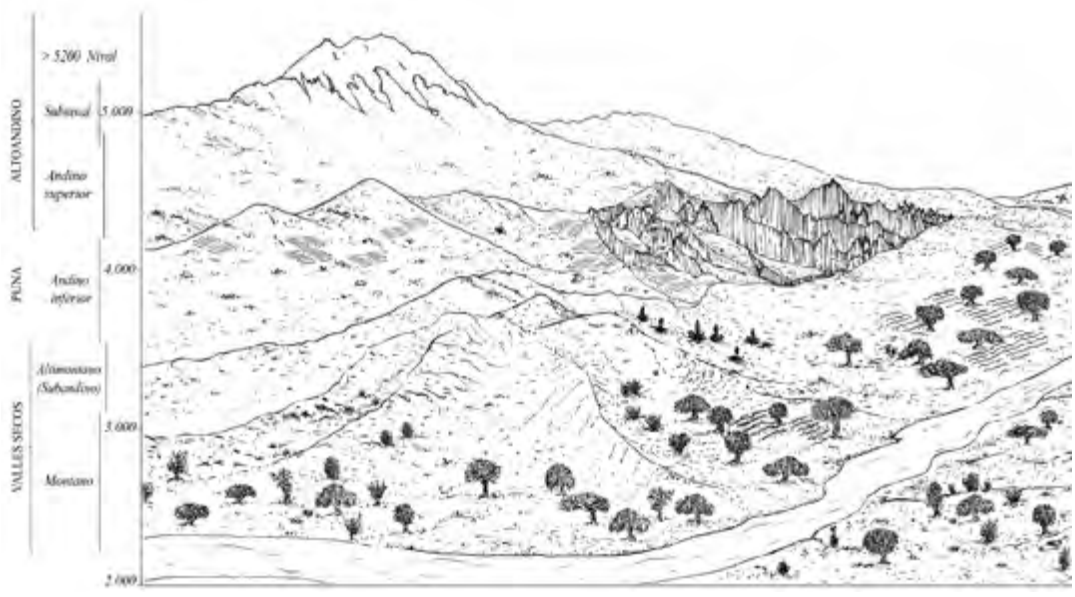


Figura 2. Distribución vertical de las eco-regiones y pisos altitudinales en el valle de La Paz (Dibujo: Arely Palabral, 2015, Herbario Nacional de Bolivia).

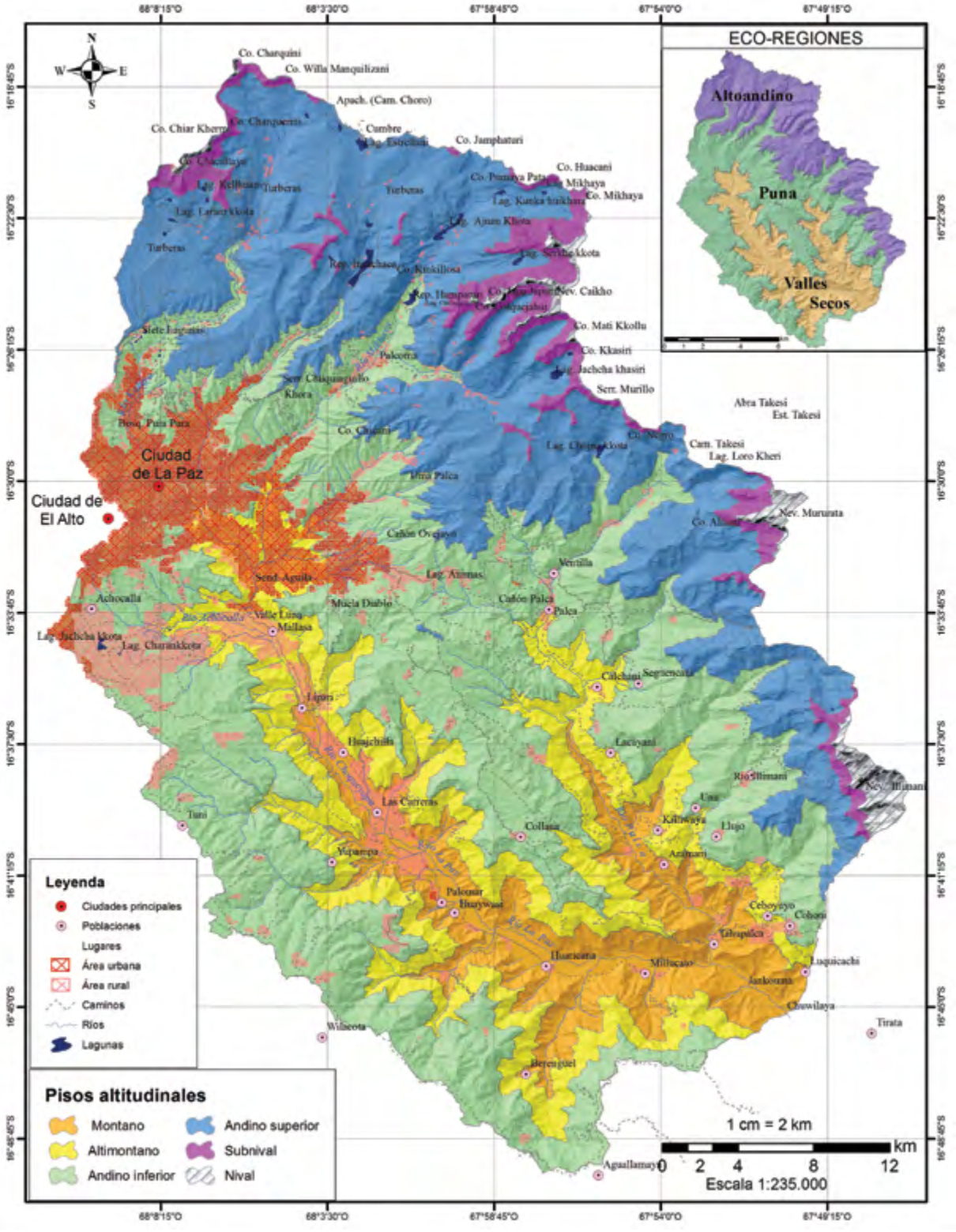


Figura 3. Distribución de las eco-regiones y pisos altitudinales en el valle de La Paz (Elaboración: Freddy Zenteno, 2015, Herbario Nacional de Bolivia).

Tabla 1. Rangos altitudinales por eco-región y piso altitudinal en el valle de La Paz.

Eco-región	Piso Altitudinal	Rango de altitud (m)
Altoandino	Nival	> 5200
	Subnival	4800/4900 – 5200
	Andino superior	4200/4300 – 4900
Puna	Andino inferior	3500/3600 – 4200
Valles Secos	Altimontano (Subandino)	3100 – 3500
	Montano	2200 – 3200

A continuación se describen las eco-regiones y pisos altitudinales presentes en el valle de La Paz, junto a los factores climáticos y ecológicos que dan lugar a estas zonas de vida. Se caracterizan las principales formaciones de vegetación por piso altitudinal y sus elementos –las especies de plantas mencionadas están catalogadas en el anexo del capítulo de flora[3]. La caracterización que presentamos no pretende ser completa, dado que ninguna clasificación corresponde totalmente a la diversidad real de ambientes. Sin embargo, esperamos que sea una guía útil para conocer y comprender la historia natural de este valle en Los Andes (en el Anexo 1 se sintetizan otros sistemas de clasificación aplicables al valle de La Paz).

4. Eco-región del Altoandino

La eco-región del Altoandino corresponde a una agrupación de ecosistemas de alta montaña que se desarrollan bajo climas fríos a extremadamente fríos, sobre suelos inmaduros (de poca meteorización), rocosos y en algunos casos arenosos (17). Se encuentran sobre los 4300 m, en cumbres, cimas rocosas, valles glaciares con lagunas, laderas suaves o escarpadas de montañas, también en algunas mesetas elevadas (17, 15). En esta eco-región, el crecimiento de la vegetación es reducido; las plantas que existen se encuentran en lugares donde la nieve no se acumula por mucho tiempo o en lugares sin ella. La cobertura vegetal en general es escasa en las zonas más altas, donde el crecimiento de plantas todavía es posible. Por el contrario, en el límite inferior existen pastizales bajos densos en zonas de mayor humedad. Algo típico en esta eco-región es que las plantas tienen poca altura sobre el nivel del suelo, mientras que sus raíces son gruesas y profundas. Es común no encontrar arbustos, salvo algunos que colonizan lugares protegidos por rocas.

Las condiciones físicas que dan lugar a esta eco-región son en gran medida climáticas. Por una parte, están las precipitaciones que caen en forma de nieve o granizo en cualquier época del año (17). Por otra parte, la temperatura es muy baja; el promedio anual es menor a 7,5 ºC, y en las zonas más altas es menor a 3 ºC. (8, 15); la diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas diarias puede llegar a tener una amplitud de entre 15 y 25 ºC, y en algunos casos, esta amplitud puede alcanzar incluso los 30 ºC. (18). No obstante, el fenómeno de mayor significado ecológico que define a esta zona es la alta frecuencia de heladas nocturnas y la posibilidad de que se produzcan en cualquier época del año (11). Aunque en otras eco-regiones se producen heladas regulares, a partir de los 4300 m se da la máxima frecuencia de heladas; es así que en esta eco-región se pueden contar con 330 a 350 días al año con heladas (7). Estas heladas ocurren durante horas de la noche y están ausentes durante el día, de allí su importancia ecológica, ya que los organismos que sobreviven en la eco-región del Altoandino tienen que ser capaces de soportar ciclos diarios de congelación y descongelación.

Las plantas que predominan en la eco-región del Altoandino son las gramíneas –en especial las cespitosas y las que crecen en macollos, las hierbas sésiles - mayormente rosetas, y las plantas en cojín (Figura 4). Estas son formas de crecimiento que permiten reducir el efecto de la exposición a bajas temperaturas; ya que tienen los brotes de renovación protegidos por hojas de la época pasada o varios centímetros bajo la superficie del suelo (o debajo de las rocas), donde no sufren pérdida por congelación (19). En el caso de las plantas en cojín, los brotes de renovación se encuentran ocultos en su parte central, evitando así el daño por temperaturas extremas (18). Una exposición detallada de estas formas de vida se encuentra en el capítulo de García en esta edición.

Debido a que se requieren características especiales para que las plantas sobrevivan a las frecuentes heladas en la eco-región altoandina, esta no es una zona apropiada para la agricultura (8). De acuerdo con la guía de cultivos andinos (20), los cultivos nativos que alcanzan la mayor altitud son las papas amargas, la maca y cañahua, teniendo su límite superior a los 4200 m. No obstante, dentro del valle de La Paz, los cultivos de papas amargas pueden llegar a mayores altitudes

3 Debido a las actualizaciones recientes en la taxonomía existen varios cambios en los nombres científicos de las plantas.

bajo condiciones especiales, con microclima y suelo favorable (*com. pers.* J. Cahuaya). Uno de los mayores potenciales de esta eco-región en la zona alta es la captación y filtración de agua para el abastecimiento en diferentes ecosistemas, ciudades y para riego en poblaciones (8), cumpliendo un servicio ambiental invaluable; la parte más baja de esta eco-región, por otra parte, es una zona de pastos naturales, utilizada principalmente como área de pastoreo (18).

En el valle de La Paz, el Altoandino se distribuye a lo largo de las cadenas montañosas de la Cordillera Real, en los límites norte, noreste y este del valle (Figura 3); su límite altitudinal inferior está a los 4300 m, y en algunos casos a los 4200 m. En esta eco-región se dan entre tres a cinco meses áridos; la precipitación media anual está entre 500 y >1000 mm (15). Las precipitaciones y la humedad disminuyen levemente de norte a sur, principalmente porque al norte existen valles y laderas expuestas a los vientos húmedos que vienen del noreste, de Yungas, donde se registran hasta 11 meses húmedos (18). La temperatura promedio anual disminuye 0,6 ºC. por cada 100 metros de altitud que se sube en las montañas de los Andes Centrales (18); gracias a este cambio en temperaturas se forman distintas zonas ecológicas, dando lugar a tres pisos altitudinales. Estos pisos son: nival, subnival y andino superior (Figura 5).

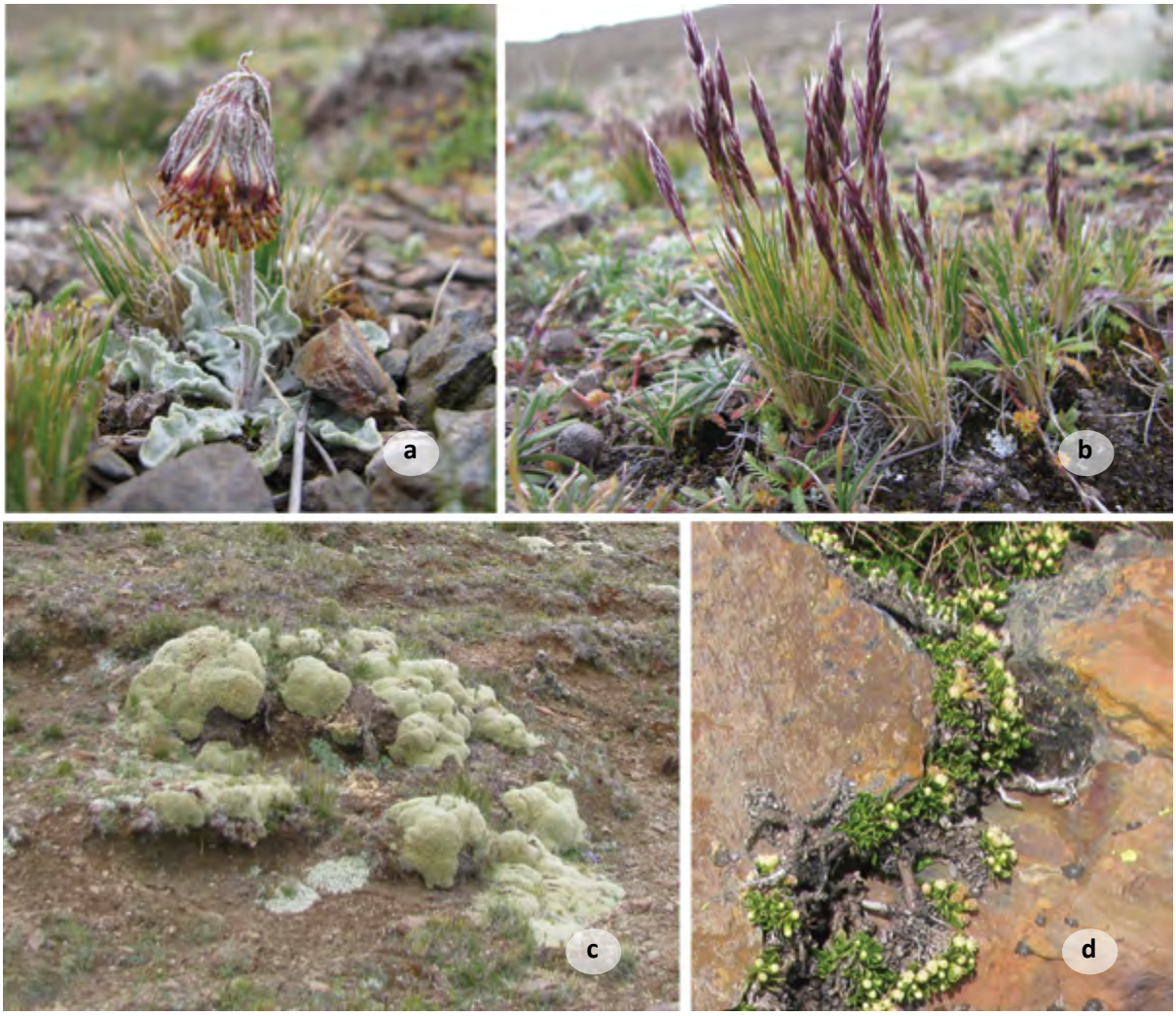


Figura 4. Formas de crecimiento que predominan entre las plantas de la eco-región altoandina del valle de La Paz: **a.** Hierbas en roseta (p.ej. *Senecio modestus*); **b.** Gramíneas en macollos (p.ej. *Anatherostipa hans-meyeri)*; **c.** Cojines suaves (p.ej. *Pycnophyllum molle*) y **d.** Arbustos postrados (p.ej. *Baccharis alpina*). Estas formas de crecimiento favorecen la sobrevivencia en sitios con frecuentes heladas nocturnas (Fotos: S. Beck).



Figura 5. Fisonomía de los pisos altitudinales en el Altoandino. Arriba: piso nival cerca al cerro Hati Kkollu, mayo 2012 (Foto: S. Beck); y piso subnival en Pampalarama (Foto: D. Ibáñez). Abajo: piso andino superior al sureste del valle de La Paz (Foto: G. Zeballos).

4.1 Piso nival:

El piso nival corresponde a las cumbres y laderas glaciares de nieve permanente. En el valle de La Paz, se encuentra en las elevadas montañas de la Cordillera Real de los Andes, generalmente sobre los 5200 m de altitud. Los picos más altos llegan alrededor de 5500 m, y excepcionalmente en el Illimani sobrepasan los 6400 m; estos constituyen el límite natural hacia el frente húmedo de los Yungas. Este piso se caracteriza por temperaturas de frío extremo; en el Illimani, por ejemplo, la temperatura media anual registrada fue -7,5 ºC. (21). Las heladas permanentes son típicas y se presentan durante todo el año (11). Las precipitaciones caen en forma de nieve o granizo.

La importancia de este piso, por una parte, se encuentra en los glaciares, que son masas de hielo que acumulan y transforman el agua sólida (nieve, granizo, o escarcha) en hielo, y la restituyen en forma de vapor o en forma líquida (22). Justamente en el límite inferior de los glaciares uno puede ver las 'puertas de glaciar', que son huecos mayormente grandes, de donde salen arroyos entre el hielo y el lecho rocoso; un poco más abajo, en el piso subnival, crecen las primeras plantas vasculares al borde de esos arroyos. De allí la importancia de los glaciares, ya que proveen agua a los ecosistemas que los rodean. Por otra parte, los glaciares también actúan cómo reservorios y reguladores de los caudales de agua. Especialmente en regiones áridas, o en años con lluvias escasas, el derretimiento y escurrimiento del agua en los glaciares permite mantener un caudal mínimo de agua, y así se pueden abastecer los sistemas de riego, las plantas hidroeléctricas, los centros urbanos, las aguas subterráneas, así también las poblaciones y los ecosistemas que dependen de estas fuentes (22).

Desde la primera edición del libro en 1991, el límite de la nieve perpetua y las lenguas de glaciares subieron entre 50 y 200 m en el valle de La Paz. Chacaltaya es el claro ejemplo bien documentado de una pérdida masiva del glaciar; en 1963, este glaciar se utilizaba como pista de esquí, cubriendo una superficie de 0,195 km^2,

en 2001 todavía se llevaban a cabo competencias de esquí (24); para el 2005, este glaciar ocupaba tan solo 0,01 km^2 (22); y hoy se ha perdido completamente. En la figura 6 podemos notar la pérdida de varios campos de nieve y glaciares del valle de La Paz en los últimos 24 años. En el caso del cerro Charquini (Figura 7d), aunque todavía existe el glaciar, se ha registrado un retroceso de sus límites (23). La publicación "Glaciares Bolivia: 12 Testigos del Cambio Climático" también muestra como la mayor parte de los glaciares que todavía existen han reducido notablemente sus límites (24). Una de las causas para el acelerado retroceso y pérdida de glaciares en los últimos años es el calentamiento global de la atmósfera (22).

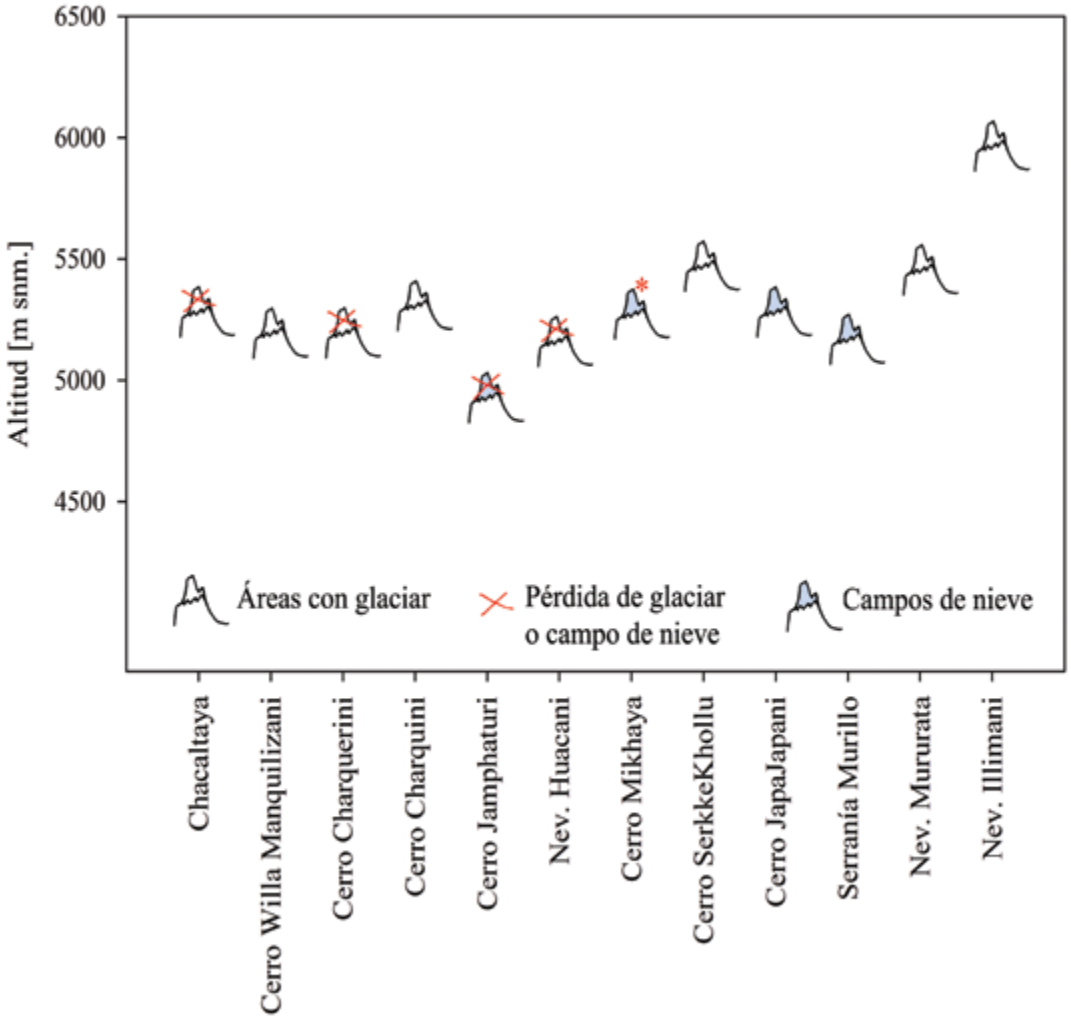


Figura 6. Los cerros y montañas más altas del valle de La Paz en sentido norte a este, con glaciares y campos de nieve. Las áreas con la cima marcada con "x" representan los glaciares y campos de nieve que se perdieron en los últimos 24 años. El cerro Mikhaya (*) fue registrado en 1991 como glaciar y actualmente sólo presenta campos de nieve. Altitudes y verificación de la presencia de glaciares según imágenes de Google Earth, mayo 2014.

Al ver los glaciares es posible imaginar que todo es nieve y que todo allí está congelado, inmóvil y sin vida. Sin embargo, las inmensas masas de hielo no están estáticas, ellas se deforman por el efecto de su propio peso, y también fluyen pendiente abajo por deformación interna y por el deslizamiento en su base (22). Internamente también corren ríos glaciares, en algunos casos sobre el lecho rocoso que está por debajo del glaciar, y en otros casos el torrente se escurre a escasa profundidad. Por otra parte, aunque no existe vida macroscópica sobre los glaciares, existe un micro-cosmos en la nieve. Por ejemplo, un estudio reveló que en el Illimani existe una rica comunidad de bacterias autotróficas que viven en la nieve (25).

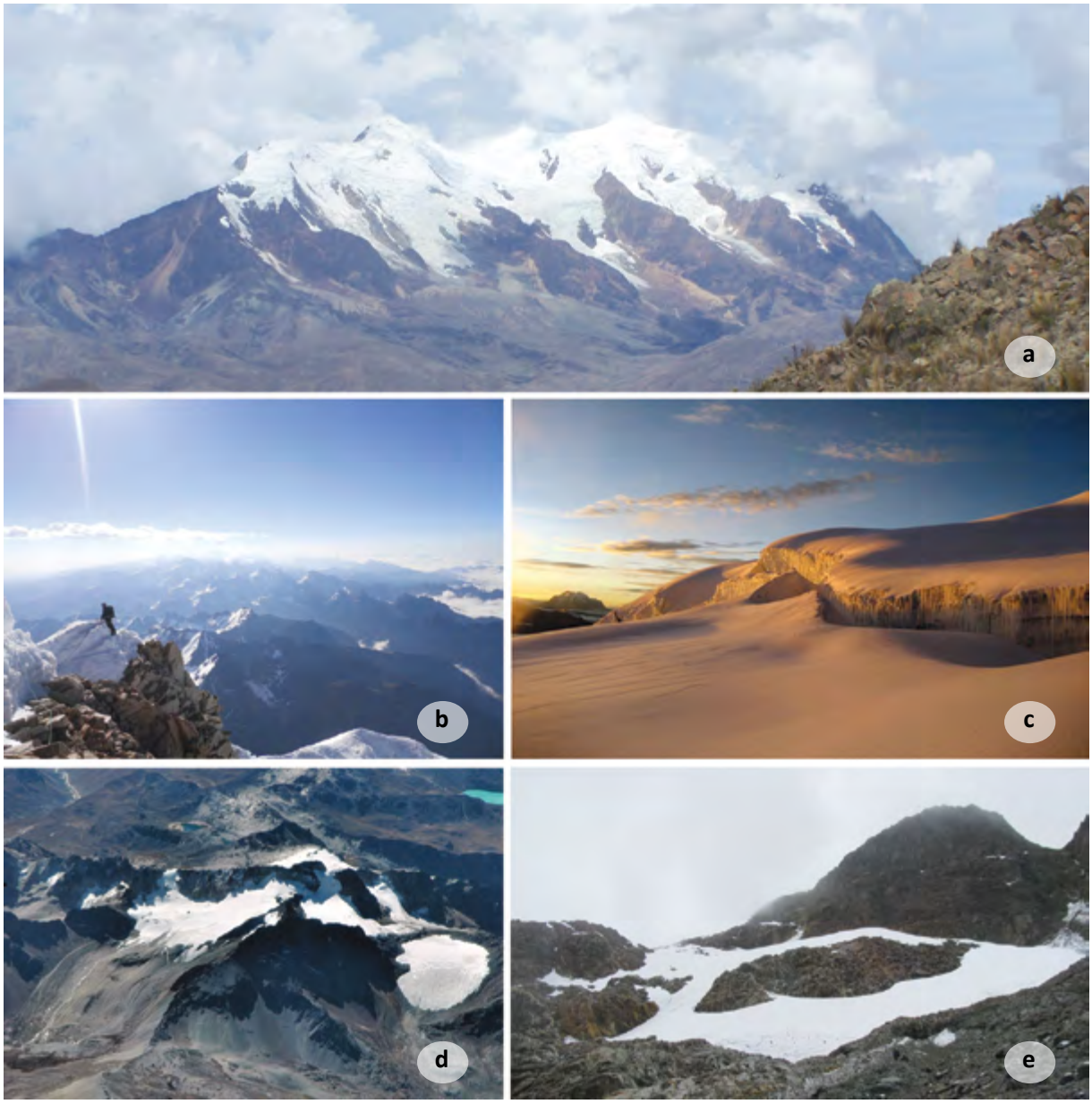


Figura 7. Piso nival en el valle de La Paz. **a.** Vista del nevado Illimani, octubre 2013; **b.** Vista del paisaje desde la cima de un nevado en la cordillera; **c.** Cima de un glaciar; **d.** Vista aérea del glaciar en Charquini sur, 2006; **e.** Borde inferior del glaciar en el nevado Mururata, noviembre 2012 (Fotos: a: E. Beck; b-c: E. Alanoca; d: B. Francou; e: S. Beck).

Considerando al piso nival en conjunto, la superficie no está totalmente cubierta de nieve o hielo (Figura 7). Por encima de la línea de nieve permanente, en medio de los glaciares o campos de nieve, existen zonas rocosas, incluso a elevadas altitudes. Si bien no tenemos conocimiento de la colonización de plantas o de otros organismos en estas zonas dentro del valle de La Paz, existen reportes del crecimiento de plantas entre 5800 y 6200 m en otras montañas en los Andes y en los Himalayas (19). Los registros fotográficos, obtenidos por escaladores de alta montaña, podrían ser un valioso aporte para el conocimiento de la vida en estas áreas rocosas de difícil acceso en el valle de La Paz.

4.2 Piso subnival:

El piso subnival comprende áreas a los pies de los glaciares y también áreas que se encuentran justo por debajo del límite climático nival. En el valle de La Paz se ubica en las altas montañas de la Cordillera Real de los Andes, aproximadamente entre 4800/4900 y 5200 m Este piso se caracteriza por tener clima frío a extremadamente frío, con temperatura media anual menor a 2,5 ºC. en sus límites más altos, mientras que en la zona más baja la temperatura media anual es inferior a 5 ºC. (8). Los ciclos de heladas nocturnas y descongelamiento durante el día son muy frecuentes, alrededor de 350 días/año (7). Las precipitaciones normalmente

se deberían presentar como nieve o granizo, sin permanecer mucho tiempo sobre el suelo; sin embargo, en los últimos años, se han producido lloviznas y lluvias en vez de la nieve que se derrite poco a poco y no afecta a la estructura del suelo. Las lluvias torrenciales desestabilizan las laderas formando canales, cárcavas, pequeñas zanjas (gullies), iniciando una erosión a estos niveles. Este fenómeno se puede observar subiendo del sector de La Cumbre hacia el sector alto de las Antenas, alrededor de 4900 m.

El relieve en este piso altitudinal es muy variable. Predominan las laderas con pendientes fuertes, paredes rocosas, acumulaciones de bloques caídos y morrenas[4] (Figura 8a). Las formas del relieve en este piso reflejan la historia y los fenómenos naturales que ocurren en estos sitios. Por ejemplo, en muchas áreas, se puede ver que la estructura de las rocas no presenta picos o salientes, sino más bien bordes torneados, algo redondeados (Figura 8b). Esto revela la actividad pasada de los glaciares, ya que el movimiento de las masas de hielo y la fricción con las rocas ha permitido que los bordes de las rocas sean nivelados. Las morrenas, por otra parte, reflejan los límites antiguamente ocupados por los glaciares (22). De igual forma, la estructura superficial del sustrato pone en manifiesto el ciclo casi diario de congelamiento y descongelamiento en estas regiones. Las rocas muchas veces muestran fracturas por efecto del congelamiento (Figura 8c); por otra parte, durante las heladas nocturnas los primeros centímetros del suelo se levantan y aflojan, luego durante el deshielo las partículas del suelo se reordenan de acuerdo con su tamaño, formando placas hexagonales, en forma de redes o anillos (11, 19). En las laderas de áreas periglaciares, donde hay un movimiento de los suelos en dirección a la pendiente, las partículas del suelo también se separan y se reordenan por fracciones con franjas longitudinales, formando así las laderas de solifluxión.

En cuanto a la fisonomía, el piso subnival mayormente tiene la apariencia de una franja desnuda, desprovista de vegetación, ya que no existe cobertura vegetal cerrada y las plantas que se desarrollan en este piso son pequeñas (Figura 8a). Incluso existen áreas que pueden llegar a ser consideradas como desiertos, por la ausencia casi completa de plantas vasculares, debido a la deficiencia de agua en forma accesible o por las bajas temperaturas. No obstante, en lugares donde existe vegetación en este piso, la cobertura en general es escasa y está muy fragmentada. En algunas zonas sólo crecen plantas aisladas, mientras que al borde de arroyos y en depresiones húmedas se dan pequeñas formaciones abiertas alrededor de las fuentes de agua o humedad (Figura 8f). Las siguientes unidades geomorfológicas reflejan la variación en las comunidades vegetales del piso subnival.

4.2.1 Áreas de retroceso de glaciares:

En áreas de retroceso de glaciares, que están muy cerca al límite climático nival, algunas plantas logran desarrollarse de manera aislada en lugares donde la nieve no se acumula por mucho tiempo. *Poa lepidula*, por ejemplo, es una gramínea muy pequeña, típicamente altoandina, que es pionera en colonizar sitios húmedos y rocosos por encima de los 5000 m (Figura 9a); esta especie antes estaba considerada como *Anthochloa*, género endémico y monotípico de los Andes altos.

Las primeras manchas de vegetación abierta se encuentran en las depresiones de retroceso de glaciares, en terrenos pobremente consolidados (Figura 8f). Tal es el caso de las comunidades de plantas herbáceas que se forman en torno a los pequeños arroyos originados en los glaciares, arroyos también conocidos como "leche del glaciar"[5] (Figura 8e). Estas comunidades vegetales se encuentran entre 10 a 50 m debajo del límite de los glaciares, sobre un terreno muy heterogéneo con zonas de acumulación de tierra fina, cascajo, piedras y rocas. Las plantas que predominan en estas manchas de vegetación son principalmente gramíneas en macollos pequeños, tales como *Deyeuxia ovata*, *Dielsiochloa floribunda*, *Poa lepidula* y *Poa calycina* (Poaceae); también macollos de plantas graminoides como *Luzula vulcanica* (Juncaceae). Además, se encuentra *Senecio serratifolius* (Asteraceae), una especie típica de ambientes húmedos, que inicialmente crece con algunos individuos aislados (Fig. 9d), pero llega a formar manchas con grupos numerosos (Figura 8e). Otras especies, menos conspicuas debido a su tamaño reducido y al color de sus hojas que se mimetiza con las rocas o el suelo, pero también presentes en estas formaciones vegetales, son: *Senecio algens* (Asteraceae), *Draba discoidea* (Brassicaceae), *Calandrinia acaulis* (Montiaceae) y varias especies de *Arenaria* y *Cerastium* (Caryophyllaceae) (Figuras 9i y 9k).

Sobre terrenos más consolidados empiezan a desarrollarse comunidades vegetales más diversas. Aparte de las gramíneas, en estas comunidades están presentes los cojines; algunos de ellos son cojines suaves como *Pycnophyllum molle* y *Pycnophyllopsis keraiopetala* (Caryophyllaceae), localmente conocidos como "huaricocas". Otros cojines de Asteraceae presentes, que crecen a manera de tapete, son *Senecio humillimus* y la "t´asa janqo janqo" *Mniodes schultzii*. También comienzan a aparecer pequeñitos cojines suaves de *Saxifraga magellanica* o *S. boussingaultii* (Saxifragaceae),

4 Las morrenas son áreas con residuos rocosos que han sido acumulados y transportados por los glaciares y depositados en sus bordes o en el área de contacto con los lechos rocosos.

5 Estos arroyos tienen el agua del color semejante a la leche debido al material que arrastran de la desintegración de rocas graníticas en el lecho rocoso de los glaciares.

plantas de un género cuyas especies están distribuidas a través de ecosistemas de alta montaña de todo el mundo, y que son pioneras en estas áreas (Figura 9j). Por otra parte, se desarrollan varias especies de hierbas en roseta que se encuentran también más abajo; por ejemplo, algunas plantas típicas son: *Perezia coerulescens*, *Senecio candollei* y *Werneria apiculata* (Asteraceae), además de *Valeriana nivalis* y *V. pycnantha* (Caprifoliaceae) (Figuras 9g y 9h). También crece en estas formaciones *Baccharis alpina* (Asteraceae), un subarbusto postrado, muy típico en el Altoandino; y la "pupusa" *Xenophyllum dactylophyllum*, una especie pionera de áreas de retroceso de glaciares que forma pequeñas manchas (Figura 9f).



Figura 8. Piso subnival de Pampalarama. **a.** Vista de laderas rocosas de fuerte pendiente, áreas con morrenas y depresiones; **b.** Paredes rocosas con los bordes torneados, reflejo de la antigua actividad de los glaciares; **c.** Detalle de las rocas fracturadas por congelamiento; **d.** Áreas con grandes bloques de roca desplomados; **e.** Primeras manchas de vegetación junto al arroyo con color blancuzco conocido como "leche de glaciar", al fondo se ve el pie del glaciar Khuno Tinkuta; la vegetación al borde del arroyo corresponde a un grupo de plantas de *Senecio serratifolius*; **f.** Vegetación abierta, dominada por pequeños macollos de gramíneas (Fotos: a-b, d-e: D. Ibáñez; c: G. Zeballos; f: S. Beck).



Figura 9. Algunas plantas que colonizan las unidades geomorfológicas del piso subnival. **a.** *Poa lepidula*; **b.** *Nototriche obcuneata*; **c.** *Nototriche flabellata*; **d.** *Senecio serratifolius*; **e.** *Aschersoniodoxa cachensis*; **f.** *Xenophyllum dactylophyllum*; **g.** *Valeriana nivalis*; **h.** *Valeriana pycnantha*; **i.** *Cerastium sp.*; **j.** *Saxifraga magellanica*; **k.** *Arenaria sp.*; **l.** *Deyeuxia minima* creciendo en cojín de *Pycnophyllum molle*; **m.** *Werneria villosa* en cojín de *Pycnophyllum* (Fotos: a-b: H. Alberto, c-d, f, h: D. Ibáñez, e: P. Vidaurre y g, i-m: S. Beck).

4.2.2 Campos de esquistos de morrenas móviles con suelos arcillosos:

La vegetación en los campos de esquistos varía según la inclinación de las laderas en que se desarrollan. En laderas de morrenas recientes, con 15º a 35º de inclinación, encontramos campos de esquistos que parecen estar totalmente desprovistos de vegetación. En ellos, muchas veces el sustrato muestra franjas longitudinales en la superficie por el efecto de la solifluxión; este movimiento continuo del suelo, por los ciclos de heladas nocturnas y descongelamiento durante el día, junto al movimiento por efecto de la gravedad, representa un desafío para el establecimiento de la vegetación. No obstante, algunas plantas geófitas, es decir, plantas que presentan órganos subterráneos persistentes, logran desarrollarse en estos ambientes. Por ejemplo, las hierbas en roseta conocidas como "altea" (*Nototriche obcuneata*) y "thurpa" (*Nototriche flabellata*), pertenecientes a la familia Malvaceae, son típicas de estos ambientes; estas pequeñas plantas a veces pasan desapercibidas porque sus hojas se confunden con la coloración del suelo (Figura 9b). *Aschersoniodoxa mandoniana* (Brassicaceae), otra hierba en roseta con tallo postrado, también crece en estos campos y se mimetiza con el sustrato, esta especie es la única que logra colonizar áreas con pendientes muy inclinadas con sustrato arcilloso y esquistos finos.

4.2.3 Campos de escombros rocosos:

La vegetación en los campos de escombros varía de acuerdo con la profundidad de la capa pedregosa y del porcentaje de suelo de textura fina, además de la inclinación de la ladera. Así, en campos de escombros rocosos de mayor inclinación, no se ven plantas, con excepción de algunas gramíneas creciendo aisladamente. Las primeras manchas de vegetación se desarrollan en lugares con acumulación de suelo y filtración de agua, siendo característicos los tapices formados por gramíneas cespitosas como *Poa chamaeclinos*, *P. gymnantha*, *P. perligulata* y *Festuca peruviana*; estos tapices pueden llegar a medir hasta 1 o 2 m^2. En lugares de mayor escurrimiento superficial de agua además se reúnen especies típicas del borde de bofedales, como *Senecio serratifolius* (Asteraceae) y *Deyeuxia ovata* (Poaceae), dando lugar a una asociación vegetal que muestra el inicio de un bofedal de ladera (Figura 10 der.).

4.2.4 Campos de bloques rocosos:

Estos campos se ubican generalmente por debajo de las paredes rocosas escarpadas. Los bloques de rocas desmoronados pueden tener más de 1 m^3, y entre ellos se encuentran también rocas más pequeñas. Estos campos de bloques rocosos proveen ambientes protegidos de los fuertes vientos y de las heladas. Entre las plantas que se desarrollan en estos lugares se pueden presentar algunos arbustos de hasta 60 cm de altura, como *Senecio rufescens* (Asteraceae), conocido localmente como "huaycha". Estos sitios protegidos también favorecen al crecimiento más vigoroso de algunas gramíneas en macollo como *Deyeuxia nitidula* y *D. glacialis*, y permiten que algunas especies asciendan a mayores altitudes, por ejemplo, una "wirawira" rara *Senecio canescens* (Asteraceae) y hierbas protegidas por las rocas como *Epilobium denticulatum* (Onagraceae) y la roseta *Cerastium consanguineum* (Caryophyllaceae).



Figura 10. Ambientes con condiciones especiales en el piso subnival. Izquierda: Campos de bloques rocosos, éstos proveen microhábitats protegidos, permitiendo así el desarrollo de algunos arbustos y hierbas, y así el avance en el límite de distribución de algunas especies. Derecha: Depresiones con mayor acumulación de agua superficial, formando en sus bordes pequeños bofedales (Fotos: D. Ibáñez).

4.3 Piso andino superior:

El piso andino superior corresponde a la zona de vida que se encuentra justo por encima del límite de crecimiento de los árboles y arbustos altos (26). Básicamente, es una región de pastos naturales, con reducida presencia de arbustos, por lo que genéricamente son conocidos como pastizales o pajonales altoandinos (27). En el valle de La Paz este piso se distribuye entre los 4200/4300 y 4900 m; al norte y noreste de La Paz ocupa laderas de antiguos valles glaciares altos; al sureste del valle de La Paz, se desarrolla en menor extensión alrededor del cerro Cuñamani y sobre las faldas de los nevados Illimani y Mururata. El clima de este piso es muy frío, la temperatura media anual se encuentra entre los 5 y 7,5 ºC. El promedio de temperaturas máximas está entre 12 y 16 ºC; y las mínimas entre -8 y -1 ºC. Las heladas nocturnas todavía son regulares y muy frecuentes. Las precipitaciones disminuyen en sentido vertical, desde las zonas más altas hasta las de menor elevación, con valores entre 600 y 650 mm por año.

El relieve en esta zona se compone por pendientes rocosas de corte abrupto, con bordes afilados; también colinas de perfil redondeado con pendientes suaves, las cuales terminan en planicies secas o en depresiones húmedas con bofedales. En este piso son muy característicos los afloramientos rocosos (Figura 11). El paisaje también está asociado a hermosas lagunas altoandinas como las de Pampalarama, Siete Lagunas, Estrellani y otras transformadas en represas que proveen agua a la ciudad de La Paz, como por ejemplo, Incachaca y Challapata (represa Hampaturi).

En su fisonomía, a simple vista, el piso andino superior da la impresión de una región cubierta por un tapiz continuo de vegetación baja, muy homogénea (Figura 11a). Sin embargo, en el lugar, el aspecto, el porcentaje de cobertura y la composición de la vegetación varían según el grado de humedad, conformación geológica, declive del terreno e intensidad de pastoreo (8). Es así que, según el relieve y las condiciones asociadas al mismo, en el piso andino superior se pueden diferenciar las siguientes unidades fisonómicas de vegetación.



Figura 11. Relieve y fisonomía del piso andino superior en diferentes áreas del valle de La Paz. **a.** Las colinas de perfil redondeado con pendientes suaves, así como áreas rocosas de corte abrupto y planicies son elementos típicos de este piso; también lo es la capa de vegetación baja que lo cubre a manera de tapiz; **b.** Este piso es una región de pastos naturales que son aprovechados para el pastoreo; **c.** Muchas áreas presentan afloramientos rocosos con líquenes y musgos; **d.** Las hermosas lagunas y represas altoandinas como Ajuankhota, son elementos típicos de este piso (Fotos: a: G. Zeballos; b: E. Jordan; c-d: S. Beck).

4.3.1 Pastizal bajo abierto con cojines:

En La Cumbre y en zonas limítrofes, existen áreas donde se entremezclan la vegetación subnival y la vegetación del piso andino superior. En estos lugares la capa de vegetación es discontinua, por el efecto de sobrepastoreo. En las partes más altas y menos húmedas, es típico observar que entre el pastizal abierto crecen los cojines suaves, verde-amarillentos, de *Pycnophyllum molle* y *Pycnophyllum tetrastichum* (Caryophyllaceae), muchos de estos cojines incluso pueden llegar a medir más de 1m^2 (Figura 12a). Estas plantas podrían cumplir un rol como plantas facilitadoras en estas comunidades vegetales, ya que es común observar que muchas hierbas pequeñas de diferentes especies crecen sobre estos cojines (27).

En las colinas de cimas redondeadas con afloramientos rocosos y en laderas menos húmedas con suelo mineral, se presenta una vegetación abierta, que llega hasta 50 % de cobertura vegetal. Ésta se encuentra dominada por gramíneas que crecen en pequeños macollos; siendo típicas en esta formación *Anatherostipa hansmeyeri, Festuca rigescens* (también conocida como chilliwa) y varias especies de *Deyeuxia*. En algunos lugares se manifiesta una hierba graminoide, *Luzula racemosa* (Juncaceae), conocida comúnmente como “uma situ” o “chojala” (28). También se pueden encontrar numerosas hierbas pequeñas como el “sillu sillu” *Lachemilla pinnata* (Rosaceae), y una roseta pequeña muy común, “wilalaya” *Geranium sessiliflorum* (Geraniaceae). Además son frecuentes plantas de crecimiento rastrero o postrado; por ejemplo: *Erigeron rosulatus* una hierba con flores blancas, postrada con raigambre gruesa, e *Hypochaeris eriolaena*, otra Asteraceae con flores amarillas y raíz gruesa pivotante, también conocida como “janqo t’ika”; *Baccharis alpina* (Asteraceae), un arbusto postrado comúnmente llamado “tanta th’ola”; y *Ephedra rupestris* (Ephedraceae), el “sanu sanu”, una planta leñosa con tallos y ramas articuladas, que crece pegada al suelo.

En esta formación también son comunes los líquenes. En los afloramientos rocosos, encima de las rocas y piedras sueltas, se pueden encontrar manchas de líquenes de color amarillo (*Acarospora ramosa*) y algunas manchas de color gris-blanquecino con borde redondeado (*Umbilicaria* sp.). Algunos líquenes también se encuentran sobre el suelo, en medio del pastizal abierto. Por ejemplo, alrededor de La Cumbre y en el camino a Chacaltaya, a 4600 m de altitud, es común encontrar a *Thamnolia vermicularis* o “barba de sol”, este liquen crece en forma de pequeñas tiras de papel o delgados gusanos blancos. También se puede encontrar un liquen blanco-grisáceo, con la forma de una oreja plegada sobre el suelo (*Cora squamiformis*), aunque en menor frecuencia.

4.3.2 Vegetación de depresiones con nieve:

En las depresiones de laderas altas y en pequeñas depresiones de planicies, donde se acumula nieve por más tiempo, se forman manchas y tapices de vegetación, dominadas por especies pequeñas que crecen al ras del suelo. Entre estas especies se encuentran las gramíneas *Poa chamaeclinos, Poa gymnantha, Poa perligulata*; también *Carex maritima* (Cyperaceae), una hierba graminoide; y algunas hierbas diminutas como *Arenaria serpens* (Caryophyllaceae), *Castilleja pumila* (Orobanchaceae) y *Lachemilla pinnata* (Rosaceae).

4.3.3 Pastizal bajo denso:

Las laderas y pendientes con mayor humedad están más expuestas a las nubes bajas y nieblas, que son frecuentes en el Altoandino. En estas áreas, se desarrolla un césped denso de gramíneas y graminoides denominado pajonal o pastizal bajo (Figura 12b). Las especies típicas son las gramíneas *Deyeuxia minima*, *Deyeuxia curvula* y *Deyeuxia vicunarum*; ocasionalmente se pueden encontrar unos pequeños cojines laxos pero punzantes de *Aciachne pulvinata*, la abundancia de esta gramínea incrementa si hay sobrepastoreo. También se encuentran unas hierbas graminoides de la familia Cyperaceae; la más común es *Trichophorum rigidum*, que tiene un crecimiento erecto, mientras que *Carex macrorrhiza*, cuyos tallos maduros crecen postrados, es menos frecuente. En estas formaciones también acompañan varias hierbas pequeñas que crecen a manera de rosetas; las más típicas son *Viola bangiana, Viola pygmaea* (Violaceae); *Nototriche longirostris* (Malvaceae); también *Perezia coerulescens y Werneria nubigena* (Asteraceae). Una hierba postrada común es *Astragalus peruvianus* (Fabaceae), conocida localmente como “huallpa huallpa”. En lugares de mayor humedad son frecuentes unas hierbas pequeñas de la familia Gentianaceae; por ejemplo, *Gentiana sedifolia* y varias especies de *Gentianella*. Dentro del pastizal bajo (césped) aparecen a menudo manchas y fajas sin vegetación.

4.3.4 Pastizal alto de macollos con th´ola:

Conforme nos acercamos al límite inferior del piso andino superior, también nos acercamos a la frontera entre el Altoandino y la Puna. La vegetación de esta zona de transición es el reflejo de cambios que se dan al disminuir la altitud; ya que se produce un incremento progresivo en la temperatura; además disminuye la frecuencia de heladas nocturnas, se reducen las precipitaciones, y se desarrollan suelos bien drenados. Este conjunto de condiciones permite el desarrollo de un tipo de vegetación dominado por comunidades de plantas en macollos altos, con la presencia ocasional de algunos arbustos (Figura 12c), y con un estrato herbáceo bien desarrollado en lugares húmedos.



Figura 12. Formaciones de vegetación en el piso andino superior. **a.** Pastizal abierto ralo con cojines de *Pycnophyllum molle,* en el recuadro detalle del área que puede llegar a cubrir uno de estos cojines; **b.** Pastizal bajo denso; **c.** Pastizal alto de macollos con th'ola, la señalización muestra un arbusto de *Baccharis tola* (Fotos: a-b: S. Beck; c: F. Zenteno).

En laderas de pendientes fuertes se presentan los pastizales más altos. En estas formaciones dominan macollos de *Festuca dolichophylla* y *Deyeuxia rigida*. En el estrato herbáceo, predomina en muchas partes el "sillu sillu" (*Lachemilla pinnata,* Rosaceae); también es frecuente *Azorella biloba* (Apiaceae), una hierba pariente de la "yareta", que forma cojines y tapetes, fácil de reconocer porque la punta de sus hojas está dividida en dos lóbulos; algunas hierbas en roseta también son comunes, por ejemplo *Hypochaeris meyeniana* e *Hypochaeris echegarayi* (Asteraceae). Los arbustos que ocasionalmente pueden crecer entre estos pastizales altos son algunas "th'olas" como *Baccharis tola* var. *incarum* y *Baccharis papillosa* (Asteraceae).

Por otra parte, las laderas con pendientes de poca inclinación y las planicies húmedas no anegadas tienen un pastizal menos alto, pero más rico desde el punto de vista forrajero. Sus elementos típicos son las gramíneas *Deyeuxia vicunarum*, *Deyeuxia rigescens*, *Bromus lanatus* y *Poa* spp. Entre las hierbas también se encuentra *Lachemilla pinnata* (Rosaceae) y algunas rosetas como *Hypochaeris taraxacoides.*

En estas formaciones vegetales las quemas periódicas son frecuentes. Los pobladores locales queman los pastizales intentando mejorar el forraje para su ganado, ya que los brotes tiernos son comidos preferentemente. A largo plazo, por una recurrencia de las quemas, estas laderas cambian su régimen hídrico y se vuelven más secas. En ese caso, su composición florística se empobrece y entonces ingresan especies con menor valor forrajero, como *Jarava leptostachya*, conocida localmente como "ichu" o "paja dura", frecuentemente confundida con *Jarava ichu* (Poaceae), que en estas alturas es más rara; también algunas especies espinosas como el "cardo" –*Perezia multiflora* (Asteraceae), o la "ortiga" –*Caiophora chuquitensis* (Loasaceae).

4.3.5 Bofedales:

Un tipo de formación vegetal, muy característico en el piso andino superior, son los bofedales o turberas andinas de altura. Estos se forman en las depresiones grandes de las laderas y en los valles llanos entre las montañas, donde se encuentran suelos fríos permanentemente saturados de agua (29). En estas formaciones, la cobertura vegetal es muy densa, y las comunidades vegetales que las conforman albergan especies que son comunes sólo en este tipo de hábitat, como por ejemplo los cojines de juncáceas, *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, conocidos localmente como "kunkuna" y "ork'o paco". Estas formaciones prestan servicios ambientales muy importantes, por lo que en esta edición se presenta un capítulo sobre los bofedales del valle de La Paz en detalle.

5. Eco-región de la Puna

La eco-región de la Puna incluye a diversos ecosistemas de montaña desarrollados bajo un clima frío. Precisamente, el nombre "Puna" –de origen quechua– significa tierras altas y frías, por lo que frecuentemente es unida con la eco-región altoandina. En el valle de La Paz, esta eco-región se distribuye en las mesetas y montañas que se encuentran sobre los 3500 m, alcanzando su límite superior alrededor de los 4200 m. La diferencia con el Altoandino se debe a que, en esta zona de vida, el crecimiento de las plantas en general es de mayor altura; hay mayor presencia de arbustos erectos; incluso es posible el desarrollo de arbustos mayores a 2 m y también algunas especies arbóreas (28). El desarrollo de los mismos es posible bajo el clima más favorable, respecto a la eco-región altoandina. No obstante, los tipos de vegetación que predominan en esta eco-región son los pastizales con arbustos siempreverdes y los matorrales con especies resinosas (16); también son frecuentes plantas con "pelos" cortos, finos y densos.

Las condiciones climáticas que dan lugar a esta eco-región son principalmente la temperatura y humedad. Por un lado, la temperatura es mayor que en la eco-región altoandina, en la Puna se registran entre 7,5 y 10 ºC como promedio de la temperatura anual (8). Las heladas nocturnas son regulares y se producen sobre todo entre mayo y agosto, pero no son tan intensas y frecuentes como para impedir el desarrollo de plantas que tienen los brotes de renovación de sus hojas por encima del suelo. Por otra parte, la abundancia de especies resinosas, microfoliadas y con indumento denso (pelos), se debe a la estacionalidad en la humedad. En el valle de La Paz, la eco-región de la Puna es básicamente semihúmeda, con seis meses húmedos por año; existe una época seca en que las lluvias son más escasas; en ésta se da un déficit entre el agua que las plantas pierden por evapotranspiración y la que reciben por las precipitaciones. Por lo tanto, para sobrevivir en este ambiente, las plantas necesitan tener hojas que disminuyan la pérdida de agua, tener la posibilidad de secarse y perder parte de sus hojas mientras dura la época desfavorable, o estar asociadas a fuentes de agua.

En cuanto a la agricultura, esta eco-región puede ser considerada como una zona de tubérculos andinos (11). Se conoce que desde tiempos antiguos esta eco-región se ha constituido en el centro de actividades de subsistencia en los Andes (6); no solo por la producción agrícola, sino también porque en ella se aprovecha la época de heladas para elaborar tubérculos deshidratados –por ejemplo, el chuño, que es una valiosa forma de conservar estos alimentos. De acuerdo con la guía de cultivos andinos (20), en los rangos de altitud que corresponden a esta zona, se cultivan varias especies nativas andinas, por ejemplo tubérculos: "papas" (p.ej. *Solanum tuberosum* ssp. *andigenum*, Solanaceae), "oca" (*Oxalis tuberosa*, Oxalidaceae), "papalisa" (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae), "isaño" (*Tropaeolum tuberosum,* Tropaeolaceae); también algunos granos, como el "tarwi" (*Lupinus mutabilis*, Fabaceae), la "quinua" y "cañahua" (*Chenopodium quinoa* y *Ch. pallidicaule* respectivamente, ambas Chenopodiaceae, provisionalmente incluida en Amaranthaceae). Adicionalmente, existen algunos cultivos que se han "andinizado", ya que provienen de otras regiones del mundo, por ejemplo las leguminosas "haba" (*Vicia faba*) y "arveja" (*Pisum sativum*), y algunas gramíneas como la "cebada" (*Hordeum vulgare*) y la "avena" (*Avena sativa)* (Ver capítulo de Moya & Zenteno-R).

En el valle de La Paz, la eco-región de la Puna, vista desde arriba, se dispone a manera de un cinturón, cubriendo laderas, quebradas, cerros y picos con crestas en casi la totalidad de las direcciones, excepto en el área de los valles por los cuales desemboca el río La Paz (Figuras 3 y 14). En todo el borde oeste y suroeste del valle de La Paz, esta eco-región limita en la parte más alta con el Altiplano; mientras que hacia el nor-

te, este y sureste se encuentra protegida por las altas montañas de la Cordillera Real. En la Puna de nuestra área las precipitaciones se encuentran entre los 500 a 600 mm anuales, y según la altitud caen en forma de nieve, granizo o lluvia (16). La distribución de precipitaciones es variable en el área, éstas aumentan al ascender en altitud; además existe un gradiente de humedad decreciente en sentido este a oeste (16). Todas estas condiciones son importantes, ya que determinan la variación en los ecosistemas que podemos encontrar dentro de la eco-región de la Puna en el valle de La Paz.



Figura 13. Especies que crecen entre los pastizales altoandinos del piso andino superior. **a.** *Luzula racemosa*; **b.** *Viola pygmaea*; **c.** *Werneria pectinata* creciendo en un cojín de *Pycnophyllum tetrastichum*; **d.** *Astragalus peruvianus*; **e.** *Hypochaeris meyeniana*; **f.** *Ephedra rupestris*; **g.** *Gentiana sedifolia*; **h.** *Gentianella bockii*.; **i.** Cojines de *Aciachne pulvinata*; **j.** *Perezia multiflora* (Fotos: a-b, d: S. Beck, f-h, j: D. Ibáñez, c, e, i: N. Mérida).

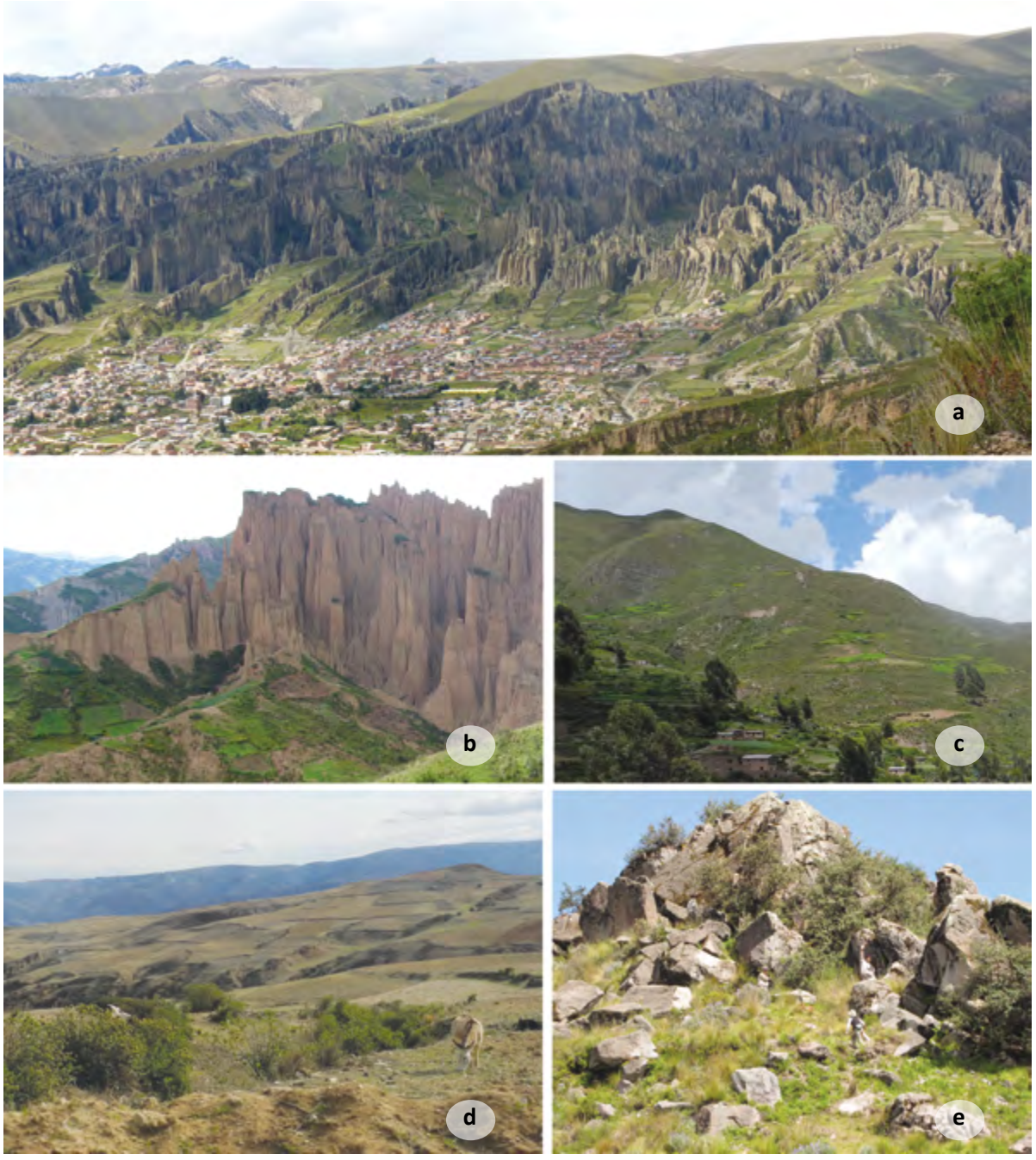


Figura 14. Relieve y fisonomía en la Puna. **a** y **b.** Áreas con pendiente moderada alternan con quebradas y paredes erosionadas; **c.** Laderas amplias, cubiertas por pastizales, matorrales y cultivos; **d.** Puna en la época seca con áreas de cultivos y restos de vegetación, Cohoni; **e.** Áreas con afloramientos rocosos al sureste del valle de La Paz (Fotos: a: I. Jiménez; b: S. Beck; c-d: F. Zenteno; e: N. Mérida).

5.1 Piso andino inferior:

La eco-región de la Puna en el valle de La Paz está representada en un solo piso altidudinal, el piso andino inferior, cuyos rangos altitudinales son los mismos que los de la eco-región: 3500/3600 a 4200 m. La vegetación está muy fragmentada; rara vez se encuentran formaciones continuas de gran extensión, mayormente sobreviven restos alrededor de las chacras (áreas cultivadas) de papas, habas, cebada. Estos fragmentos muchas veces quedaron demarcando límites, y a pesar de los espacios reducidos que ocupan, presentan una flora bastante diversa (ver también zona de transición en el piso altimontano). Debido a que el relieve en este piso del valle de La Paz es muy heterogéneo podemos encontrar muchas variaciones microclimáticas que, sumadas a variaciones en el sustrato y a las influencias humanas, dan lugar a diferentes formaciones de vegetación, las más representativas se describen a continuación.

5.1.1 Pajonales con arbustos dispersos:

Los pajonales con arbustos dispersos representan la vegetación predominante en la eco-región de la Puna del valle de La Paz. Estos se desarrollan en laderas montañosas altas, y se caracterizan por la presencia de gramíneas y arbustos que comúnmente tienen hojas resinosas. Estos pajonales pueden ser muy variables; dependiendo de las condiciones de humedad pueden crecer formando capas de vegetación cerrada o pastizales más abiertos (16). Un tipo de estos pastizales se desarrolla en laderas altas con suelos pedregosos, bien drenados (29); en estos lugares predominan los pajonales con macollos altos de *Festuca dolichophylla, Jarava leptostachya,* varias especies de *Nassella* (*N. brachyphylla* "(flecha)", *N. mexicana, N. mucronata, N. meyeniana*), *Eragrostis lurida, E. virescens* y las "th'olas", que son arbustos de diferentes especies de *Baccharis*, por ej. *Baccharis tola* var. *incarum* (Figura 16 a-c).

Posiblemente, la dominancia de especies resistentes al fuego en estos pajonales puede ser resultado de las quemas frecuentes. Después del fuego, cada vez la cobertura del suelo queda menos protegida contra la fuerte insolación y las intensas lluvias estacionales; el suelo y todo el ambiente se vuelven más secos y solamente las especies bien adaptadas sobreviven. Por ejemplo, la mayoría de las especies de th'olas rebrotan rápidamente después de la quema y además producen miles de semillas. Las cactáceas también se encuentran en estas formaciones y sobreviven a las quemas, sobre todo las que crecen al ras del suelo como el "waraqo" (*Lobivia maximiliana*), y los cojines convexos de *Cumulopuntia pentlandii.*

5.1.2 Matorrales abiertos:

Sobre laderas relativamente cálidas, pedregosas de conglomerado de gravas y arcilla, como se ven bajando de El Alto hacia Achocalla, a unos 3950 m, crece un matorral de numerosas especies arbustivas y macollos de gramíneas. Las especies más comunes de arbustos o subarbustos son: *Baccharis tola* var. *incarum, Baccharis latifolia, Baccharis linearifolia* subsp. *polycephala* (Asteraceae); "ayacaulli" *Adesmia miraflorensis* (Fabaceae); "zapatilla" *Calceolaria parvifolia* (Calceolariaceae), "muña muña" *Clinopodium bolivianum* (Lamiaceae), los "sunchos" *Viguiera fusiformis, V. procumbens* (Asteraceae). Entre las hierbas dominan las "wirawiras" y sus parientes menos olorosos *Achyrocline alata*, A. *ramosissima, Gnaphalium dombeyanum, G. gaudichaudianum* y varias especies de "achicoria" *Hieracium* spp., *Hypochaeris elata* (Asteraceae). Las gramíneas no tienen tanta cobertura en esta zona; pero es frecuente el "ichu" *Jarava ichu* y una pariente, *Nassella pubiflora*.

5.1.3 Matorrales de áreas húmedas

Al pie de las laderas o en el fondo de las quebradas, se desarrollan unos matorrales en los que predominan arbustos con follaje más denso y ancho, pero también resinoso. Estos arbustos son conocidos localmente como "chilcas", y corresponden a varias especies de *Baccharis* (Asteraceae) que prefieren ambientes húmedos. Las especies de chilca de la Puna de La Paz son las siguientes. La más común con hojas lustrosas, anchas y con tres nervios de la base, es *Baccharis latifolia*. Además existen dos especies que son más raras, con nervadura pinnada, *Baccharis densiflora*, con hojas angostas y *Baccharis pentlandii* con hojas más anchas, más común en las partes altas de los Yungas (Figura 16 d-f). Una forma intermedia representa la única *Baccharis* endémica del valle de La Paz, *Baccharis glomerata*, solamente conocida del sector de la laguna de Ánimas, hacia Apaña y por el cerro Cuñamani (30).

5.1.4 Vegetación saxícola:

Sobre afloramientos rocosos, o en laderas muy pedregosas, se desarrolla una vegetación generalmente dominada por rosetas espinosas muy grandes, que forman colonias de cobertura discontinua (29). Una de estas rosetas, que está presente en la vegetación saxícola de la Puna del valle de La Paz, es *Puya herzogii* (Bromeliaceae), localmente conocida como "kayara". También, en lugares asoleados, a menudo aparecen grupos de rosetas grandes, espinosas, de "kaya", *Puya meziana*. Éstas se ven en las cimas de las columnas de erosión y laderas altas y pedregosas de Següencoma, Obrajes y en el sector de la Muela del Diablo y las partes altas de Llujo; sin embargo, se encuentra con mayor abundancia hacia el camino de Cohoni que comparte incluso con algunos pequeños rodales de "keñua" (*Polylepis pacensis*).

5.1.5 Relictos de bosques puneños:

Al sureste del valle de La Paz, en algunas quebradas, desfiladeros angostos, y en áreas rocosas relativamente húmedas y de difícil accesibilidad, se encuentran algunos relictos de bosques bajos de "keñua" (*Polylepis pacensis,* Rosaceae; figura 15f). Estos árboles son inconfundibles por su corteza defoliante como papel de color pardo, característicos en las partes altas de los Andes. En algunos de estos bosques además se encuentran otros arbolitos, como la"chachacoma" (*Escallonia resinosa,* Escalloniaceae). Estos relictos de bosques han sido observados en áreas altas por la población de Llujo en laderas rocosas y el camino de Killiwaya hacia Cohoni; pasando el límite del área de Cohoni hacia el nevado Illimani se pueden observar pequeñas manchas de estos rodales. En épocas antiguas esta formación vegetal posiblemente predominó en áreas más extensas dentro del valle de La Paz. Posiblemente cientos de años de intensa explotación de estas especies arbóreas, así como la transformación de estos ecosistemas en áreas de cul-

tivo, podrían haber hecho desaparecer los bosques de ésta eco-región (ver capítulo de los bosques de "keñua" en esta edición). Otro arbusto hasta árbol de esta formación boscosa, que podría estar presente en este tipo de formaciones, es la "quishwara" (*Buddleja coriacea,* Scrophulariaceae, antes en Loganiaceae). Hoy se encuentra solamente en forma cultivada en la eco-región de la Puna. Un pariente cercano silvestre *Buddleja montana* crece en la parte alta del valle de Zongo, alrededor de la laguna Viscachani.

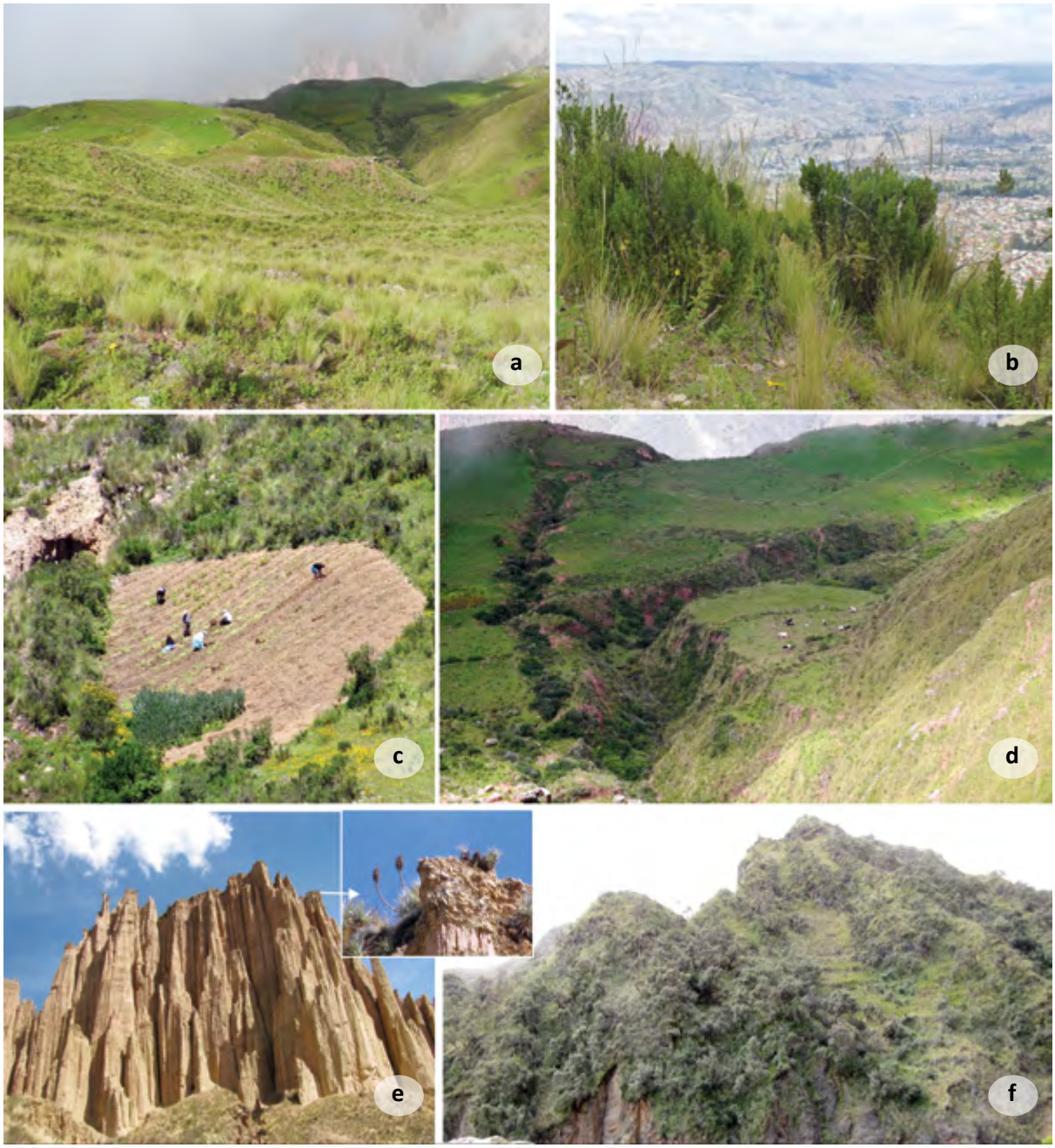


Figura 15. Formaciones de vegetación en la Puna, piso andino inferior. **a** y **b.** Pajonales con arbustos de th'ola; **c.** Restos de vegetación alrededor de cultivos; **d.** Vegetación seminatural en quebradas; **e.** Vegetación saxícola en la cima de las columnas de erosión; **f.** Relictos de bosques de "keñua" (Fotos: a, d: F. Zenteno, b: I. Jiménez, c, e: S. Beck, f: N. Mérida).



Figura 16. Forma de las hojas en los arbustos de las "th'olas" (arriba) y "chilcas" (abajo). **a.** *Baccharis tola* var. *incarum*; **b.** *Baccharis linearifolia* subsp. *polycephala*; **c.** *Baccharis papillosa* subsp. *papillosa*; **d.** *Baccharis latifolia*; **e.** *Baccharis pentlandii*; **f.** *Baccharis densiflora*. (Fotos: a: N. Mérida; b: I. Jiménez; c-f: S. Beck).

5.1.6 Vegetación seminatural de quebradas:

En el sector entre Ovejuyo y la laguna de Ánimas se han registrado en quebradas protegidas algunos arbustos raros como una "chachacoma" de hojas menudas, *Escallonia myrtilloides* (Escalloniaceae) y una "grosella silvestre", *Ribes pentlandii* (Grossulariaceae); además de unas hierbas *Hieracium trichodontum* (Asteraceae), *Cerastium subspicatum* (Caryophyllaceae), *Lathyrus magellanicus* (Fabaceae); y la orquídea, de apariencia nada espectacular, pero con un nombre genérico único, *Aa weddelliana*. También crecen ahí especies más comunes como la "muña muña", *Clinopodium bolivianum* (Lamiaceae); el "manka paqui", *Agalinis brevifolia* (Orobanchaceae); y *Calceolaria parvifolia* (Calceolariaceae). A través del valle de La Paz, las quebradas que quedan en medio de la matriz de cultivos y áreas alteradas posiblemente sean refugios para el mantenimiento de especies nativas que han desaparecido de áreas más expuestas (Figura 15d).



Figura 17. Especies que crecen en diferentes formaciones de vegetación del piso andino inferior. **a.** *Mutisia orbignyana*; **b.** *Clinopodium bolivianum*; **c.** *Puya herzogii*; **d.** *Lupinus* sp.; **e.** *Calceolaria buchtieniana*; **f.** *Lobivia pentlandii*; **g.** *Caiophora chuquitensis*; **h.** *Lepechinia meyenii*; **i.** *Muehlenbeckia volcanica* (Fotos: a, e-g: S. Beck; b-c: F. Zenteno; d: N. Mérida; h-i: I. Jiménez).

5.1.7 Vegetación ruderal:

El término ruderal se refiere a la flora y comunidades vegetales que se desarrollan por influencia de la presencia de viviendas y de actividades humanas. Gran parte de la ciudad de La Paz se desarrolla en la Puna y el piso altimontano de los Valles Secos; y en ella se puede encontrar una vegetación ruderal en diferentes ambientes urbanos como bordes de calles y caminos, terrenos baldíos, depósito de escombros, techos, jardines y lugares alrededor de las viviendas, que incluye la combinación de especies nativas e introducidas que crecen de forma espontánea. Esta vegetación de la ciudad ha sido descrita por García (31, 32).

Los ambientes urbanos tienen en común una gran variación microclimática: alta insolación durante el día y exposición a bajas temperaturas en la noche. Además, están sujetas a la emisión de gases y depósito de polvo causados por el tránsito de vehículos, al pisoteo de personas y animales, y a la acumulación de desechos orgánicos (basura, orina y heces) entre otras formas de perturbación. A causa de vivir en estas condiciones, las plantas ruderales son frecuentemente nitrófitas, es decir, se acostumbran a vivir en lugares con alto contenido de nitrógeno mineral. Este es el caso de las especies introducidas de malváceas de los géneros *Fuertesimalva*, *Malva* y *Tarasa*, brasicáceas de los géneros *Brassica*, *Descurainia*, *Lepidium*, *Rapistrum* y *Sisymbrium*, solanáceas del género *Solanum*, algunas asteráceas como *Taraxacum officinale*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus oleraceus* y *S. asper,* una urticácea *Urtica urens*, y una euforbiácea cosmopolita, *Euphorbia peplus*.

Algunas especies tanto nativas como introducidas que requieren humedad, están en acequias, canales de drenaje, en la salida de las canaletas, como *Cotula coronopifolia, C. australis, Rumex cuneifolius* ("kento"), *Oxalis corniculata, Epilobium denticulatum* y *E. pedicellare*. Por el contrario, especies tolerantes a la sequía se encuentran en techos y laderas pedregosas como *Atriplex semibaccata*. Por otra parte, en caminos, en calles empedradas y con adoquines, y al pie de las paredes de las casas, las grietas son colonizadas por especies de amarantáceas, *Alternanthera pungens* y *Guilleminea* densa, asteráceas como *Galinsoga parviflora*.

6. Eco-región de los valles secos

La Eco-región de los valles secos corresponde a un conjunto diverso de ecosistemas más o menos áridos, que se desarrollan entorno a los valles profundos de los sistemas montañosos de los Andes (11), bajo un clima moderadamente cálido y con una estacionalidad muy marcada en sus precipitaciones. Estos ecosistemas se encuentran por debajo de los 3500 m, en cabeceras de valles, en colinas y mesetas bajas, en laderas inferiores de las montañas y en sus valles profundos (33). En estas altitudes la temperatura es mayor y las heladas son menos frecuentes que en el Altoandino y la Puna, por lo que es posible el desarrollo de una vegetación de mayor altura, matorrales altos e incluso bosques bajos. No obstante, algo fundamental en esta eco-región es que las formaciones vegetales están fuertemente condicionadas por un clima semiárido hasta subárido, que no sólo se produce por las reducidas precipitaciones, sino por la existencia de una prolongada época seca que se suma a las elevadas temperaturas.

La existencia de los Valles Secos se ha atribuido con frecuencia al efecto de "sombra de lluvia" que producen las grandes barreras montañosas sobre los valles que se encuentran detrás de ellas; ya que las elevadas montañas no sólo impiden el paso de la humedad, sino que el aire que logra atravesar esta barrera, y que desciende hacia los valles profundos, es seco y caliente (ver efecto Föehn en el capítulo de Clima). Sin embargo, cada vez hay más evidencia de que la "sombra de lluvia" no explica por si sola la presencia de los Valles Secos. Carl Troll (11) y más recientemente Killeen y colegas (34), expusieron que las notables condiciones de aridez en estos valles profundos resultan de la interacción entre la topografía, la radiación solar, los vientos que se producen internamente en estos valles, y los efectos que estos factores tienen sobre la precipitación (Figura 18).

La Figura 18 resume parte del enfoque de Troll (11) y de Killeen y colegas (34). Por un lado, hay un ciclo diario de vientos diurnos que se producen dentro del valle. Estos se inician cuando las laderas de los valles son calentadas al recibir los rayos del sol, ya que el aire que está en la superficie del suelo se calienta y asciende ladera arriba (Figura 18a). El aire más frío, que se encuentra en el fondo del valle, se desplaza para remplazar el movimiento de esas masas de aire. Por último, se produce un retorno de las masas de aire al centro del valle para remplazar aquellas que se desplazaron hacia las laderas (Figura 18b). Es posible que este aire esté inicialmente saturado, sin embargo, cuando va descendiendo se va calentando y pierde su humedad (34). Las condiciones de aridez más extremas en las zonas más profundas de los valles se deben en gran parte a estos vientos secos y calientes que descienden al fondo del valle (11). Por otra parte, los vientos calientes que se producen en estos valles también logran disipar nubes poco densas, ya que las gotas de lluvia se evaporan por efecto del calor (35). Así, el fondo de estos valles generalmente se encuentra libre de nubes, por lo que las zonas más bajas reciben mayor radiación solar y se intensifican las condiciones xerofíticas en ellas (34).

El ciclo diurno de los vientos de valle también tiene otros efectos. Si el aire que es desplazado con los vientos diurnos de valle presenta suficiente humedad, este se va concentrando en las partes más altas de las laderas (11). Cuando estos vientos ascienden lo suficiente, esta humedad puede llegar a condensarse y formar nubes (34). Debido a esto, alrededor de los 3000 m, muchas veces se producen zonas con nubes o neblinas, que permiten el desarrollo de hábitats más húmedos (Figura 18b, piso altimontano).

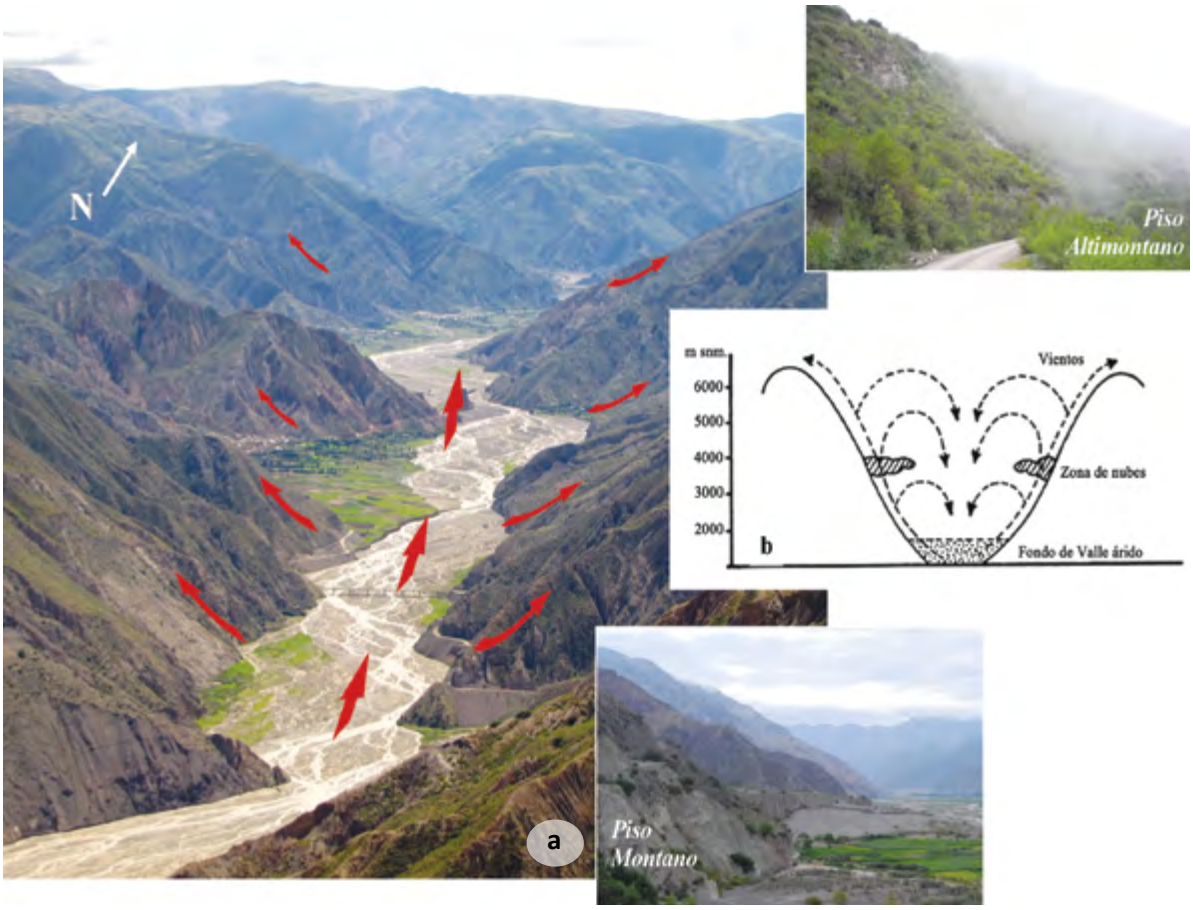


Figura 18. Sistema de vientos de valle diurnos en relación a los pisos altimontano y montano en la Eco-región de los valles secos del valle de La Paz; **a.** valle del río La Paz, las flechas indican el sentido de los vientos de valle diurnos; **b.** Vista transversal del sistema de vientos de valle diurnos de acuerdo a Carl Troll (11); explicación complementaria en el texto (Fotos: a: N. Mérida; der.: F. Zenteno).

En el valle de La Paz, la Eco-región de los valles secos se distribuye siguiendo el curso del área de influencia de los profundos valles de los ríos La Paz y Palca, que son los de mayor envergadura en el área (Figura 3). Como todo el valle de La Paz, esta eco-región se encuentra a sotavento de la Cordillera Real. Su límite altitudinal superior se encuentra alrededor de los 3500 m, por debajo de la Puna; su límite inferior alrededor de los 2200 m, al sur-sureste del valle de La Paz. El clima es semiárido hasta subárido, con cuatro o hasta dos meses húmedos por año en promedio (8). Las precipitaciones generalmente están por debajo de los 650 mm/año (36). La temperatura media anual está por encima de los 14 ºC, pudiendo llegar a 16 o 17 ºC en las zonas de menor altitud. En el valle del río La Paz se ha registrado la existencia del movimiento de masas de aire caliente y húmedo en ascenso por el valle durante el día (12).

Las características climáticas de los Valles Secos en el valle de La Paz condicionan la presencia de una vegetación con abundancia de plantas espinosas, suculentas y especies leñosas deciduas, que pierden sus hojas durante la época seca (36). Los árboles y arbustos microfoliados de leguminosas también son típicos en estos valles. Todos estos rasgos morfológicos o estrategias de vida son los que les permiten enfrentar, tolerar o evadir la falta de agua en el ambiente. Por ejemplo, al tener hojas reducidas o perder el follaje en la época seca, las plantas disminuyen la pérdida de agua que se produce por transpiración a través de sus hojas (Figura 19b-d). Otras especies, como *Prosopis laevigata*, tienen la capacidad de utilizar el agua subterránea (37), posiblemente por esto su follaje permanece aún durante la época seca (Figura 19e). Por otra parte, las plantas suculentas almacenan agua en sus tallos u hojas (Figura 19a). Si bien en los Valles Secos predominan las plantas con rasgos morfológicos xerofíticos, esto no implica que otras formas de vida no puedan desarrollarse en ellos. Numerosas hierbas crecen durante la época húmeda y se pierden durante la época seca, manteniendo sus poblaciones a través de bancos de semillas o con bulbos debajo del suelo que esperan una temporada favorable de lluvias para rebrotar. Otras especies sólo se desarrollan en ambientes con mayores condiciones de humedad, por ejemplo quebradas, zonas con presencia de neblina o áreas con inundaciones temporales.



Figura 19. Formas de vida y de crecimiento de plantas que caracterizan a la Eco-región de los valles secos del valle de La Paz. **a.** Plantas suculentas (ej. *Corryocactus melanotrichus*); **b** y **c.** Arbustos espinosos, con hojas parcial o totalmente reducidas (ej. b. *Berberis commutata*, **c.** *Colletia spinossisima*); **d.** Plantas deciduas o semideciduas, que pierden total o parcialmente sus hojas en la época seca (ej. *Caesalpinia trichocarpa*); **e.** Árboles y arbustos espinosos, microfoliados (ej. *Prosopis flexuosa*) (Fotos: a, c: N. Mérida; b, d: S. Beck; e: F. Zenteno).

Si bien en los Valles Secos del valle de La Paz predominan plantas con rasgos xerofíticos, su abundancia en los diferentes ecosistemas depende de las condiciones locales, como por ejemplo, la altitud, exposición, humedad, precipitación, temperatura, radiación y vientos, entre otros. En las laderas y zonas más bajas de los valles se encuentran las regiones subáridas y calientes, con tan solo dos o tres meses húmedos por año; estas condiciones dan lugar a una vegetación xérica, dominada por matorrales espinosos, con especies microfoliadas, deciduas, y también plantas suculentas. Hacia las laderas superiores y cabeceras de valle el clima es semiárido, con cuatro meses húmedos por año, y en muchos casos están bajo la influencia de las neblinas y nubes producidas por los vientos de valle diurnos; en estas zonas se presentan formaciones vegetales que combinan especies deciduas y especies siempreverdes. Debido a estas diferencias, en la Eco-región de los valles secos, podemos diferenciar dos pisos altitudinales: el piso altimontano y el piso montano.

Los pisos altimontano y montano del valle de La Paz, en la anterior edición de este libro, se habían incluido como “el piso de la Prepuna y de los Valles Secos”. Sin embargo, actualmente se reconoce a la Prepuna como una formación que se distingue de los Valles Secos, por su clima y por la estructura y composición de la vegetación; además su distribución se encuentra limitada al sur de Bolivia (38).

6.1. Piso altimontano/subandino:

El piso altimontano o subandino comprende la zona de vida que se encuentra justo por debajo del límite de transición con la eco-región de la Puna y por encima del piso montano de los Valles Secos (Figura 3). Este piso se encuentra entre los 3100 y 3500 m. La parte alta del piso altimontano corresponde a las cabeceras de los valles, y tiene gran afinidad con la Puna (36); podría llamarse también subpuna, ya que es una zona de transición donde se mezclan elementos florísticos de la Puna con los del piso altimontano de los Valles Secos. En el límite inferior por el contrario, esta zona de vida tiene mayor afinidad con el piso montano.

En el valle de La Paz el piso altimontano se distribuye como una franja estrecha que se dispone por encima del límite altitudinal del piso montano (Figura 3). En la ciudad de La Paz, este piso se distribuye desde algunos valles en Miraflores, en la zona sur (por ejemplo Cota Cota, Calacoto, Obrajes), pasando por el Valle de La Luna y Mallasa. El clima es moderadamente frío, con temperaturas que en promedio anual están entre los

10 a 13 ºC en las zonas más altas, y alrededor de los 14 ºC en la zona más baja (8). El clima es semiárido, con cuatro meses húmedos por año. Las precipitaciones se encuentran entre 500 y 600 mm anuales en promedio (39). En esta zona todavía se registran heladas, aunque menos frecuentes que en el piso andino inferior; en Calacoto por ejemplo, a una altitud de 3280 m, se registran heladas intensas en junio y julio, incluso hasta fines de agosto, con algunas heladas esporádicas en septiembre; estando libre de heladas hasta mayo (35). Las heladas en los valles cerrados como Obrajes son más pronunciados, por el estacionamiento de masas de aire frío durante la noche (35). En ocasiones muy raras, por encima de los 3300 m, puede caer nieve, dejando un paisaje muy pintoresco en la ciudad (*obs. pers.* F. Zenteno).

El relieve en esta zona es muy variable, abarca las cabeceras de valles, laderas moderadas y laderas con alta pendiente (Figura 20a y 20c). Este piso se caracteriza por la presencia de formaciones montañosas poco elevadas, con relieves irregulares y muy pedregosos. Las unidades geomorfológicas comprenden lechos de ríos, terrazas y planicies, abanicos aluviales, quebradas laterales, y las laderas que, por su puesto dominan (Figura 20d y 20e). El sustrato está formado en su mayor parte por roca sedimentaria, del tipo conglomerado poco consolidado, con suelos franco-arenosos y, en algunas partes, arcillosos. Debido a la naturaleza del sustrato la erosión hídrica y la eólica son intensas, determinando la formación de sistemas de columnas (por ejemplo, Valle de la Luna y bordes del camino a Mallasa) y cárcavas más o menos profundas (Figura 20b). El suelo en algunos sectores es alcalino y presenta eflorescencia de sales.

En esta zona de vida se desarrolla una vegetación con arbustos, pequeños árboles leñosos y algunas plantas suculentas. En cuanto a cultivos agrícolas, en lugares con poco peligro de heladas, el mayor énfasis está en el maíz, trigo, papa, entre otros (8).

6.1.1 Matorrales en zonas de transición o subpuna:

En la zona más alta del piso altimontano de los Valles Secos muchas áreas corresponden a una transición con la Puna; esto es notorio porque la vegetación está dominada por comunidades vegetales compuestas por especies de ambas eco-regiones. Por una parte se encuentran arbustos altos, siempreverdes, como algunas "th'olas" típicas de la Puna (por ejemplo, *Baccharis tola* con algunas variedades). Otras especies tienen su distribución en zonas de transición, como las "th'olas" *Baccharis papillosa* subsp. *papillosa* y *Baccharis linearifolia* subsp. *polycephala* (sin.: *Baccharis pflanzii,* Asteraceae), también el "ayacauli" (*Adesmia miraflorensis*, Fabaceae), la "chinchircoma" (*Mutisia acuminata*, Asteraceae), una pariente de la quishwara *Buddleja aromatica* (Scrophulariaceae) y los "zapatitos" (*Calceolaria* spp.). Además forman parte muchas hierbas como las compuestas, varias especies de *Bidens* y *Conyza*, *Erigeron pazensis*; cariofiláceas como *Silene chilensis*, *Spergularia pazensis*; leguminosas nativas, *Astragalus garbancillo*, *Lupinus* spp., *Trifolium amabile*, y naturalizadas como *Medicago polymorha, Trifolium repens*; y gramíneas en macollos como *Festuca dolichophylla.* Por otra parte, se encuentran especies típicas de los Valles Secos, como las leguminosas "mutuy mutuy" o "takarkaya" (*Senna aymara*) y un subarbusto muy común de flores azules (*Dalea pazensis*); además de otros arbustos como el "manka paqui" o "sojo sojo" (*Agalinis* spp., Orobanchaceae), el "k'opi" (*Kageneckia lanceolata*, Rosaceae), la "th'ola suppa" (*Baccharis boliviensis*, Asteraceae) (Figura 21). Algunos restos de estas formaciones vegetales se pueden encontrar en el sector de la subida a la Muela del Diablo, al sureste de la ciudad de La Paz. También se han observado matorrales espinosos que presentan comunidades de transición a la Puna en el cerro Meja Kkollu de la comunidad Retamani (27).

Hay que considerar que esta área es la más intervenida y actualmente se encuentra el área urbana. Sin embargo, conforme descendemos encontramos cada vez más especies que son características de los Valles Secos. Por ejemplo, algunos arbustos de solanáceas, como el "k'ama k'ama" (*Lycianthes lycioides*) con flores celestes rotáceas, y el arbusto espinoso "tankara" (*Dunalia brachyacantha*), con flores moradas tubulares, que crece frecuentemente en áreas antrópicas; ambas especies pierden sus hojas en la época seca. También es muy común observar en los bordes de caminos, sendas y terrenos baldíos un arbolito con flores tubulosas amarillas, *Nicotiana glauca*, también conocida como "karalahua". Además se pueden observar árboles dispersos de "molle" (*Schinus areira,* Anacardiaceae), una especie indicadora de esta eco-región. Restos de este tipo de vegetación se encuentran en la ciudad de La Paz, a partir de la zona de Cota Cota (3410 m).

En época de lluvias se desarrollan numerosas especies anuales en el matorral. Entre las gramíneas destacan el "pasto bandera" *Bouteloua simplex* y la naturalizada de culmo delgadito *Vulpia myuros*. Otras hierbas comunes registradas incluyen varias compuestas como el "anís anís" *Tagetes filifolia* y parientes, *Schkuhria multiflora*, y otras como el "pega pega" *Bidens* spp. y "reloj reloj" *Erodium cicutarium*.

En zonas más bajas, alrededor de los 3400 m, se pueden encontrar comunidades afines con la Puna. Como los rodales o pequeños bosques de "keñua" camino de Killiwaya hacia Cohoni, a una altitud de 3370 m y que pueden subir hasta los 3600 m.

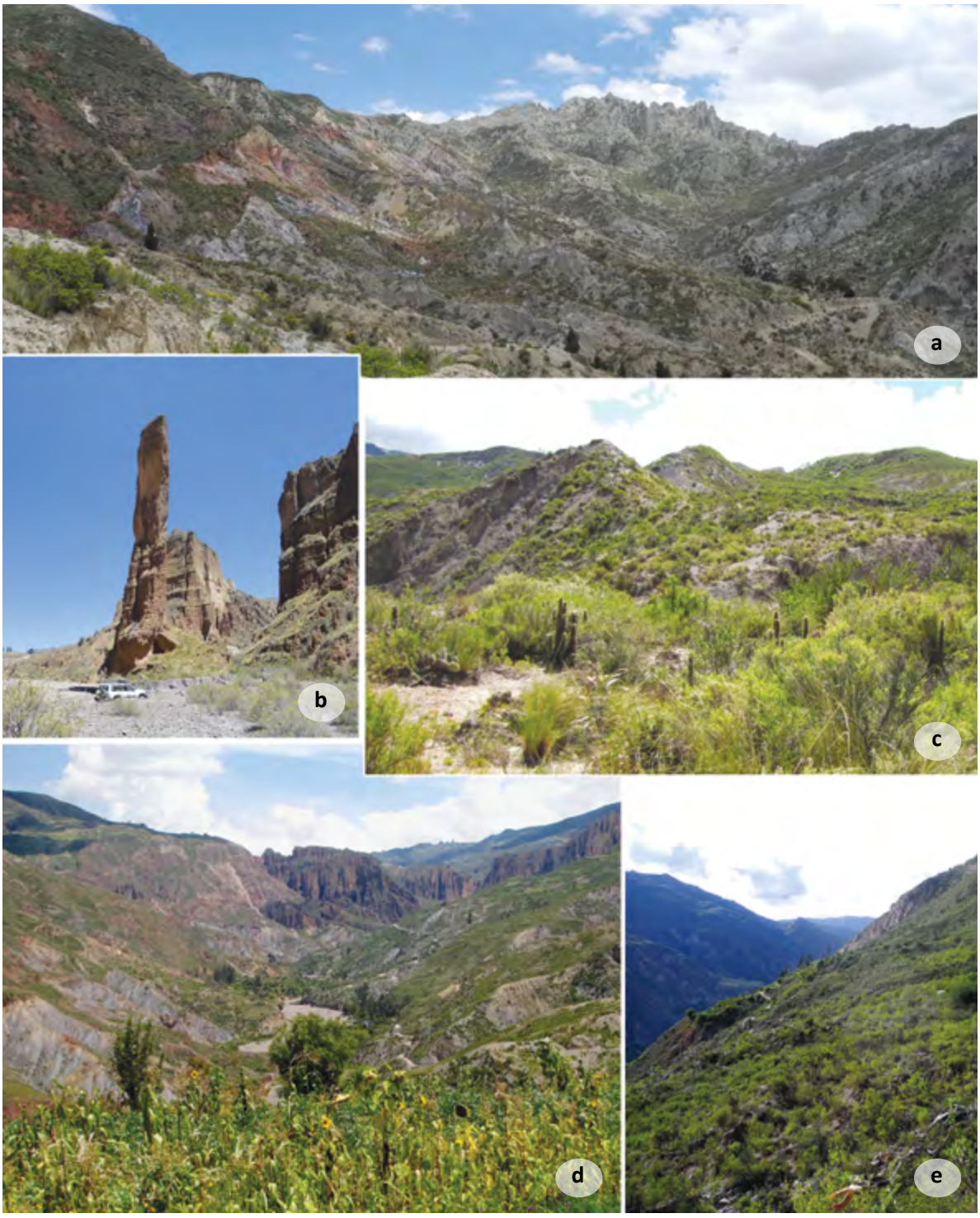


Figura 20. Fisonomía y relieve en el piso altimontano de los Valles Secos. **a.** Cabeceras de valle y laderas altas cerca de la ciudad de La Paz; **b.** Cañón de Palca; **c.** Cabecera de valle; **d.** Valles y laderas de reducida pendiente con producción de maíz; **e.** Laderas altas (Fotos: a, e: F. Zenteno; b: G. Zeballos; c-d: N. Mérida).

6.1.2 Matorrales abiertos:

En laderas con suelos poco consolidados, se desarrollan matorrales bajos, abiertos. Estos matorrales están dominados por arbustos semideciduos, arbustos espinosos, o plantas suculentas según el grado de aridez del ambiente.

Un tipo de estas formaciones se encuentra cerca de la ciudad de La Paz, en los cerros de Alto Següencoma y Aranjuez; y también por Palca y Killiwaya. La fisonomía está dominada por arbustos, pero las gramíneas que crecen en macollos también son importantes.

A pesar de que la cobertura vegetal es abierta, estas formaciones presentan una rica diversidad. Por ejemplo, se pueden encontrar arbustos típicos de Valles Secos como *Dalea pazensis* (Fabaceae), *Agalinis* sp. (Orobanchaceae), *Lantana balansae* (Verbenaceae); también algunos arbustos raros, como la rubiácea de flores tubulares moradas (*Heterophyllaea pustulata*), y la "tara" (*Tara espinosa*). En algunos lugares también se encuentran dispersas grandes rosetas espinosas de "kara" (*Puya meziana*, Bromeliaceae).

En estas zonas rocosas pedregosas, con pequeñas quebradas, se han observado algunas especies que indican algo de humedad en el ambiente. Por ejemplo, las "sehuencas" (*Cortaderia* spp., Poaceae); *Peperomia galioides* (Piperaceae), hierba algo suculenta, que está ausente en lugares más secos; y el "jamillo, fosforito" (*Tristerix penduliflorus*, Loranthaceae), una planta hemiparásita, leñosa, con flores muy vistosas, que crece sobre arbustos de *Dunalia brachyacantha*, *Schinus microphylla* y otros (40).

Las gramíneas y las hierbas son poco abundantes en estas formaciones, aunque la presencia de macollos altos y algunas hierbas depende de la inclinación de la ladera y sustrato. Por ejemplo, al sur del valle de La Paz se han observado algunas variantes. En mesetas y áreas de poca inclinación, los matorrales abiertos no están acompañados por gramíneas (Figura 22c). En laderas más inclinadas, se puede observar que estas formaciones incluyen también macollos altos de gramíneas (*Deyeuxia*, *Festuca*, *Nassella*) (Figura 22d).



Figura 21. Plantas que crecen con frecuencia en zonas de transición en el piso altimontano del valle de La Paz. **a.** *Mutisia acuminata*; **b.** *Adesmia miraflorensis*; **c.** *Dunalia brachyacantha*; **d.** *Lycianthes lycioides*; **e.** *Senna aymara*; **f.** *Agalinis* sp.; **g.** *Baccharis boliviensis*; **h.** *Salvia haenkei*; **i.** Fruto de *Kageneckia lanceolata* (Fotos: a, c-g, i: S. Beck; b: I. Jiménez; h: N. Mérida).

6.1.3 Matorrales densos siempreverdes:

Al pie de laderas del piso altimontano, en terrazas fluviales antiguas, en quebradas y áreas amplias alteradas, se pueden encontrar zonas con matorral denso, con 65 a 80 % de cobertura. Estos matorrales están dominados por arbustos altos como la "chacatea" (*Dodonaea viscosa*, Sapindaceae) y por individuos arbustivos o arbóreos de "molle" (*Schinus areira,* Anacardiaceae); que son especies siempreverdes típicas de los Valles Secos (Figuras 22f -g). Son frecuentes también los arbustos semideciduos como el "t'uyu t'uyu" (*Tessaria fastigiata*) y la "thola suppa" (*Baccharis boliviensis*, Asteraceae). En estos matorrales también se desarrollan especies deciduas como el "k'opi" (*Kageneckia lanceolata*, Rosaceae), y algunos individuos de arbustos espinosos como la "tantalla" (*Colletia spinosissima*, Rhamnaceae). Además se pueden encontrar gramíneas como *Bothriochloa barbinodis* y arbustos aromáticos como la "salvia" (*Salvia haenkei*, Lamiaceae) (Figura 21h).

Algo interesante es que, en un ambiente seco, puedan desarrollarse matorrales siempreverdes. Sin embargo, esto es posible debido a que algunas especies tienen estrategias eficientes en el uso del agua; por ejemplo, *Dodonaea viscosa* es un arbusto que en lugar de evadir la época seca perdiendo sus hojas, tiene una respuesta fisiológica a la sequía, controla sus estomas disminuyendo su apertura en las horas y meses de mayor falta de agua, y así puede tolerar la época seca con mayor eficacia (37).

6.1.4 Matorrales espinosos con suculentas:

Entre los matorrales abiertos, también existen algunas formaciones que son más xéricas. Éstas se componen principalmente por cactus columnares y arbustos espinosos, algunos de ellos pierden sus hojas en la época seca, otros son semideciduos; las plantas en general crecen esparcidas. Una especie común de este tipo de formaciones es el cactus columnar "kusa kusa" (*Corryocactus melanotrichus*), una especie endémica de Bolivia; no obstante, dominan los arbustos espinosos, como el "llaulli" *Dasyphyllum ferox* y *Lophopappus foliosus*, con hojas angostas espinosas, y flores blancas (Asteraceae).

En algunos matorrales espinosos predominan plantas suculentas, éstas pueden representar incluso el 30% de su cobertura. En el valle de La Paz las plantas suculentas que conforman estas formaciones son cactus columnares; como *Oreocereus fossulatus*, y "kusa kusa" *Corryocactus melanotrichus,* especie común y endémica de Bolivia; también algunos individuos de *Trichocereus bridgesii*, la "achuma"; se encuentran además agrupaciones pequeñas de *Echinopsis bridgesii*, un cactus que abre sus flores grandes blancas durante la noche. Esta formación de vegetación ha sido reconocida entre los 3200 y 3500 m, en mesetas de cerros de la comunidad Retamani, en la cuenca del valle de Palca (27). Estas formaciones también se pueden observar en Killiwaya, Una, y Río Abajo, en el piso montano. Por otra parte, dentro de la ciudad de La Paz también quedan algunos relictos de matorrales con agrupaciones densas de la "achuma", por ejemplo, en el valle que conecta la zona sur con Miraflores, y también en el Campus Universitario de Cota Cota.

6.1.5 Pajonal con rosetas espinosas:

En laderas altas y en cimas que se encuentran alrededor de los 3200 m, se pueden encontrar pajonales altos con abundancia de rosetas espinosas. Estas formaciones son muy densas y la cobertura de vegetación puede llegar a 85 o 90 %. Estos pajonales están dominados por gramíneas en macollos altos como la "chilliwa" (*Festuca dolichophylla*), y especies de los géneros *Nassella* y *Deyeuxia*. Resalta la presencia de grandes rosetas espinosas dispersas de *Puya* aff. *meziana* (Bromeliaceae). En lugares protegidos de estas laderas se observan arbustos. Los cactus columnares son raros, pero se pueden observar algunos individuos de *Corryocactus melanotrichus* y ocasionalmente algún individuo de *Oreocereus fossulatus*. Este tipo de formaciones se han observado en dirección a Killiwaya, Una y Collana.

6.1.6 Vegetación de quebradas y depresiones húmedas:

En quebradas y depresiones húmedas, se desarrollan formaciones con una cubierta arbustiva y herbácea densa y alta. Las "sehuencas" (*Cortaderia* spp., Poaceae) son características de estos ambientes, debido a que presentan raíces profundas que les permiten crecer en estas quebradas.

También son abundantes los arbustos con follaje denso, resinoso y lustroso, como la "chilca", *Baccharis latifolia*, y otras asteráceas con hojas opuestas, más pequeñas, como *Ageratina glechonophylla* y *Chromolaena connivens*, un arbusto aromático "muña" *Minthostachys acutifolia* (Lamiaceae).

Algunos arbolitos de "molle" también resaltan al borde de estas quebradas (Figura 22h).

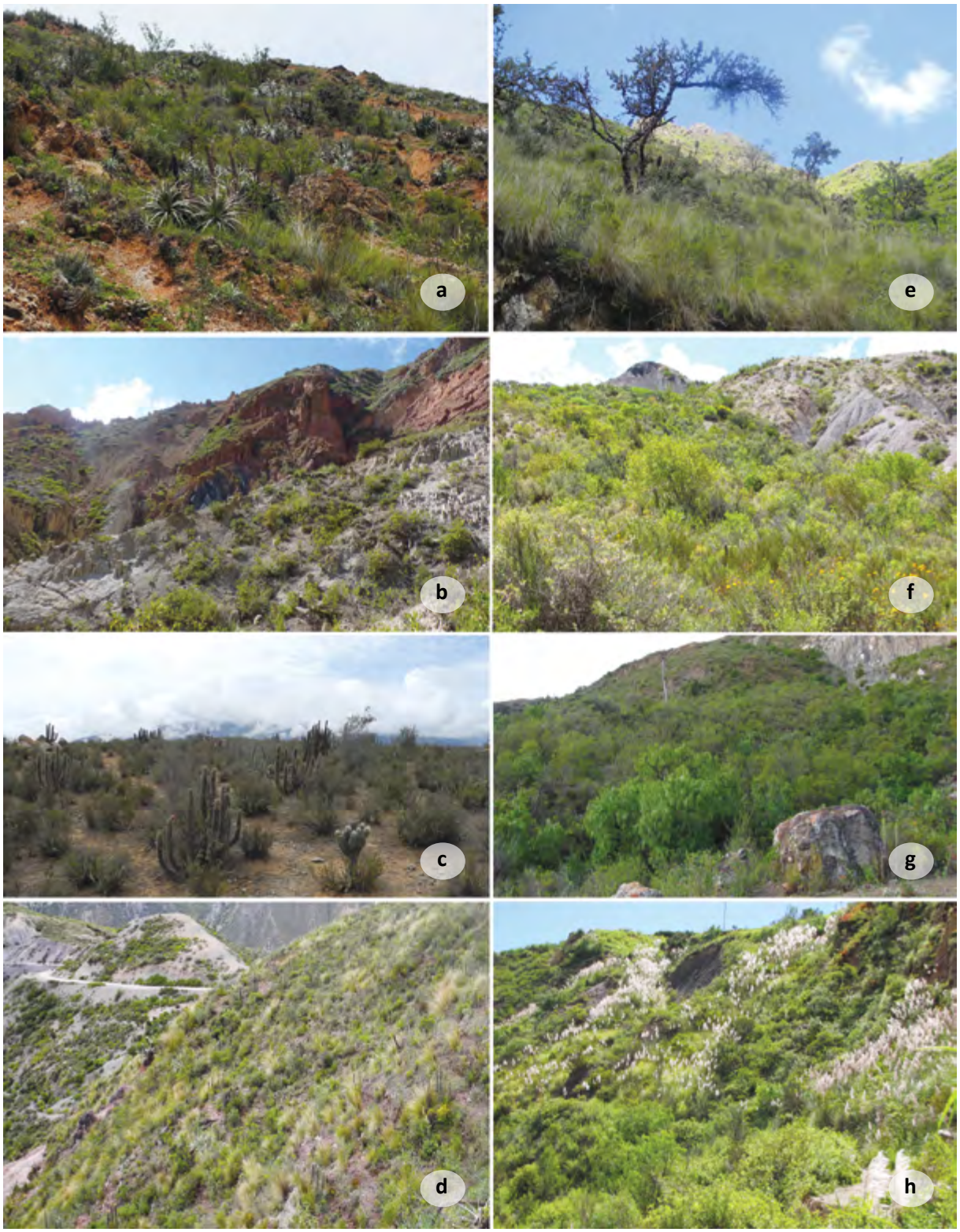


Figura 22. Vegetación en el piso altimontano de los Valles Secos. Izquierda: Formaciones de laderas y ambientes más secos; **a.** Vegetación con rosetas espinosas; **b.** Matorrales abiertos en zonas de transición; **c** y **d.** Matorrales espinosos con suculentas en planicies y laderas. Derecha: Formaciones de vegetación en áreas con mayor humedad; **e.** Pastizal con "puyas" y "keñuas" en zona de transición; **f** y **g.** Matorrales densos siempreverdes; **h.** Vegetación de quebradas y depresiones húmedas (Fotos: a, c, e: F. Zenteno; b: I. Jiménez; d, f-h; N. Mérida).



Figura 23. Especies de plantas que crecen con frecuencia en el piso altimontano del valle de La Paz. **a.** *Dasyphyllum ferox*; **b.** *Berberis boliviana*; **c.** *Dodonaea viscosa*; **d.** *Puya meziana*; **e.** *Corryocactus melanotrichus*; **f.** *Oreocereus fossulatus* (Fotos: a: I. Jiménez; b: S. Beck; c-d: F. Zenteno; e-f: N. Mérida, e (flores): A. Terán).

6.1.7 Grupos especiales:

En la Eco-región de los valles secos, especialmente en el piso altimontano, aparecen varios geófitos al final de la época seca, con el comienzo de algunas lluvias. Éstas son plantas herbáceas con un órgano subterráneo en forma de raíz gruesa, bulbo o tubérculo; así sobreviven la sequía, ya que pierden sus tallos y hojas completamente. En un ambiente que se ve tan seco, sus flores de colores vistosos llaman la atención. Familias típicas corresponden a varias especies de Amaryllidaceae (ver capítulo de R. Lara), por ejemplo, *Hippeastrum cybister*; además hay una Basellaceae, pariente de la papa lisa, *Ullucus tuberosus* subsp. *aborigineus*; también existen de otras familias como Convolvulaceae (*Ipomoea*), Hypseocharitaceae, Fabaceae (*Poissonia heterantha*, más común en el piso montano), Iridaceae (*Mastigostyla*), Orchidaceae (*Aa, Altensteinia, Odontorrhynchus*), Oxalidaceae y Ranunculaceae (*Anemone decapetala*).

En los matorrales de las laderas y en pequeñas planicies pedregosas, también se han observado helechos tolerantes a la sequía y algunos musgos que crecen en microhábitats especiales. Por ejemplo, algunas especies son rastreras, como *Selaginella sellowii*. Pero también crecen algunos helechos erectos, los más frecuentes son *Argyrochosma nivea, Cheilanthes pruinata, Myriopteris aurea, M. myriophylla* y *Pellaea ternifolia*. Varias de estas especies suben también a pisos altitudinales mayores, y se encuentran sobre todo en afloramientos rocosos pedregosos. En lugares donde el matorral es más abierto, donde existen claros y el suelo tiene humedad superficial, crecen cubiertas discontinuas de musgos en época húmeda.

Por otra parte, sobre los troncos y ramas de los arbustos crecen algunas plantas epífitas, este grupo de plantas recibe este nombre porque crecen sobre otras plantas, pero sin causarles daño mayor. Un tipo de

epífitas son los líquenes, de varios colores y formas, pertenecientes a los géneros *Usnea* y *Parmelia*. Dentro de las epífitas se encuentran también los "claveles del aire", bromeliáceas del género *Tillandsia*. En los Valles Secos son frecuentes *Tillandsia capillaris*, y *T. bryoides*, y menos común "la barba del abuelo" *T. usneoides*; éstas son plantas pequeñas, o que crecen como largas cabelleras y tienen un color gris verdoso; sus hojas están cubiertas de escamas microscópicas, que absorben la humedad del aire y de las escasas lluvias. Los nutrientes que necesitan estas plantas entran disueltos en las gotas de agua y son provenientes del polvo en suspensión. Sus pequeñas "raíces" no cumplen la función de absorción de agua y nutrientes, sino sólo les sirven para sujetarse al sustrato (mayor detalle en capítulo de E. García).

6.2 Piso montano:

El piso montano corresponde a la zona de vida más árida de los Valles Secos en el valle de La Paz. Este piso se caracteriza por la predominancia de especies arbustivas espinosas, microfoliadas y también especies que pierden total o parcialmente sus hojas en la época seca. Son muy frecuentes y notables las plantas suculentas, principalmente cactáceas. Este piso se encuentra desde los 2200 m (y más abajo, no incluido en este estudio), en límite sur del valle de La Paz; alcanza su mayor altitud a los 3100/3200 m, en las planicies de Huajchilla. Visto desde arriba (Figura 3) el piso montano se distribuye a manera de dos ramas o brazos, que tienen como eje principal los dos ríos más grandes del valle de La Paz, el río La Paz y el río Palca. Los valles que siguen a estos ríos son profundos y amplios, algunos sectores pueden llegar a tener valles con más de 400 m de amplitud entre la base de las laderas de las montañas que los circundan. El clima es subárido, con un promedio de dos a tres meses húmedos por año, precipitaciones menores a 500 mm por año en promedio, y temperaturas anuales medias alrededor de 18 ºC.

En esta región las formaciones montañosas son poco elevadas, con relieves irregulares y muy pedregosos. Se presentan laderas rocosas con elevadas pendientes y cortes muy pronunciados, terrazas fluviales recientes y antiguas, planicies al borde de laderas entre otros (Figura 24).

La vegetación actual en estos valles frecuentemente es alterada por la habilitación de tierras de cultivos y las urbanizaciones. Los árboles nativos son escasos y de poca altura, crecen principalmente en planicies y en laderas poco inclinadas de las colinas bajas. Se pueden encontrar diferentes tipos de vegetación dependiendo de las condiciones locales de humedad, exposición, pendiente, suelos y grado de intervención humana, a continuación se presentan algunas formaciones.

6.2.1 Matorrales espinosos:

Estos matorrales constan en su mayor parte de arbustos espinosos como la "huajla waja" (*Proustia cuneifolia*, Asteraceae), *Berberis boliviensis* (Berberidaceae), *Adesmia miraflorensis* (Fabaceae). Además se encuentran cactáceas rastreras como las especies de *Opuntia*, con flores amarillas; y también cactáceas columnares como *Trichocereus bridgesii*, conocida localmente como "achuma", una especie de grandes flores blancas; también está "kusa kusa" (*Corryocactus melanotrichus*), con varios tallos medianos, flores vistosas de color rojo intenso; y rara vez de "chapitarwa" (*Oreocereus fossulatus*), esta última con las espinas y el tallo cubierto de largos pelos blancos. También es común la "tuna", *Opuntia ficus-indica*, un cactus introducido y naturalizado. Con frecuencia se observan "th'olas" con hojas angostas como *Baccharis arguta*, *B. boliviensis*, *B. darwinii*. También un arbusto nativo menos frecuente, de 1,5 a 3 m de alto, es el "warijo" (*Tecoma fulva* subsp. *altoandina*), especie muy llamativa por sus racimos de flores tubulares de unos 7 cm de largo, de color externo rojo-bermellón, visitadas con frecuencia por picaflores. Poco frecuentes son los matorrales del "sanu sanu, (cola de caballo)" (*Ephedra americana*, Ephedraceae), con largas ramas articuladas de color verde grisáceo, crece hasta 1,5 m de alto en pequeñas quebradas protegidas del ramoneo; esta especie es confundida frecuentemente con la herbácea que es la verdadera "cola de caballo" (*Equisetum giganteum*), que crece también en este piso, pero en ambientes más húmedos. En este piso, todavía es posible encontrar matorrales con "chacatea" (*Dodonaea viscosa*), pero mayormente por encima de los 2800 m.

6.2.2 Matorrales abiertos con rosetas:

En las partes más áridas y de mucha pendiente, por debajo de 2500 m, crecen casi exclusivamente matorrales de pequeños arbustos de "ratania" (*Krameria lappacea*, Krameriaceae) y leguminosas (*Vachellia aroma, Caesalpinia trichocarpa*), con grupos de la espinosa "kara" (*Puya meziana*), la peluda y aromática *Tillandsia duratii* (ambas Bromeliaceae), y con manchones de la gramínea *Gouinia latifolia*. En estos matorrales a veces se encuentran *Plumbago coerulea* (Plumbaginaceae), *Gomphrena vaga* (Amaranthaceae), *Jungia polita* (Asteraceae), un cactus columnar del género *Cereus* y especies postradas de *Opuntia*. También se presenta casualmente una trepadora con flores grandes a manera de campanas rosadas (*Mandevilla subcordata*, Apocynaceae).

En laderas con inclinaciones superiores a 35° y generalmente con exposición este, sobre roca fracturada, predominan grandes rosetas grisáceas con hojas provistas de ganchos agudos en los márgenes, éstas corresponden sobre todo a las "karas" (*Puya meziana*). En el trascurso de muchos años forman un zarzal impe-

netrable que casualmente se quema y sus tallos negros permanecen. Por las características de estas rosetas espinosas, se las cultivan para delimitar propiedades como cerco vivo y para estabilizar laderas.

En las partes más cercanas a las cimas de los pequeños cerros se encuentra otras bromeliáceas en roseta, las "tillandsias", formando conjuntos densos de matas. Una de ellas tiene hojas angostas, suaves, y como todas las de este género, sin ganchos, con flores vistosas de color rosado oscuro –como en *Tillandsia sphaerocephala*- o de color azul –como en *Tillandsia duratii*. En laderas o taludes verticales se desarrolla una comunidad característica con *Tillandsia boliviensis* y *T. sphaerocephala* (Figura 25a). A veces también se presenta *Tillandsia carnosa* var. *boliviensis*, una especie arrosetada terrestre, muy grande, que puede llegar a tener un metro de diámetro y una inflorescencia de hasta 1,5 m; esta especie es cultivada en el ex cactario de la Alcaldía en el camino hacia Mallasa.



Figura 24. Fisonomía y relieve en el piso montano del valle de La Paz. **a.** Valles profundos y amplios, con perfil en V, vista del río La Paz; **b.** Laderas rocosas de elevada pendiente y cortes abruptos; **c.** Planicies al pie de laderas escarpadas de montañas; **d.** Múltiples terrazas originadas por el curso del río; **e.** Fisonomía de la vegetación en época seca, sólo la vegetación con riego o con acceso a aguas subterráneas mantiene el follaje; **f.** Áreas de pendiente moderada con riego, cultivadas con hortalizas y frutales (Fotos: a y f: N. Mérida; b y c: E. Jordan; d: A. Terán; e. F. Zenteno).

6.2.3 Matorrales xéricos con influencia yungueña:

Hacia la parte más baja del valle de La Paz se desarrolla un tipo de formación vegetal poco explorado. En la parte basal de laderas de valles angostos sobre suelo rocoso, aparentemente de arenisca, crece un matorral abierto de *Jatropha clavuligera* (Euphorbiaceae) con rosetas gigantes de *Furcraea*; esta última es una pariente del "agave" o "maguey" (Asparagaceae), no citada aún en el catálogo. Además abundan rosetas de la "kara" *Puya* aff. *meziana* y otras bromeliáceas, algunas cactáceas (p. ej. *Cleistocactus*) y otras especies que necesitan más estudio (Figura 25e).



Figura 25. Formaciones de vegetación en el piso montano de los Valles Secos. **a.** Vegetación saxícola en taludes verticales; **b.** Matorral espinoso; **c** y **d.** Matorrales abiertos con rosetas; **e.** Matorrales xéricos con influencia yungueña; **f** y **g.** Relictos de bosques bajos espinosos (Fotos: a, g: F. Zenteno; b y e: N. Mérida; c-d: E. Jordan; f: A. Terán).

6.2.4 Relictos de bosques bajos espinosos:

La vegetación originaria de gran parte de los Valles Secos en el piso montano del valle de La Paz debieron ser los bosques caducifolios espinosos, dominados por especies microfoliadas, con pocas especies siempreverdes limitadas a las orillas de los cauces de los ríos. Todavía existen fragmentos de estos bosques sobre abanicos de erosión y en pequeñas quebradas de Río Abajo, por el sector de Huajchilla, Mecapaca, Tahuapalca y también por Killiwaya camino a Aramani, y más abajo (Figura 25f y 25g). Estos bosquecillos pueden llegar hasta cuatro metros de altura. En estos relictos se desarrollan pequeñas manchas con árboles aislados espinosos de "algarrobo" o "takjo" (*Prosopis flexuosa, Prosopis laevigata* var. *andicola*, y ocasionalmente *Prosopis alba*, Fabaceae), cuyos frutos sirven como forraje y alimento. También se ha registrado en Mecapaca y en áreas en las que predominan matorrales altos, plantas espinosas arbustivas hasta arbóreas como los "algarrobos" y "churquis" (*Vachellia aroma=Acacia aroma*), cactáceas (*Corryocactus melanotrichus, Trichocereus bridgesii, Echinopsis bridgesii, Austrocylindropuntia vestita* y *Opuntia sulphurea*), y arbustos no espinosos como la "chacatea" (*Dodonaea viscosa*) y el "sanu sanu" (*Ephedra americana*) (41). Por otra parte, en las planicies pedregosas, cerca del borde de los caminos, se encuentran árboles pequeños o arbustos altos, de 2 a 3,5 m, de "takarkaya" (*Caesalpinia fimbriata*) y "tara" (*Tara spinosa*); también forma parte del matorral otra leguminosa más pequeña, *Caesalpinia trichocarpa*. En ciertos lugares, al pie de las laderas, puede encontrarse un árbol raro, pequeño, pariente de la papaya, con su corteza externa delgada papirácea (como papel); esta especie es conocida localmente como "papayillo" o "wancarhuma" (*Vasconcellea quercifolia*, Caricaceae); sus frutos, pequeños y ovalados tienen color anaranjado (Figura 27i).

6.2.5 Vegetación de áreas con inundación periódica y de acumulación de sales:

El lecho del río La Paz se extiende por lo general por más de 100 m de ancho. El río pasa por una angostura solamente por la zona de Aranjuez. Durante la época de lluvia, las riadas ocasionales pueden invadir las terrazas de cultivo y "comer" terreno de los barrancos. Algunas áreas del lecho se han trasformado en humedales con pajonales altos de *Phragmites australis* (Poaceae), *Typha latifolia* (Typhaceae), y *Tessaria integrifolia* (Asteraceae), una especie de compuesta que, en zonas tropicales más cálidas y húmedas, forma verdaderos arbolitos, el "pájaro bobo" (Figura 26). Otras áreas pantanosas con filtración de agua llevan un pajonal bajo de "junquillo" *Juncus ebracteatus* y *Juncus imbricatus*, (Juncaceae) y *Schoenoplectus americanus*, y de la "totora", *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae), aunque no tan alta como en el lago Titicaca.

En los suelos salinos, algo arenosos, se encuentran pequeñas matas de la "kentara" (*Atriplex semibaccata*, *A. rusbyi*); más raramente, sobre planicies aluviales del río La Paz, se encuentra otra halófita, *Suaeda divaricata*, un pariente del "kauchi" (las tres especies pertenecen a la familia Chenopodiaceae, incluidas en el catálogo como Amaranthaceae); además se ve a menudo una pequeña "th'ola", *Baccharis darwinii*. En los bordes de los canales de riego se ven a menudo afloramientos blancos de sales; ahí se forma un pequeño prado denso con *Distichlis spicata* (Poaceae).

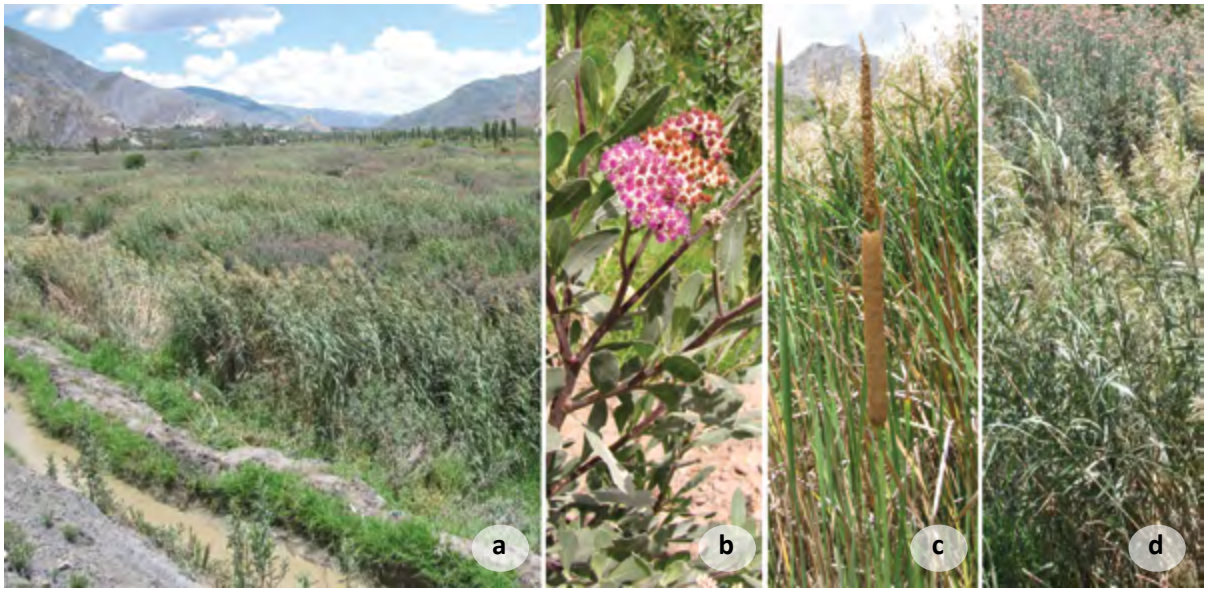


Figura 26. Vegetación en áreas de inundación periódica. **a.** Fisonomía; **b.** *Tessaria integrifolia*; **c.** *Typha latifolia*; **d.** *Phragmites australis* (Fotos: a, c-d: S. Beck; b: N. Mérida).

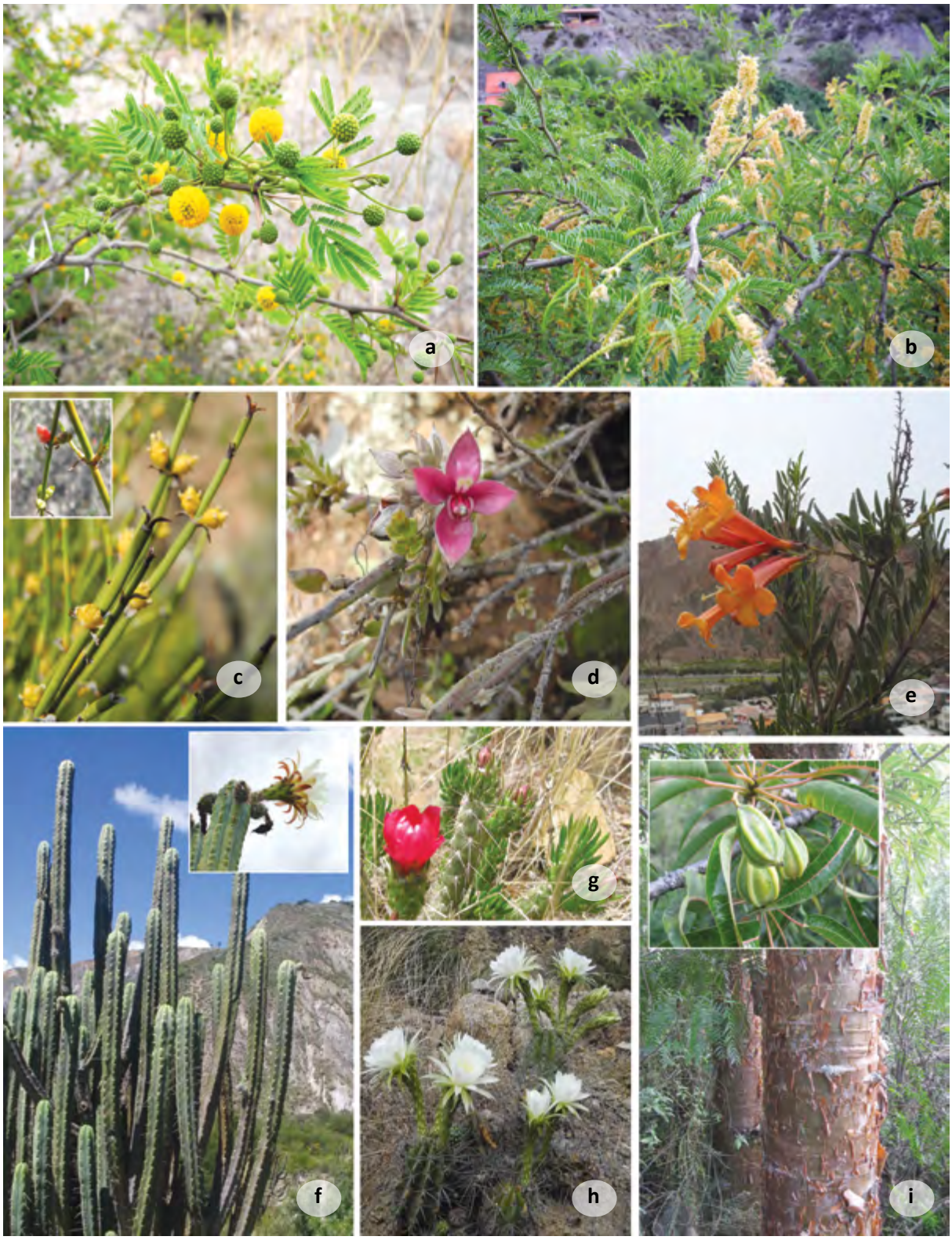


Figura 27. Algunas plantas que crecen en los matorrales y en relictos de bosques bajos espinosos del valle de La Paz. **a.** *Vachellia aroma*; **b.** *Prosopis laevigata* var. *andicola*; **c.** *Ephedra americana* en floración, en el recuadro frutos; **d.** *Krameria lappacea*; **e.** *Tecoma fulva* subsp. *altoandina*; **f.** *Trichocereus bridgesii*; **g.** *Austrocylindropuntia shaferi*; **h.** *Echinopsis bridgesii*; **i.** *Vasconcellea quercifolia* (Fotos: a-e, h: F. Zenteno; f: A. Terán, (flores): E. Jordan; g, i: S. Beck).

7. Estado de conservación y tareas futuras

El valle de La Paz presenta una larga historia de ocupación humana, que incluso se remonta a épocas preincaicas (ver capítulo en esta edición). Esta interacción entre la cultura y la gran variedad de ecosistemas han dejado un mosaico de paisajes naturales, seminaturales y otros grandemente modificados. Aunque muchas veces las actividades humanas pueden ser compatibles con la subsistencia de la naturaleza, ciertos cambios pueden afectar numerosos procesos biológicos y ecológicos en las eco-regiones.

Pese a las crecientes actividades antrópicas aún quedan muchos lugares en buen estado de conservación y poco explorados (Figura 28). Por ejemplo, se encuentran las laderas o cerros colorados con pendientes moderadas y pronunciadas en los alrededores de la ciudad y los bellísimos lugares de expansión y recreación como el Sendero de Águila, Alto Següencoma, Auquisamaña, sectores de Alto Chuquiaguillo y el cañón de Ovejuyo, entre otros. Fuera de la ciudad también se encuentran lugares con buen estado de conservación. Por ejemplo, hacia el norte, por el sector de Alto Kalajahuira, Pampalarama y hacia los nevados o cerros altos de Hampaturi, Mikaya, Japa Japani; en la parte central hacia el este de la ciudad en los sectores de Palca, Chicani, hacia la serranía Murillo, Mallasa, Muela de Diablo y los imponentes nevados Mururata y el Illimani; y hacia el sur en los sectores de Lacayani, Cohoni, Huaricana, Aramani, Tahuapalca, Jankouma. Por lo general uno puede apreciar la vegetación nativa casi en buen estado de conservación en todas esas laderas con pendientes moderadas y pronunciadas.

En líneas generales, en el valle de La Paz todavía quedan lugares por explorar y también para establecer áreas prioritaritas para la conservación, no solo de las plantas, sino para conservar un entorno armónico con la naturaleza. De esta manera se podría ayudar a conservar los suelos y evitar posibles desastres como deslizamientos y también derrumbes que son ocasionados por lo general, cuando se hace cambios grandes sobre la cobertura natural, ya que ésta tiene como función proteger los suelos de la erosión eólica e hídrica.

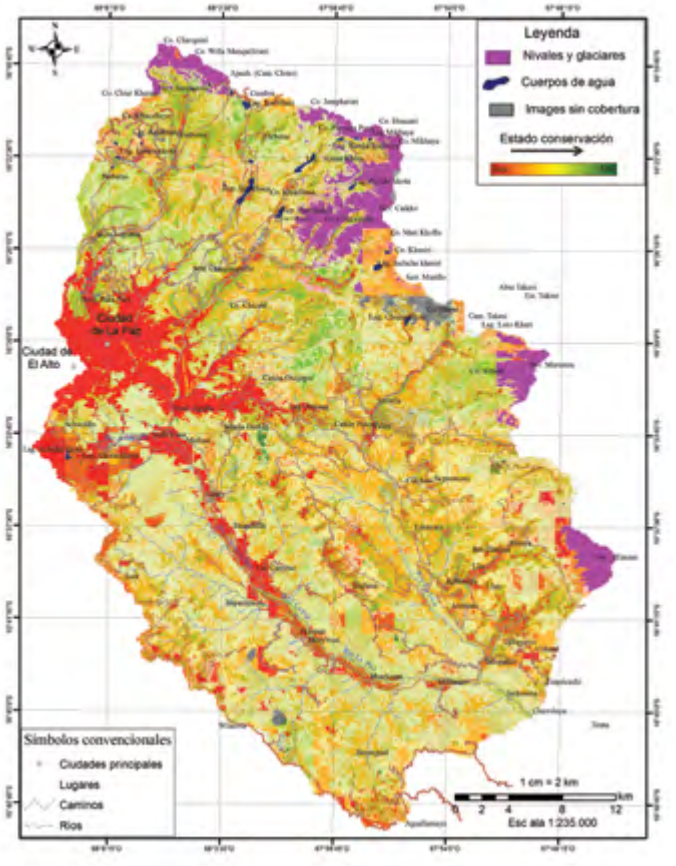


Figura 28. Estado de conservación en el valle de La Paz (Elaboración: Freddy Zenteno, 2015, Herbario Nacional de Bolivia)

ANEXO 1:

Síntesis de las eco-regiones, pisos altitudinales y vegetación del valle de La Paz, de acuerdo con diferentes autores:

Desde la primera edición de este libro, el conocimiento y las publicaciones respecto a las eco-regiones y la vegetación de Bolivia incrementó considerablemente. Varios de los trabajos publicados se han convertido en una referencia importante para la comprensión de la diversidad biológica de nuestro país (en Ibisch *et al*. se citan varias de estas publicaciones) (15). Por esto presentamos a continuación una tabla que sintetiza las eco-regiones, pisos y vegetación caracterizados para el valle de La Paz, junto con otros sistemas de clasificación ampliamente difundidos en Bolivia; de manera que la terminología empleada por diferentes autores pueda ser relacionada con la que se presenta en este capítulo.

Si bien se presenta la tabla de manera comparativa, es necesario reconocer que los autores se basan en diferentes objetivos y criterios para la clasificación. Por ejemplo, Ibisch y colegas (2003) propusieron las eco-regiones de Bolivia en base a criterios biogeográficos y ecológicos, con el objetivo final de lograr una clasificación simplificada de la diversidad biológica, a una escala que facilite el análisis y planificación de la conservación en Bolivia. La clasificación de Cabrera y Willink (1973), no obstante, fue desarrollada con el fin de proveer una primera aproximación a la clasificación biogeográfica de América Latina en una obra que reuniera la información disponible al tiempo de su publicación. Por otra parte, Navarro (2011) presenta la clasificación de la vegetación de Bolivia en base a criterios florísticos, ecológicos y también biogeográficos; el objetivo, como menciona en su libro, es proveer de una herramienta de clasificación que relacione las diversas unidades de vegetación de Bolivia a varias escalas de estudio. Debido a las diferencias en los objetivos de los autores, la terminología, los niveles y el detalle incluidos en las clasificaciones también varían.

Anexo 1. Síntesis de las eco-regiones, pisos altitudinales y vegetación del valle de La Paz propuestos en este capítulo y en otros sistemas de clasificación ampliamente difundidos en Bolivia*.

Beck *et al.* (en esta edición)						
Altitud m snm.	**Eco-región**	**Piso altitudinal**	**Vegetación**			
>5200		Nival	En áreas desprovistas de nieve podrían existir individuos de especies pioneras, pero no tenemos registros para el valle de La Paz.			
5100 5000 **4900**	**Altoandino**	Subnival	Plantas pioneras dispersas.	Asociaciones de inicios de bofedal.	Vegetación en roquedales y lugares protegidos.	
4800 4700 4600 4500 4400 4300		Andino superior	Pastizales y bofedales altoandinos.			
4200 4100 4000 3900 3800 3700 3600	**Puna**	Andino inferior	Pajonales con arbustos dispersos.	Matorrales puneños.	Relictos de bosques puneños.	Vegetación ruderal.
3500 3400 3300 **3200**	**Valles Secos**	Altimontano /Subandino	Pajonales y matorrales de transición (subpuna).	Matorrales siempreverdes con árboles dispersos.	Matorrales semideciduos y vegetación xerofítica.	Vegetación de quebradas y depresiones húmedas.
3100 3000 2900 2800 2700 2600 2500 2400 2300 **2200**		Montano	Matorrales espinosos, semideciduos.	Relictos de bosques bajos espinosos.	Matorrales xéricos con influencia yungueña.	Vegetación de áreas con inundación periódica y áreas de acumulación de sales.

* Los límites altitudinales de referencia se hallan representados por las líneas. Los rangos de altitud que están resaltados con negritas en la columna “Altitud” muestran la variación que pueden tener los límites altitudinales en determinadas eco-regiones y pisos altitudinales en el valle de La Paz.

Ibisch *et al.* (2003)				Cabrera & Willink (1973)			
Altitud m snm.	**Región**	**Eco-región**	**Sub eco-región**	**Altitud m snm.**	**Región biogeo.**	**Dominio biogeo.**	**Prov. biogeo.**
>5200				**>5200**			
5100	**Cordilleras Altas y Altiplano**	**11. Puna norteña**	**11.3** Vegetación altoandina de la cordillera Oriental con pisos nivales y subnival	5100	**Neotropical**	**Andino - Patagónico**	**Altoandina**
5000				5000			
4900				4900			
4800				4800			
4700				4700			
4600				4600			
4500				4500			
4400				4400			
4300				4300			
4200				4200			
4100			**11.1** Puna húmeda	4100			**Puneña**
4000				4000			
3900				3900			
3800				3800			
3700			**11.2** Puna semihúmeda	3700			
3600				3600			
3500				3500			
3400				3400			
3300				3300			
3200				3200			
3100	**Vertiente Oriental y Valles Interandinos**	**9. Bosques Secos Interandinos**	**9.** Bosques Secos Interandinos	3100		**Chaqueño**	**Chaqueña (Distrito Chaqueño Serrano)**
3000				3000			
2900				2900			
2800				2800			
2700				2700			
2600				2600			
2500				2500			
2400				2400			
2300				2300			
2200				2200			

Continúa ⟶

Anexo 1. Continuación. Síntesis de las eco-regiones, pisos altitudinales y vegetación del valle de La Paz.

Navarro (2011)								
Altitud m snm.	**Reg. biogeo.**	**Prov. biogeo.**	**Sector biogeo.**	**Distrito**	**Piso ecológico**	**Sistemas ecológicos**		
>5200					Nival			
5100 5000 4900 4800 4700 4600	**Andina Tropical**	**Puna Mesofítica**	**Puna Mesofítica sur**	**Cordillera Oriental norte**	Subnival	**1.** Vegetación geliturbada subnival de la Puna húmeda **[1a]**	**[6a]** Vegetación saxícola subnival de la Puna mesofítica	
4500 4400 4300 4200 4100 4000 3900					Altoandino	**2.** Pajonales altoandinos de la Puna húmeda	**4.** Bofedales altoandinos de la Puna húmeda	**6.** Vegetación saxícola altoandina de la Puna húmeda
3800 3700 3600 3500 3400 3300					Altimontano	**7.** Bosques bajos y arbustales altimontanos de la Puna húmeda **[7f]**	**8.** Pajonales y matorrales altimontanos de la Puna húmeda	**10.** Vegetación saxícola altimontana de la Puna húmeda **[10f]**
3200 3100 3000 2900 2800 2700 2600 2500 2400 2300 2200		**Provincia yungueña Peruna-Boliviana**	**Yungas Cuenca alta del Beni**	**Yungas del Boopi**	Montano	**15.** Bosques y arbustales montanos xéricos interandinos de los Yungas **[15b]**		

Formas de crecimiento y adaptaciones de grupos especiales de plantas en el valle de La Paz

Emilia García Estigarribia[1,2]

[1]*Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés;* [2]*Herbario Nacional de Bolivia (LPB).*

1. Introducción

En el valle de La Paz existen formas de crecimiento particulares que son compartidas por especies de diferentes familias de plantas. Según Rauh (1) no existe un efecto directo del medio ambiente sobre la forma y estructura de las plantas, sino más bien se trata de una compleja relación entre la potencialidad genética de las plantas, sus requerimientos fisiológicos y ecológicos y el conjunto de los factores abióticos. Dentro de la disciplina denominada Morfología Ecológica (4, 5) se estudia la estructura interna y externa de las plantas y se interpreta estas características en relación al ambiente en que viven. Más tarde, al integrarse aspectos de fisioliogía y ecofisiología vegetal se desarrolló la llada ecología Funcional de Plantas (6)

En la Tabla 1 se muestra el resumen de las características anatómicas de las hojas de plantas vasculares en relación con los lugares donde viven.

Para definir los tipos morfológicos presentes en el valle de La Paz se ha tomado en cuenta la información que aparece en los trabajos de Ruthsatz y Movia (10); Ruthsatz (11); Armesto et al. (13); Ancibor (8, 9); Benzing (17); Ponce (5); Larcher (18) y Körner (6), y que son:

- Plantas en cojín.
- Plantas en placas duras.
- Plantas en roseta.
- Plantas suculentas.
- Plantas epífitas.
- Plantas saxícolas.
- Plantas parásitas y hemiparásitas.
- Plantas carnívoras (insectívoras).

En los ecosistemas altoandinos la temperatura rara vez es limitante. El aprovechamiento de la topografía y las formas de crecimiento permiten que la escasez de agua no sea un problema serio. Se trata más bien, de que las bajas temperaturas pueden disminuir la disponibilidad de agua en el suelo y su absorción, y esto incide en la captación de los nutrientes que deben ingresar a las plantas disueltos en el agua (6), además el frío hace que la temporada de crecimiento sea más corta (6).

En el Altoandino, son abundantes las plantas que forman cojines. Se denominan cojines al conjunto de muchos individuos que crecen en forma más o menos apretada (Fig. 1a)

En las zonas con humedad permanente o bofedales crecen cojines duros y compactos, de forma convexa que corresponden a las juncáceas *Distichia filamentosa*, *D. muscoides* y *Oxychloe andina* (Fig. 1b). La epidermis de las hojas está cubierta por una gruesa cutícula, y tiene estomas hundidos en relación a la su-

Tabla 1.- Características anatómicas de las hojas y de los lugares donde crecen los diferentes tipos de plantas (Tomado de Ellenberg, 13)

Hojas	Suculentas	Higromorfas	Mesomorfas	Escleromorfas	Helomorfas	Hidromorfas
Estomas por superficie de hojas	muy pocos	pocos	número intermedio	abundantes	muchos	ninguno, pocos
Cutícula de las hojas	delgada	delgada	Grosor intermedio	muy gruesa	gruesa	delgada ausente
Lugar (en relación a su contenido de agua)	tiempo húmedo corto, la mayor parte del tiempo es muy seco	sombreado, aire húmedo	condiciones intermedias	muy variable, fuentes de agua desde buenas hasta deficientes	pantanoso	acuático

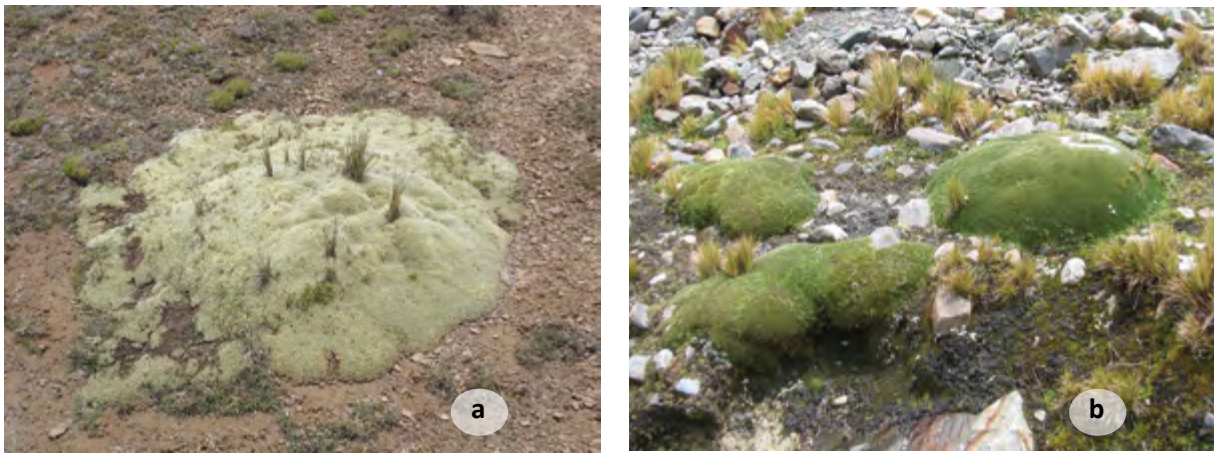


Figura 1. a) Cojín de *Pycnophyllum molle* en Tuni Condoriri. Foto Proyecto GLORIA **b**) cojín de *Distichia muscoides* en bofedales de Mururata. Foto S. Beck.

perficie de la hoja, lo cual favorece el ahorro de agua. Estos cojines se reproducen vegetativamente por fragmentación de los mismos, pero también lo hacen sexualmente cuando producen flores. Las semillas van cayendo dentro del cojín y las plántulas quedan en su mayoría protegidas de las temperaturas extremas (14).

Los cojines constituyen un hábitat protegido donde pueden crecer pequeñas hierbas (por ejemplo las higromorfas) y, por otra parte, se albergan insectos, arácnidos y otros animales del suelo (13).

2. Plantas en placas duras

En ambientes no inundados del Altoandino y en el Altiplano o Puna, crecen cojines planos duros y compactos, los cuales corresponden a una apiácea de hojas resinosas y con olor a zanahoria, de flores amarillas, que corresponde a *Azorella diapensioides*, especie abundante que crece debajo de arbustos o en sitios abiertos (Fig. 2a). En el Altiplano, fuera del área seleccionada para el presente trabajo es también común una verbenácea, *Junellia minima* con apariencia similar, de flores blancas, aunque de consistencia menos dura que tal vez estaba presente en el valle antes de la urbanización. En las regiones frías y áridas del Altiplano, y principalmente en el Altoandino se encuentran las placas formadas por un arbusto resinoso enano, *Baccharis alpina*, de hojas reducidas y esclerosadas (Fig. 2b).

3. Plantas en roseta

Los suelos en el valle de La Paz en general son oligotróficos y en ellos hay deficiencia de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo (18). En estos suelos crecen plantas perennes con una forma de crecimiento llamada “en roseta”. Estas plantas se caracterizan por ser siempreverdes, tener hojas pequeñas y duras (18). Protegen debajo de la superficie del suelo las zonas de crecimiento o meristemos (6). Esto se observa en diferentes especies como: *Nototriche* spp., *Acaulimalva* spp., *Brayopsis monimocalyx* (Fig. 3a) *Perezia pygmaea*, *Hypochaeris meyeniana* (Fig. 3b) y otras asteráceas, *Calandrinia acaulis* y *Geranium sessiliflorum*. Según Ancibor (9) las plantas en roseta crecen en con-



Figura 2. a) Placa de *Azorella diapensioides* Foto N. Mérida. Alto Achachicala. **b**) Placa de *Baccharis alpina.* Foto N. Mérida, Alto Achachicala.



Figura 3. a) Roseta de *Brayopsis monimocalyx* entre fragmentos de roca. Foto S. Beck. Illimani; **b**) *Hypochaeris meyeniana* (Asteraceae). Foto P. Pozo. Tuni Condoriri. **c)** Rosetas de *Plantago tubulosa* mostrando la raíz engrosada. Foto Proyecto Quetena.

diciones más desfavorables que las plantas en cojín por su reducido tamaño.

En alta montaña, varias especies tienen las hojas con la epidermis cubierta por una capa cerosa o cutícula como *Plantago tubulosa*, especie común de los bofedales (Fig. 3c). Esta planta al transpirar disminuye la temperatura de la superficie foliar (22).

4. Plantas suculentas

Las plantas suculentas pueden pertenecer a distintas familias, por ejemplo, Cactaceae (Fig. 4a), Bromeliaceae (Fig. 4b) y Crassulaceae tienen hojas, tallos y otros órganos carnosos y gruesos, con abundante jugo. Un término equivalente, es el de plantas crasas (que significan gruesas). En algunas especies de *Oxalis* sp., como por ejemplo *Oxalis pachyrrhiza* (Oxalidaceae).

En las plantas suculentas existen paralelamente mecanismos morfológico y fisiológicos especiales:

1. Tallos y ramas cilíndricos y tejidos acumuladores de agua que permiten sobrevivir a sequias.

2. Presencia de espinas o acumulación de sustancias tóxicas como defensa contra herbivoros.

4. Metabolismo fotosintético diferente a otras. Abren los estomas solamente en la noche y así no pierden agua. Este metabolismo se denomina MAC, que significa *metabolismo ácido de las crasuláceas* (*en inglés CAM*).

5. Plantas epífitas

Este término se refiere a las plantas que crecen sobre otras (que se llaman hospedantes), utilizándolas sólo como soporte, pudiendo también vivir sobre rocas y similares.

En general, todas las epífitas se caracterizan por lo siguiente, según Benzing (17).

1. Son resistentes a la sequía.
2. Desarrollan mecanismos para captar humedad y nutrientes del aire, y ya no del suelo.

3. Tienen la tasa de crecimiento relativamente alta debido al aumento de la tasa fotosintética.

4. Crecen en lugares donde llegan agua y nutrientes, minerales con lluvia nieblas y viento.

5. Poseen metabolismo fotosintético especial de tipo MAC, relacionado con una mayor o menor suculencia (ver plantas suculentas).

Las epífitas del valle de La Paz son pocas y se trata de especies de *Tillandsia* (Bromeliaceae), musgos y líquenes. Se encuentran sobre árboles, lugares expuestos a la luz, fisuras de rocas, paredes pedregosas y cables eléctricos como *Tillandsia capillaris* "clavel del aire". Las especies *Tillandsia recurvata* y *T. capillaris* se encuentran sobre árboles (Fig. 4Ba) mientras que *T. usneoides* (17), tolerante a la sombra está en arbustos y árboles con follaje poco denso o en ramas desnudas (Fig. 4Bb). Estas plantas a menudo son confundidas con plantas parásitas debido a que crecen encima de otras, y también porque en el caso de algunos árboles cultivados, la aparición y proliferación de epífitas coincide con un visible deterioro de ellos. Las *Tillandsia* tienen pelos escamosos higroscópicos que permiten captar la humedad del aire, y promueven además la entrada de iones nutritivos (18).

6. Plantas saxícolas

Son aquellas plantas que crecen entre las rocas (21). El término equivalente de saxícola es rupícola. En el valle de La Paz encontramos principalmente Bromeliaceae de los géneros *Tillandsia* (Fig. 4C) y *Puya*, también algunas Alstroemeriaceae del género *Bomarea* y Orchidaceae del género *Altensteinia*. En las grandes bromeliáceas como *Puya meziana*, *P. herzogiana* y *Tillandsia sphaerocephala*, las hojas forman una especie de reservorio (tanques) donde se acumula el agua de lluvia.

7. Plantas parásitas y hemiparásitas

Las parásitas y hemiparásitas dependen completa o parcialmente de otras plantas para su subsistencia. En el primer caso (holoparásitas), las plantas no tienen clorofila y obtienen tanto el agua como los productos de la fotosíntesis de las plantas hospederas, y en el segundo (hemiparásitas), tienen clorofila, son capaces de fotosintetizar y sólo obtienen agua y sales minerales de sus hospedantes.

Las plantas de este grupo presentes en el valle de La Paz pertenecen a varias familias como Loranthaceae: *Struthanthus acuminatus*, *Tripodanthus acutifolius* y *Tristerix penduliflorus* (Fig. 4D); la familia Schoepfiaceae, con las especies *Arjona pusilla* (Fig.4E) y *Quinchamalium chilense* (antes en Santalaceae); la familia Viscaceae, con la especie *Phoradendron nervosum;* y la familia Convolvulaceae con la especie *Cuscuta grandiflora.* Las Loranthaceae tienen frutos de colores vivos, dispersados por aves. Las semillas tienen una cubierta pegajosa (H. Araníbar, ornitólogo, 2012, *com. pers*.) se quedan adheridas a ramas o troncos y enraízan fácilmente como plantas parásitas (23).

Otras parasitas son de color café por no tener clorofila como *Cuscuta grandiflora* esta especie presenta quimiotropismo para detectar la cercanía de una planta a la cual puede parasitar (24). Sus semillas permanecen viables durante varios años en el suelo, pudiendo germinar después de cuatro a seis años en condiciones favorables (25). En los Valles Secos de La Paz crecen sobre árboles frutales ademas de acacias, fresnos y olmos del arbolado urbano. Algunas especies como *Tripodanthus acutifolius* conocido con el nombre local de "jamillo" y *Phoradendron nervosum* "solda que solda", tienen uso medicinal (26).

8. Plantas carnívoras (más propiamente insectívoras)

En los alrededores de La Paz y en la ciudad no existe este tipo de plantas, las cuales pertenecen a la familia Droseraceae y Lentibulariaceae. Las especies existentes en el departamento de La Paz, fuera del área de estudio, son: *Drosera montana*, *D. communis (*Zongo, Coroico, Yanacachi, Apolo, en las provincias Murillo, Nor y Sud Yungas, y Franz Tamayo), *D. cayennensis* (Prov. Iturralde) y *Utricularia gibba* (Lentib.) en medios acuáticos del norte de La Paz, Coroico y Huacullani (Prov. Nor Yungas e Ingavi, respectivamente) además de, Beni y Santa Cruz.

Las plantas insectívoras viven en suelos pobres en nitrógeno y como éste es necesario para la fabricación de proteínas, ácidos nucleicos, hormonas y otras sustancias, lo toman de una fuente animal.



Figura 4. A) suculentas: **a)** *Corryocactus melanotrichus* cactus columnar frecuente en los Valles Secos; **b)** *Tillandsia sphaerocephala* mostrando las hojas carnosas superpuestas entre sí. Foto N. Mérida, Tahuapalca. **B)** Bromeliáceas epífitas: **a)** *Tillandsia capillaris* **b)** *Tillandsia usneoides*, una planta epífita en las ramas de un molle. Fotos F. Zenteno. **C)** saxícolas: Individuos de *Tillandsia sphaerocephala* en paredes rocosas empinadas del sur de la ciudad. Foto F. Zenteno. **D)** hemiparásitas: detalle de las flores de colores brillantes de *Tristerix penduliflorus* (Loranthaceae) sobre ramas de molle.Foto S. Beck, Cota Cota **E)** *Arjona pusilla* creciendo entre hierbas de bofedal. Se observa la coloración rojiza que muestra la ausencia de clorofila. Foto R. Meneses.

Ecosistemas altoandinos del valle de La Paz: Aportes a la sociedad y vulnerabilidad frente a los cambios globales

Fabien Anthelme[1,2,6], Laetitia Perrier-Bruslé[3], Susi Loza Herrera[1,2,6], Jacques Gardon[4], Anaïs Zimmer [1,2,6] & Rosa Isela Meneses[5,6]

[1]AMAP, IRD, CNRS, INRA, Université de Montpellier; [2]Instituto de Ecología-UMSA, [3]Université de Lorraine - Loterr - PRODIG; [4]IRD – Hydrosciences, Université Montpellier; [5]Museo Nacional de Historia Natural, Bolivia; [6]Herbario Nacional de Bolivia.

1. Los ecosistemas altoandinos (EAA) del valle de La Paz

Los ecosistemas altoandinos y subnivales de Bolivia (EAA), se encuentran a más de 4200-4300 m de elevación. Debajo de estos ecosistemas esta la Puna. Los ecosistemas altoandinos están dominados por plantas tolerantes al frío y la alta frecuencia de ciclos hielo/deshielo, alta radiación solar, y sequedad del aire y suelo (1-4). Los EAA y la Puna pueden ser clasificados dentro de lo que se llama 'ecosistemas alpinos' que se encuentran en varios lugares del mundo a grandes elevaciones y/o a latitudes bajas (5). Sin embargo, están muy poco cubiertos por la nieve en comparación con ecosistemas alpinos fuera de los trópicos (6).

El valle de La Paz se encuentra dentro de los Andes tropicales centrales, donde los ecosistemas tropicales alpinos *sensu largo* (>3200 m) son los más desarrollados y alberga EAA de varios tipos, algunos húmedos, otros secos, en su parte oriental (Figura 1). Estos EAA poseen alta riqueza de formas de plantas características de los ecosistemas tropicales alpinos. Estas formas incluyen las rosetas basales como del género *Puya*, plantas en forma de cojín como *Azorella diapensioides, Pycnophyllum molle y Distichia muscoides* y también pequeños árboles como *Polylepis pacensis y Buddleja coriacea*. Sin embargo, esta riqueza de plantas y de formas de vida está amenazada por varios factores de origen antrópico, debido a su cercanía con la metrópoli de La Paz – El Alto (Figura 1B).

El reto de este capítulo es entender el estado actual y futuro de los ecosistemas altoandinos de La Paz, tomando en cuenta las diversas presiones antropogénicas que enfrentan.

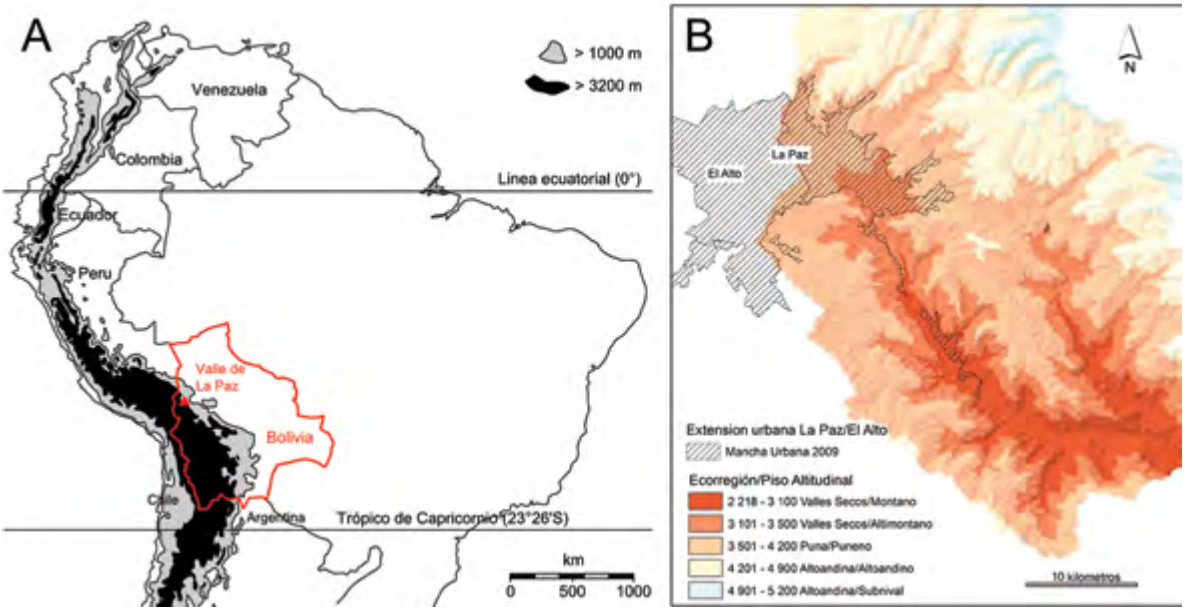


Figura 1. El valle de La Paz. (A) Ubicación dentro de los Andes tropicales y sus ecosistemas tropicales alpinos *sensu lato* (> 3200 m). (B) La metrópoli de La Paz se acerca rápidamente a los EAA (encima de 4200 m) del valle de La Paz (Elaboración Laetitia Perrier Bruslé y Javier Núñez-Villalba 2015; 15).

Los EAA aportan a los paceños mucho más que un número de especies de plantas y animales y una diversidad de formas de vida originales. Un beneficio primordial es que almacenan y aportan agua todo el año, además de tener la capacidad de proveer agua de calidad, actuando como filtros naturales de agua. Básicamente, el agua en el valle de La Paz proviene (1) de las precipitaciones y (2) de los glaciares. La tasa de agua glaciar podría alcanzar entre 10 y 40% de la cantidad total de agua recibida, constituyendo un aporte esencial en época seca (8, 9, 10). Sin embargo, en zonas montañosas la pendiente pronunciada hace que el agua baje rápidamente hacia las planicies amazónicas. Para retener significativamente el agua superficial y proveer agua a los paceños durante la época seca se requieren suelos con alta capacidad de retención. La constitución de estos suelos está directamente relacionada con el desarrollo de las plantas (11), en particular de las plantas altoandinas. Estas plantas van a generar una capa orgánica para que, poco a poco, otras plantas menos tolerantes a la ausencia de suelos puedan colonizar el espacio. Así se inicia lo que se llama "sucesión primaria", que conduce a la constitución de un ecosistema estructurado por una comunidad vegetal altoandina. Ese proceso es muy lento y requiere décadas y hasta siglos para completarse (12).

En el valle de La Paz como en todas las zonas altoandinas bolivianas, los ecosistemas más productivos y con mayor capacidad de almacenar agua, son los bofedales, término regional para denominar los humedales altoandinos semi acuáticos altamente ricos en materia orgánica (2, 13; ver capítulo bofedales). Los bofedales están dominados por plantas en forma de cojín de las familias Juncaceae y Cyperaceae, en particular *Distichia muscoides, Oxychloe andina* y *Phylloscirpus deserticola* en Bolivia (14). Estas plantas crecen lateralmente pero también verticalmente: cada vez que sube su altura, el material vegetal que está más abajo muere y se trasforma poco a poco en turba. Este proceso es muy lento y llega a formar una capa orgánica de hasta siete metros de profundidad (15, 16) la cual constituye un reservorio natural de agua para millones de personas en los Andes (9, 17).

Los EAA también aportan forraje y permiten desarrollar la ganadería (camélidos, vacas, ovejas) como actividad humana principal a altitudes superiores a 4000 m. Ofrecen además áreas recreacionales para los paceños. Así, la Cumbre, el paso de Zongo, Chacaltaya y Pampalarama, son de fácil acceso desde la ciudad. En invierno, cuando caen las nevadas, estos lugares atraen a muchos citadinos que quieren disfrutar estos paisajes nevados y dedicarse a deportes de invierno (Figura 2). Por otra parte, los EAA se encuentran en los caminos incas antiguos como El Choro, Takesi y Yungas sur. Estas sendas atraen cada año a centenares de turistas (nacionales y extranjeros) que caminan a pie (18). Por lo general, estas áreas recreativas no han atraído todavía el interés de las instituciones públicas. A escala departamental como a escala municipal, no se ha formulado un plan general para el manejo, la conservación y la valorización de estos espacios, pero la declaración de El Choro como Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico del municipio de La Paz (Ley municipal 77, 11 de junio 2014), demuestra que las cosas están cambiando poco a poco.



Figura 2. La Cumbre, camino a los Yungas, 4650 m, el 25 de agosto 2013. Un área recreativa para los paceños (Fotografía: Laetitia Perrier-Bruslé).

Los EAA del valle de La Paz también son fuente de biodiversidad. Aunque el número de especies animales y vegetales no es comparable con los "puntos calientes" de biodiversidad como los Yungas o la Amazonía boliviana, las especies altoandinas tienen gran valor por su endemismo y sus adaptaciones al medio ambiente tropical alpino (19). Observar animales característicos de los EAA del valle de La Paz es un momento especial tanto para niños como para adultos. Entre las especies silvestres fáciles de observar están la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el pato andino (*Anas andium*), la lagartija (*Liolaemus* spp.), la huallata (*Oressochen melanopterus*) (Figura 3). Más allá, la biodiversidad altoandina garantiza el buen funcionamiento de los EAA y reduce los riesgos naturales como inundaciones, sequías, deslizamientos. Por ejemplo, las raíces profundas estabilizan el suelo reduciendo la probabilidad de deslizamientos. Las especies características de los bofedales como *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, se considera que tienen una alta capacidad de filtración de agua, y pueden permitir remediar las aguas contaminadas por toxicidad natural (yendo del retroceso de los glaciares y de la oxidación y lixiviación de las rocas cargadas de minerales) o toxicidad generada por la actividad minera.

2. Amenazas sobre los EAA del valle de La Paz

A pesar de que los EAA del valle de La Paz proveen importantes servicios naturales en términos tanto cualitativos como cuantitativos, es prioridad conocerlos y protegerlos al máximo para que tengan un funcionamiento óptimo. La reciente intensificación de las actividades humanas en estos ecosistemas, constituye una amenaza fuerte, la cual se requiere identificar, clasificar y cuantificar. Estas actividades pueden ser clasificadas dentro de dos tipos: actividades locales, con efectos directos sobre los EAA, y actividades a nivel mundial con efectos indirectos sobre los EAA, a través del cambio climático.

La minería es una actividad muy frecuente en las montañas que dominan el valle de La Paz y sus alrededores (21). Los yacimientos polimetálicos presentes en esta parte de la cordillera contienen sulfuros metálicos que generan, al contacto con el aire y el agua, una reacción química en cadena produciendo drenajes mineros ácidos. Estos drenajes ácidos contaminan las aguas superficiales, los sedimentos y los suelos con gran cantidad de elementos metálicos tóxicos como arsénico, cadmio, plomo, antimonio, etc.

Este tipo de contaminación es particularmente visible en las lagunas del valle de Milluni, adyacente al valle de La Paz (Figura 4), es tan alta que podría afectar la calidad del agua potable para aprovisionar La Paz y El Alto. Para disminuir las concentraciones de metales de las aguas ácidas, el flujo desviado de las represas de Milluni recibe un tratamiento con cal, que favorece la precipitación de los elementos metálicos. Sin embargo, este proceso es pesado y podría evitarse con un buen manejo de los desechos mineros, protegiendo los desmontes del aire y de la lluvia encapsulándolos. Las plantas tendrían la capacidad de disminuir esta contaminación, como *Oxychloe andina*, planta tolerante a la contaminación que absorbe metales pesados que afectan a los seres humanos (22).

La extracción de turba, en particular para los jardines privados de la ciudad, es frecuente en los bofedales del valle de La Paz, como en Pampalarama (F. Anthelme, obs. pers.; 14). Esto constituye otra amenaza directa

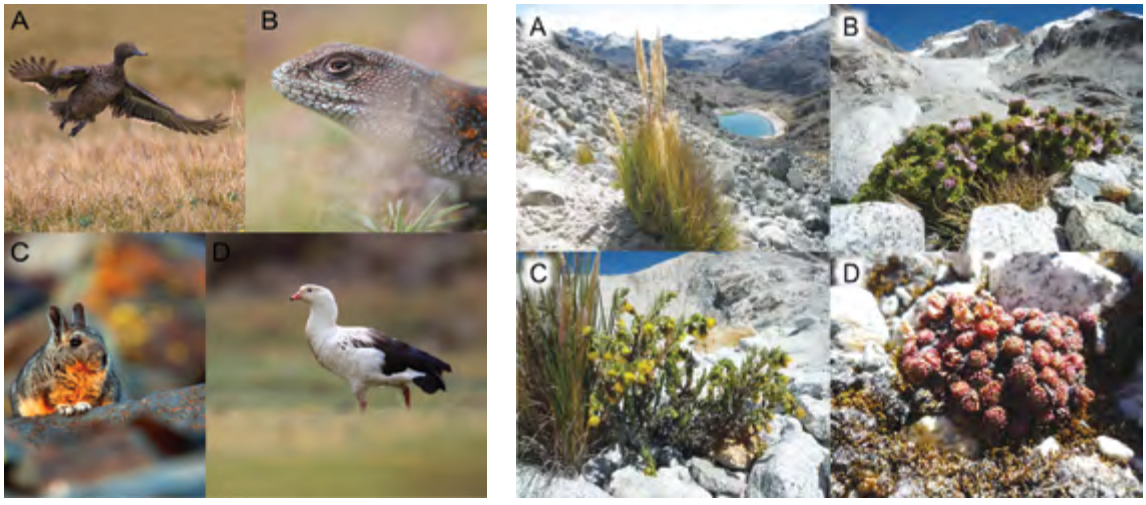


Figura 3. Izquierda: Algunos animales caracteríscos de los ecosistemas altoandinos. **(A)** Pato andino (*Anas andium*); **(B)** lagartija (*Liolaemus* sp.); **(C)** vizcacha (*Lagidium viscacia*); **(D)** ganso andino o huallata (*Oressochen melanopterus*) (Fotografias: O. Dangles). Derecha : Algunas de las especies altoandinas pioneras más importantes del valle de La Paz. **(A)** *Deyeuxia nitidula*; **(B)** *Xenophyllum dactylophyllum*; **(C)** *Senecio rufescens*; **(D)** *Saxifraga magellanica*. (Fotografías: F. Anthelme).



Figura 4. Contaminación química de las lagunas altoandinas del valle de Milluni (adyacente al valle de La Paz), visible a través de los colores del agua con contrastes altos. Ciertas plantas de los EAA como *Oxychloe andina* son capaces de reducir naturalmente esta contaminación, hasta cierto punto. (Fotografía: Jacques Gardon).

para los EAA. La capa de materia orgánica desarrollada en los bofedales durante siglos se extrae en poco tiempo, cambiando todo el funcionamiento del ecosistema. Una vez destruido el bofedal parece no ser capaz de regenerarse: poco a poco se seca y se convierte en un ecosistema sin capacidad de retención de agua y con poca capacidad a producir forraje para el ganado.

El sobrepastoreo resulta primero de la necesidad que tienen los comunarios de incrementar sus ingresos por el costo creciente de la vida, a través del aumento de ganado, y también por un tema cultural muy fuerte, ya que los campesinos utilizan estos territorios hace décadas o siglos (V. Rondán Ramirez, *com. pers*.). Pero también puede deberse al número constante de ganado que forrajea en bofedales, cuya área se fue reduciendo. El sobrepastoreo daña a las plantas estructuradoras de los bofedales como *Distichia muscoides y Distichia filamentosa*, las cuales poco a poco desaparecen en beneficio de especies de la familia de las Poaceae, mucho más tolerantes a la ganadería. La más representativa de esas especies es *Aciachne pulvinata*, la cual es muy poco apetecible para el ganado y además no parece tener buena capacidad para almacenar el agua dentro del suelo (23). Así, el sobrepastoreo puede generar una transición desde bofedales *sensu stricto*, es decir, dominados por plantas en forma de cojines de Juncaceae y Cyperaceae, hacia "vegas", una forma degradada y dominada por Poaceae (13).

Urbanización.- El crecimiento demográfico de la metrópoli de La Paz / El Alto ha aumentado a partir de los años 50 hasta hoy día principalmente en el Alto, cerca de los EAA (Figura 5). Lo importante es ver la traducción de este crecimiento demográfico en la ocupación espacial de la región metropolitana para analizar sus consecuencias sobre los EAA, ubicados en la parte más alta de las dos ciudades. La dinámica general a partir de 1976 hasta hoy es la de una extensión rápida de la mancha urbana (o sea de los espacios urbanizados). De hecho, no hubo, hasta los últimos años, densificación del espacio urbano. Más bien esta ha ido bajando, a nivel de la aglomeración (15 000 habitantes por km² en 1942 hasta 7000 hab./km² en 2007). Esta ausencia de densificación, muy común en las aglomeraciones de los países del sur por falta de planificación urbana y por la urbanización espontánea, explica que el crecimiento demográfico urbano se tradujo en una extensión de las zonas urbanizadas (24). La mancha urbana se extiende de manera horizontal en dirección del lago Titicaca, pero también en las zonas alta orientales, donde se encuentran las EEA (Figura 1B). Es así que el crecimiento demográfico urbano, por falta de densificación, se traduce en una extensión de las zonas urbanizadas hasta las mayores altitudes, amenazando la conservación de los EAA (Figura 1B).

Represas.- Aunque la construcción de represas tiene muchas ventajas, como la posibilidad de almacenar grandes cantidades de agua y proveer de electricidad

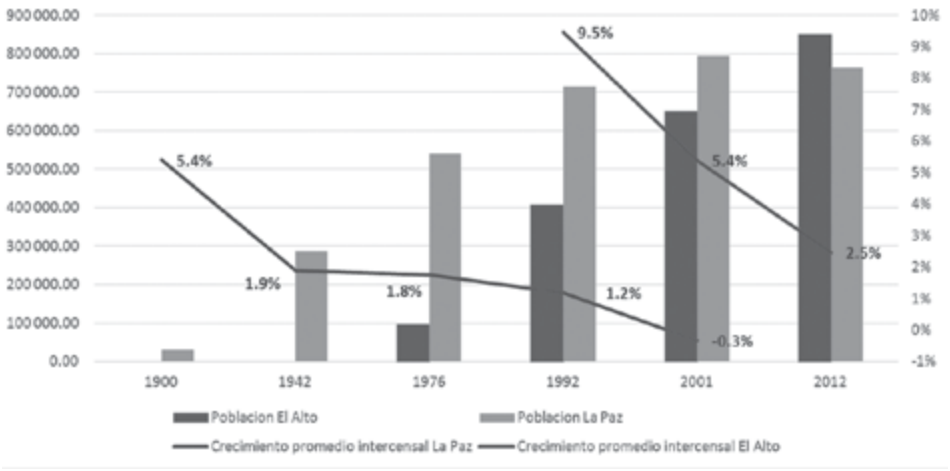


Figura 5. Crecimiento demográfico y tasa de crecimiento promedio en la metrópoli La Paz-El Alto

poco contaminante a cientos de miles de personas, su construcción abusiva puede acarrear pérdidas importantes de la biodiversidad, de áreas recreacionales y de forraje para el ganado, no solo en el valle de La Paz (y más que todo en los EAA), sino también en las cuencas correspondientes en la planicie (25).

Calentamiento global.- El último informe del grupo de especialistas del clima, no deja ninguna duda que las temperaturas van a aumentar de forma intensa las próximas décadas en todos los continentes, y que este incremento se debe a las actividades humanas, particularmente en América Latina (26). Los efectos sobre los ecosistemas altoandinos son de gran magnitud y múltiples (27). Una consecuencia es que la mayoría de las plantas tendrán que desplazarse a mayor altitud para encontrar condiciones climáticas más compatibles a su forma de funcionamiento (28). Se considera que todos estos procesos de migración son una amenaza para la conservación de la biodiversidad. Específicamente, las especies con baja capacidad de dispersión (por ejemplo con semillas que no pueden ser dispersadas por el viento), van a reducir su rango de distribución. En el valle de La Paz, varias plantas se encuentran frecuentemente a un nivel superior a los 5000 m de altitud, como *Distichia filamentosa, Senecio rufescens o Xenophyllum dactylophyllum* (20 y base de datos del Herbario Nacional de Bolivia), generando una capa densa de vegetación y de suelo. Bajo los efectos del calentamiento, estas plantas no tienen sitios para migrar a mayor elevación porque no existen suelos para acogerlas. El proceso de instalación necesitaría décadas o siglos, pero la rapidez del calentamiento no otorga ese tiempo, también como los servicios que producen para las sociedades.

3. Conclusión y perspectivas

Los ecosistemas altoandinos de La Paz proveen muchos servicios ecosistémicos para el ser humano y están fuertemente amenazados principalmente por la intensificación del uso de las tierras. Afectar negativamente la funcionalidad de estos EAA sería una pérdida muy importante para los paceños, tanto de la ciudad como del campo. Existen todavía varias posibilidades para mantener su funcionamiento; de inicio es recomendable sensibilizar a toda la población sobre todos sus atributos, las ventajas que nos ofrecen y el cuidado que requieren, y luego plantear proyectos y actividades con una visión de cuenca hidrosocial, para que los beneficios de las represas no se den solamente más allá de las zonas en las que se construyen, a fin de evitar fuertes conflictos sociales. Es responsabilidad de los paceños, tanto ciudadanos como campesinos, dar este paso, que ciertamente, permitiría mejorar la calidad de vida en general. Sin embargo, es un trabajo espinoso y que requiere tiempo, pues se debe respetar el sentir de los campesinos, su cultura y sus costumbres ante el tema de la conservación. Tarea que necesita estudios sociales, económicos, productivos y capacitaciones, algo vital para transmitir los valores de gestión y conservación de los EAA.

4. Agradecimientos

Agradecemos a Cecilia González por la revisión del artículo en castellano, a Javier Núñez-Villalba por ayudar en la elaboración del mapa de La Paz (Figura 1B), a Olivier Dangles por permitirnos utilizar sus fotos de animales altoandinos y al proyecto BIOTHAW (http://www.biothaw.ird.fr/)

Contexto Histórico de Bofedales del valle de La Paz y zonas aledañas desde una perspectiva Palinológica

Teresa Ortuño Limarino[1,2], Katerine Escobar Torrez[2]

[1]Museo Nacional de Historia Natural, Bolivia; [2]Herbario Nacional de Bolivia.

1. Introducción

La palinología es la ciencia que estudia pólenes y esporas, palinomorfos que por la composición química de sus estructuras pueden preservarse fosilizados durante largos periodos de tiempo, ya que están cubiertos por una exina compuesta por esporopolenina, sustancia resistente que se preserva durante miles de años y cuya forma, tamaño y simetrías varían según el grupo taxonómico al cual pertenece (Fig. 1) permitiendo su identificación. Esta característica los convierte en verdaderos libros de historia que permiten describir la vegetación del pasado e inferir de esta manera las alteraciones en los ecosistemas provocados por cambios ambientales y/o por actividades humanas (1).

Los estudios de la reconstrucción de ambientes del pasado se realizan en sitios donde se distingue una estratificación de suelo que permita la obtención perfiles de sedimento con un proceso de sedimentación es continua, estable y de poca oxidación (menor oxígeno y mayor preservación). En los Andes, muchas de las investigaciones palinológicas en sedimentos se han realizado en bofedales. Los bofedales que se originan de la desecación de lagunas de glaciar, y que posteriormente son colonizados por especies características principalmente de juncáceas (*Distichia* y *Oxychloe*); forman un suelo rico en materia orgánica en la que se depositan los pólenes de especies del lugar, de zonas aledañas e incluso de lugares alejados, ya que pueden ser trasportados por insectos o el viento, y que con el pasar del tiempo van conformando un registro fósil (2).

Los perfiles de sedimento son datados con diferentes métodos siendo el más conocido el de Radiocarbono (C^{14}). El C^{14}, es un isotopo que se encuentra presente en muestras de sedimento con materia orgánica; este método puede ser usado para datar muestras con un máximo de 40 000 años de antigüedad - límite práctico del método de datación por radiocarbono- (3 y 4).

1.1 Diagrama polínico:

Los diagramas polínicos (Figura 2 y 3) son el resultado de la representación gráfica de los datos obtenidos en el análisis de polen. Esta gráfica representa la frecuencia de cada especie vs. edad o profundidad del perfil, de este modo, se puede tener una idea de la composición florística y su cambio a través del tiempo (5).

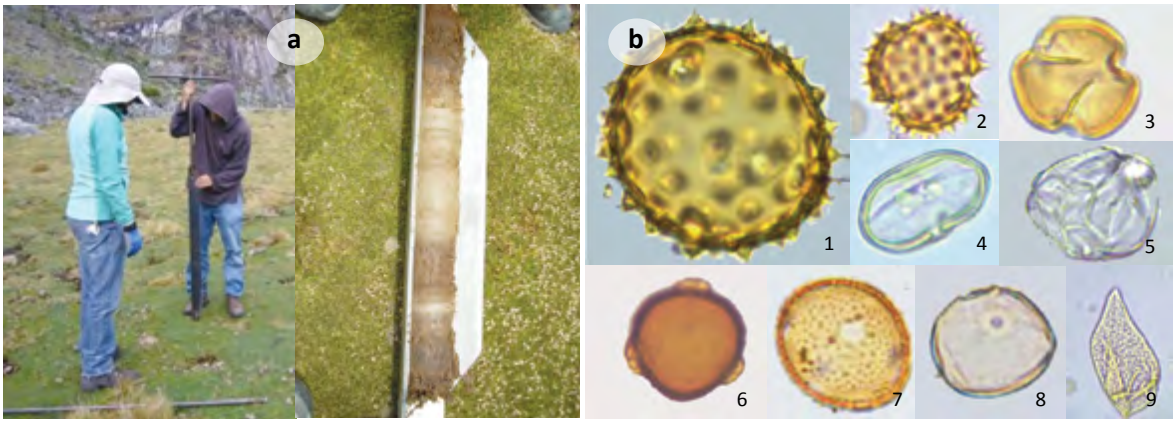


Figura 1: a) Equipo de perforación y detalle de perfil de sedimentos en Bofedales. b) Tipos de pólenes de bofedales y alrededores, 1) *Nototriche*, 2) *Baccharis alpina*, 3) *Limosella aquatica*, 4) *Lilaeopsis macloviana*, 5) *Distichia muscoides* 6) *Polylepis* sp. 7) *Plantago tubulosa*, 8) *Deyeuxia rigescens*, 9) *Elaeocharis albibracteata*. Fotos de T. Ortuño y A. P. Sandoval.

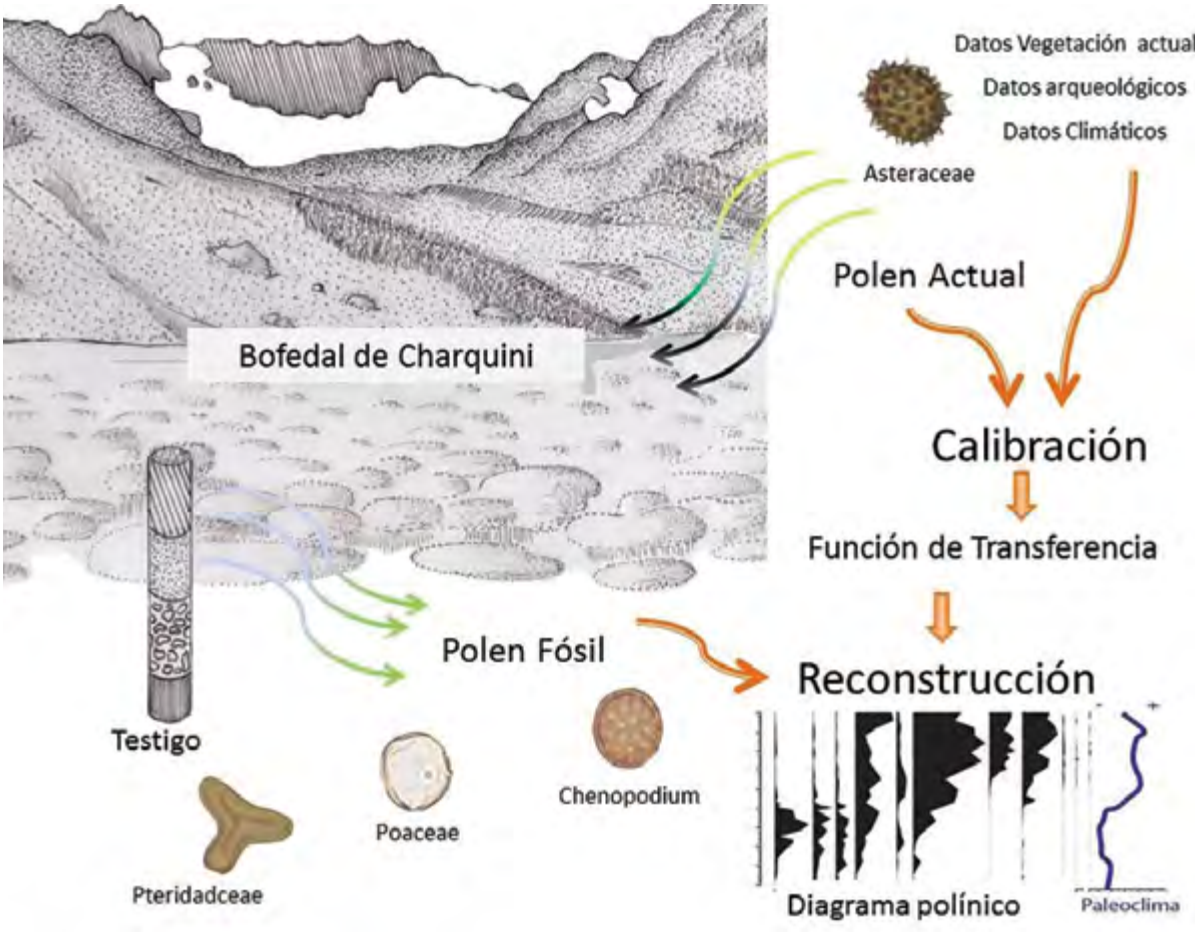


Figura 2. Diagrama resumido ilustrando los pasos necesarios para la obtención de resultados (Dibujo Carlos Maldonado, Teresa Ortuño & Katerine Escobar).

1.2. Análogos actuales y Calibración:

Para la interpretación de cambios de vegetación en el pasado es necesario tener un conocimiento sobre la vegetación y deposición de polen actual. Es por esto que el estudio de pólenes actuales, nos ayuda a encontrar polen de especies indicadoras de tipos particulares de vegetación actual. La calibración también juega un rol importante debido a que nos ayuda con la información sobre la relación entre la estructura del polen y el clima actual (Figura 2). Es así como estas dos técnicas combinadas nos ayudan a inferir no solo sobre el cambio de vegetación sino también sobre el clima pasado (5).

2. Estudios palinológicos en el valle de La Paz

Los estudios palinológicos permiten realizar una reconstrucción de la vegetación e interpretación de cambios en el clima en base a diferentes indicadores, como por ejemplo la relación Poaceae /Asteraceae. La abundancia de Asteraceae en ecosistemas de altura caracteriza lugares secos, al contrario, la abundancia de Poaceae caracteriza lugares con mayor humedad. La relación Poaceae/Asteraceae es utilizada en la palinología (6 y 7) como parámetro para caracterizar un gradiente de precipitación. Mostrando una tendencia que indica que el porcentaje de polen de Poaceae reduce, cuando reduce la precipitación (atribuido a que la cantidad de pastos en época húmeda es mayor) (8).

En la Figura 3 observamos el perfil de Charquini, que resalta la dominancia de Poaceae en las zonas 1 y 2, mientras que Asteraceae está mejor representada en las zona 3 y 4, indicando un cambio en la dinámica del bofedal. En el pasado, el bofedal y el ambiente eran más húmedos y a medida que paso el tiempo se tornó más seco. Este periodo de desecación en Charquini corresponde a 280 años AP (antes del presente), que es coincidente con los resultados de Rabatel et al. (9), quien a través de un estudio de liquenometría (técnica que mide el retroceso de los glaciales utilizando líquenes), encontró que en la segunda mitad del siglo 17 (1650 d.C.) ocurrió la extensión máxima del glaciar de Charquini, relacionado a la Pequeña Edad de Hielo (“LIA”), seguido por el retiro casi continuo del glaciar entre los siglos 18 y 19, que marca un periodo seco, el cual también se refleja en el bofedal.

Un hallazgo interesante en el perfil de Charquini es la presencia de polen de Chenopodiaceae, en un periodo de 900-1400 AD. En este caso en estos ambientes no existen especies silvestres de esta familia sobre 4000 m de altitud, por lo cual interpretamos que estos corresponden a rastros de cultivos de quinua, provenientes de valles aledaños, probablemente transportados por flujos de viento provenientes del valle de Zongo. Este registro se apoya por datos arqueológicos que revelan que la quinua ya se cultivaba desde 800-1500 AD Bruno (10).

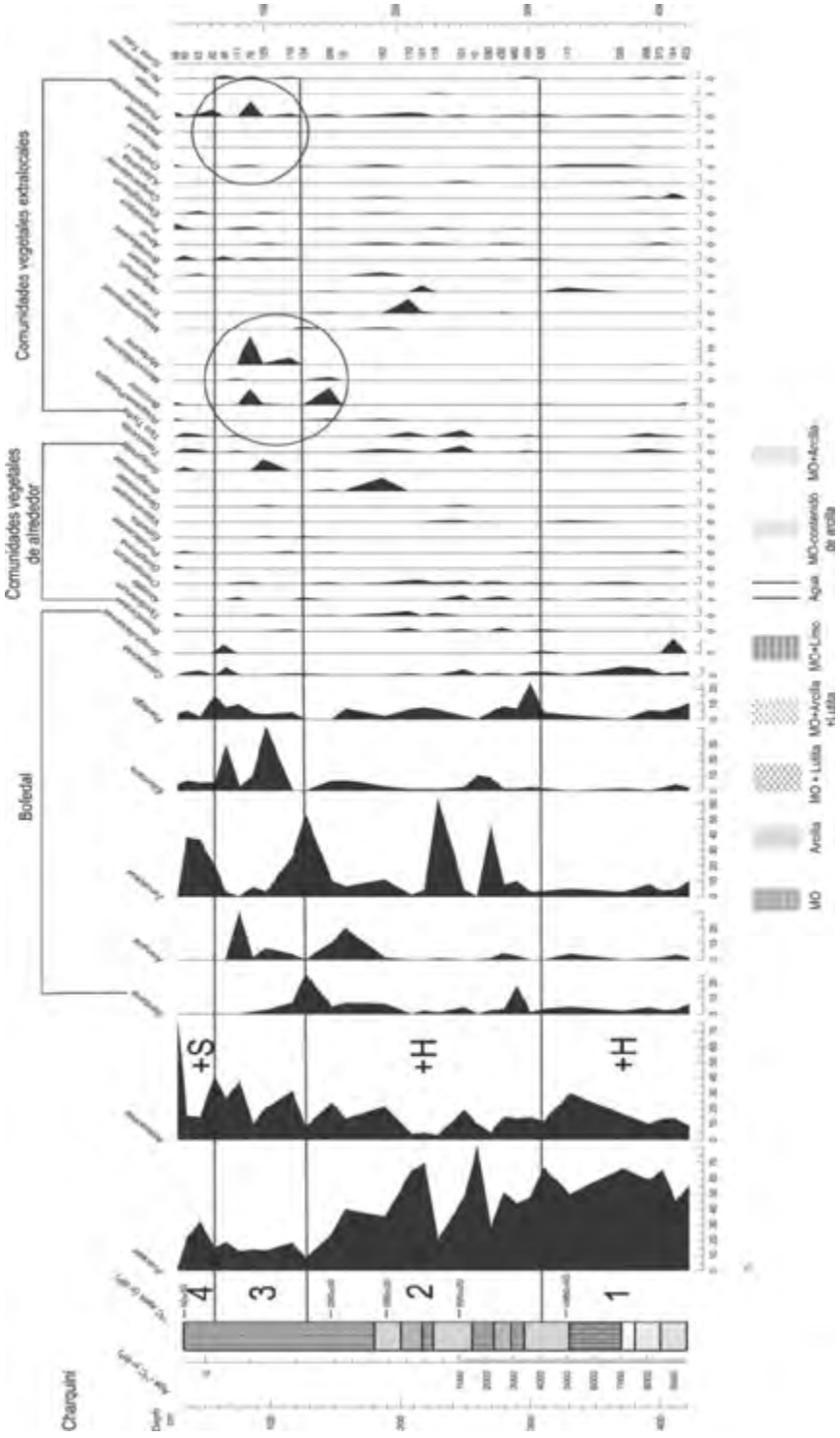


Figura 3. Perfil de Charquini, Provincia Murillo (16º18'41.8''S, 68º07'07" W a 4771 m). Arriba los taxones determinados organizados en polen característicos de bofedales, de comunidades de alrededor, y polen extra local. En la parte izquierda se incluye, la profundidad, la edad, las diferentes estratificaciones de suelo del perfil y las zonaciones desde la base a la superficie (1 a 4).

Bofedales altoandinos

Rosa Isela Meneses[1,2], Teresa Ortuño[1,2], Susi Loza Herrera[2], Alejandra Domic[2], Arely N. Palabral-Aguilera[1,,2] & Gabriel Zeballos[3]

[1]Museo Nacional de Historia Natural, Bolivia; [2]Herbario Nacional de Bolivia ;[3]Carrera de Ing. Geográfica. Escuela Militar de Ingeniería "Mcal. Antonio José de Sucre", Bolivia.

1. Introducción

Los bofedales son un tipo particular de humedales, propios de la región altoandina (1). Estas formaciones vegetales crecen sobre suelos orgánicos saturados de agua, ya sea de forma continua o temporal durante un año. Se encuentran ubicados principalmente en depresiones o valles y ocasionalmente en laderas de cerros con leves pendientes topográficas (2).

Se caracterizan por formar praderas naturales, compuestas por mosaicos de cojines almohadillados laxos o compactos, entremezclados con una red de arroyos y ojos de agua. Los bofedales son altamente dependientes del agua, ésta puede provenir de precipitación, ríos, arroyos, lagunas, agua subterránea y/o del deshielo de glaciares (3-5). Además, por encontrarse cerca de los límites bióticos de altitud y temperatura, el crecimiento de plantas es lento (6) y la descomposición de materia vegetal muerta es casi nula, por lo que la estructura de los suelos es turbosa y de tipo histosol (7, 8).

Los bofedales cumplen funciones ecosistémicas, económicas, culturales y paisajísticas (9). Entre las ecosistémicas se encuentran las relacionadas con servicios hídricos, incluyendo la regulación del caudal (1), recarga de acuíferos, acreción de sedimentos, remoción de contaminantes y conversión del agua de lluvia en un flujo constante de agua que alimenta a los ríos. Los suelos de los bofedales, ayudan a retener nutrientes, previenen la erosión y crean un microclima (2, 10). Debido a la baja tasa de descomposición de materia vegetal, Earle *et al.* (11), sugieren que los bofedales podrían fungir como acumuladores efectivos de carbono. Por ejemplo, la capa de turba de *Distichia muscoides* puede crecer hasta 3 cm al año (10) y 1 m^2 de *Oxychloe andina* secuestra la misma cantidad de carbono en un año, que al menos 10 m^2 de musgos del género *Sphagnum* (género dominante en las turberas de regiones boreales) (11).

Los bofedales son hábitat para una gran diversidad biológica, tanto a nivel de riqueza especifica como de endemismo (plantas, aves, anfibios, peces y microcrustáceos) (12-15). En el caso de aves, son importantes zonas de nidificación, apareamiento y alimentación. También constituyen una de las principales fuentes de alimentación de mamíferos grandes, como la vicuña.

Socioeconómicamente, los bofedales son una fuente importante de forraje fresco, palatable y nutritivo para el ganado camélido y ovino durante todo el año (16). Por esta razón, los pastores andinos poseen varías prácticas tradicionales que emplean para incrementar la productividad y el área ocupada por los bofedales. Una de las prácticas más comunes es el riego, que incluye la construcción y mantenimiento de canales a lo largo del año (9, 17). Dado que los pastores dependen fuertemente de los bofedales para la cría de camélidos, especialmente de alpacas, son actores clave en la conservación de humedales.

1.1 Estudios de bofedales en el valle de La Paz

En los Andes centrales, el conocimiento ancestral y manejo de bofedales tiene una larga tradición (2, 9), los primeros estudios académicos sobre bofedales en el valle de La Paz fueron realizados por Estensoro (1) y Meneses (18), quienes los describen y caracterizan. Posteriormente Alzérreca y colaboradores (17) realizaron el primer estudio a nivel nacional, cuantificando la distribución y caracterizando los distintos tipos de bofedales en Bolivia. Las investigaciones recientes en bofedales se enfocan en su rol ecológico (9, 13, 19), sociocultural (9) e hidrológico (20, 21).

Recientemente, el estudio de bofedales en la Cordillera Real tuvo un impulso importante con el proyecto BIOTHAW (22). Este proyecto promueve la investigación transdisciplinaria, conjunta, y orientada a la conservación, desde un enfoque social, integrando la glaciología, la geomática y la ecología. Con estas investigaciones se estandarizaron metodologías de estudio, y se obtuvieron los primeros resultados integrales, como ser: el primer inventario multitemporal de humedales en la Cordillera Real (23), un estudio sobre la variabilidad temporal y espacial en cuerpos de agua de bofedales en Quetena Sur Lípez, Potosí (24), las primeras evidencias importantes sobre la relación entre la influencia glaciar y la heterogeneidad ambiental de los bofedales, que pueden afectar la estructuración espa-

cial de metacomunidades de cladócera (microcrustáceos) (25) y los primeros indicios sobre la respuesta de las comunidades vegetales al calentamiento global a través de estudios observacionales (26).

Por último, el estudio de Meneses (15) en la Cordillera Real, además de caracterizar los bofedales según su calidad de agua, identifica los impactos de las actividades humanas en su estructura y resalta la importancia de los bofedales a nivel ecológico y socioeconómico.

Todos estos aportes han sido realizados en zonas aledañas al valle de La Paz, en el valle resalta la escasa existencia de estudios, en Hampaturi se tienen estudios enfocados en la calidad ecológica de los bofedales bajo un enfoque socioambiental (27). Este capítulo pretende aportar al conocimiento de la diversidad florística de los bofedales del valle de La Paz.

2. Distribución de los bofedales en el valle de La Paz

Los bofedales se encuentran distribuidos a lo largo de la cordillera andina desde Venezuela y Colombia hasta Chile, de forma dispersa y fragmentada. En Bolivia, se diferencian dos tipos de bofedales según su distribución altitudinal. Los bofedales altiplánicos que se encuentran entre 3650 y 4100 m y los altoandinos ubicados entre 4100 y 5200 m.

Los bofedales altoandinos del valle de La Paz están distribuidos en las partes altas de la cuenca de Hampaturi, Kaluyo, Murillo y Choquecota, ubicándose en planicies y laderas dentro de un rango altitudinal de 4150 a 4850 m.s.n.m.

En el presente estudio se evaluaron 11 bofedales, pertenecientes a tres cuencas hidrográficas: Hampaturi, Kaluyo y Murillo entre 4285 y 4652 m de altitud.

Con los resultados obtenidos en las evaluaciones se cuantificó la riqueza total de plantas, el índice de diversidad Shannon – Wienner (que toma en cuenta el número de especies y la distribución de su abundancia, mientras más alto su valor más diverso es un sitio),y el Índice de Equitatividad de Shannon que mide cuan equitativa es la distribución de especies de una muestra.

3. Riqueza y diversidad de plantas

La evaluación de campo permitió identificar 73 especies de plantas vasculares y no vasculares, incluyendo algunas especies que se desarrollan al borde de bofedales que ocasionalmente pueden encontrarse en bofedales, cuando existe un proceso de degradación.

El análisis de riqueza, diversidad y equitatividad por bofedal muestra que en general los bofedales de Pamapalarama son los más ricos y diversos; se registraron hasta 40 especies por bofedal. En la cuenca de Murillo se registraron 24 especies como máximo, aunque la riqueza es menor, su diversidad es similar a Pampalarama, sin embargo, estos bofedales son ligeramente más equitativos que el resto.

Los bofedales de Pampalarama (cuenca Kaluyo) presentan mayor riqueza o número de especies y son los más diversos (55 especies, índice de Shannon: 3.2), y más intervenidos, como lo indican algunas especies encontradas en las evaluaciones con abundancia baja, como por ejemplo *Geranium sessiliflorum, Oxalis oreocharis* y *Perezia ciliosa*, que son comúnmente observadas en laderas, y las últimas dos creciendo bajo rocas u otras plantas de porte más alto. La presencia de estas especies indican un proceso de degradación del bofedal.

A pesar de la fuerte presión por extracción de turba en la parte baja de estos bofedales (ver Figura 7), al momento, el área en general muestra un buen estado. Sin embargo, la cobertura de cojines es baja en relación a otras cuencas glaciales, como por ejemplo, Hichu Khota, donde los cojines de Juncaceae pueden cubrir en promedio 40% por bofedal (29)

En la cuenca Murillo se encontraron sólo 32 especies y la diversidad ligeramente menor a Pampalarama (índice de Shannon: 3). En esta cuenca también dominaron los cojines de Juncaceae, pero su cobertura máxima no sobrepasó el 40%. Entre las especies raras están *Cotula mexicana*, *Myrosmodes paludosa* y *Oritrophium limnophilum*, entre otras.

En Hampaturi, se registraron 44 especies, fue la cuenca con menor diversidad (índice de Shannon: 0.7) porque en esta cuenca la distribución de especies es menos equitativa (0.7) y al contrario de las otras cuencas, dominan placas de *Plantago tubulosa* y *Phylloscirpus deserticola*. Los cojines de *O. andina* y *D. muscoides* son poco comunes, cubriendo un área del 23% y 15%.

Entre las especies raras están *Phlegmariurus andinus, Werneria heteroloba* y *Agrostis tolucensis*. La baja cobertura de cojines y mayor cobertura de placas en la cuenca sugiere un fuerte proceso de degradación de los bofedales, ya sea por desecamiento como por la elevada presión humana (27), con una mayor cantidad de ganadería camélida y ovina.

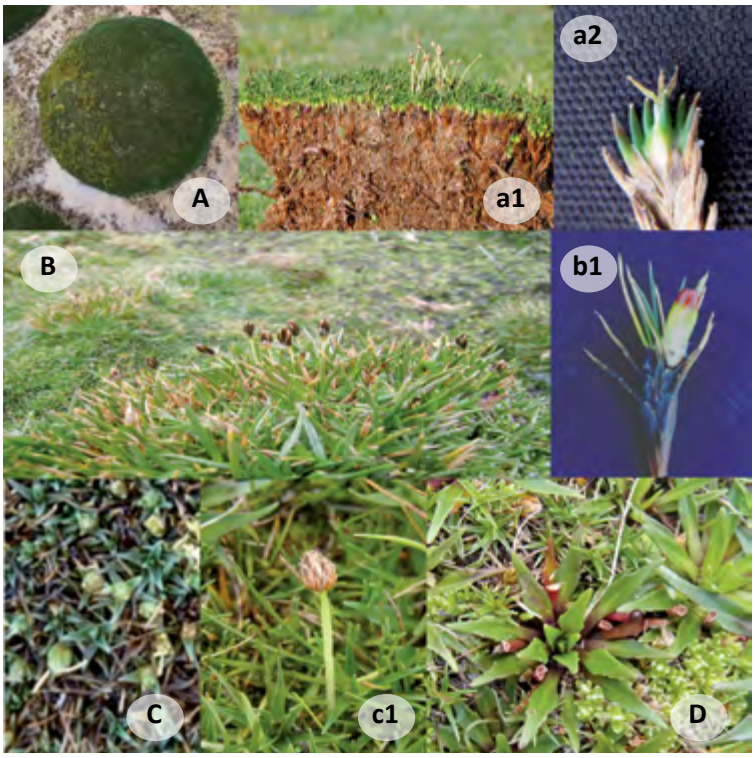


Figura 1. Especies dominantes en bofedales. **A)** Cojín de *Distichia muscoides* (Foto: Arely Palabral), a1) Forma de crecimiento en cojín (Foto: Proyecto BioTHAW), a2) Flor femenina (Foto: Teresa Ortuño); **B)** cojín de *Oxychloe andina* (Foto: Nelson Loza), b1) Detalle del fruto (Foto: Nelson Loza); **C)** *Phylloscirpus desertícola* (Foto: Arely Palabral), **C1)** Detalle de la inflorescencia *Phylloscirpus desertícola* (Foto: Arely Palabral), (Foto: Teresa Ortuño); **D)** Cojín en placa de *Plantago tubulosa* (Foto: Karina Yager).

4. Descripción de las especies más comunes en los bofedales

La Figura 1 presenta imágenes de las especies dominantes en los bofedales de altura del valle de La Paz: *Distichia muscoides,* conocida como "qachu paco" o "paco hembra", crece formando un cojín compacto, frecuentemente de carácter circular y de característico color verde oscuro (Figura 1A). Sus hojas estrechamente imbricadas tienen una posición díst-ica (dispuesta en dos filas opuestas) (Figura 1a2). Sus flores son terminales y bisexuales; la flor femenina (Figura 1a2) se encuentra casi oculta entre las brácteas y la masculina tiene un pedúnculo largo. El fruto es una cápsula de unos 5 mm de largo de color rojizo amarillento (similar a *Oxychloe andina*), que fructifica de septiembre a noviembre. Por su forma de crecimiento produce una alta cantidad de turba (Figura 1a1) (30) y es palatable para el ganado camélido. Esta especie es característica de los bofedales permanentemente húmedos y poco perturbados (15, 26, 30, 31) y esta categorizada como (EN) en peligro para la región andina de Bolivia (32).

Oxychloe andina (Figura 1B) es otra juncácea que domina en los bofedales altoandinos y puneños del valle de La Paz. Conocida comúnmente como "orko paco" o "paco macho", crece formando cojines laxos que al tacto son dolorosamente espinosos debido a sus filiformes hojas punzantes. Sus flores son terminales y pedunculadas, y pueden ser unisexuales, dioicas o hermafroditas. El fruto (Figura 1b1) es una cápsula rojiza amarillenta de 6 mm de largo, que al igual que el "paco hembra" es comestible tanto crudo como tostado. Pueden encontrarse frutos desde septiembre a noviembre y las pequeñas y numerosas semillas que contiene son de forma ovoide. A pesar de sus hojas punzantes es muy apreciado por el ganado como forraje. Según Ostria (3) genera menor cantidad de turba en comparación de *D. muscoides*, pero es más tolerante a la sequedad y al pastoreo, por lo que podría avanzar sobre los cojines de *D. muscoides* (26, 30). Esta especie esta categorizada como (EN) en peligro para la región andina de Bolivia (32).

Phylloscirpus desertícola (Figura 1C) es una pequeña hierba en roseta, con forma de estrella, puede crecer formando placas o pequeños cojines abombados, ya que al igual que las juncáceas posee una forma de crecimiento que le faculta a producir un poco de turba; su habilidad para prosperar en ambientes secos le confiere una característica que puede ser usada para identificar bofedales en proceso de desecación. Sus hojas son de color verde plomizo, y su inflorescencia apical (Figura 1c1), simple y con una o varias espiguillas, son



Figura 2. A) Cojín de *Zameioscirpus muticus* abundante en bofedal de Pampalarama, **a1)** detalle de las hojas. Especies que se desarrollan sobre cojines: **B)** *Castilleja pumila;* **C)** *Arenaria digyna* en recuadro detalle de la flor; **D)** *Ourisia muscosa* en recuadro detalle de la flor; **E)** *Agrostis tolucensis.* (Fotos: Teresa Ortuño).

características taxonómicas del género. El fruto es un aquenio con ápice agudo y pelos cortos como cerdas, y posee remanentes del estilo en la base. Según Dhooge y Goetghebeur (33) florece el año redondo, pero en el valle de La Paz se han encontrado individuos en estado fértil entre agosto a noviembre. Esta especie está categorizada como (EN) en peligro para la región andina de Bolivia (32).

Plantago tubulosa (Figura 1D) es una hierba en roseta que en estado estéril fácilmente puede confundirse con la Asteraceae *Hypochaeris taraxacoides* (Figura 4B), ya que ambas poseen hojas lanceoladas, desde casi enteras hasta profundamente pinnadas (divididas), de color verde muchas veces con jaspes rojizos y consistencia similar, pero cuando se arranca una hoja se observa que *Hypochaeris* exuda un látex blanquesino que *P. tubulosa* carece. En los bofedales ambas especies son comunes y pueden crecer formando densas placas planas, tanto en ambientes permanentemente húmedos como en aquellos temporalmente húmedos. *Plantago* resiste muy bien las condiciones de sequedad y su dominancia podría indicar cierto grado de perturbación en los bofedales. Su flor solitaria, tubular y morada posee estambres alargados que sobresalen de la flor y su fruto que es una cápsula dehiscente, es como una copa que se abre por un capuchón, para exponer cuatro semillas pequeñas y oscuras. Ambas especies también son muy palatables para el ganado.

Zameioscirpus muticus (Figura 2A) es una pequeña hierba perenne, cespitosa (que es capaz de formar césped), de suaves hojas liguladas (Figura 2A1) agrupadas densamente, de color verde amarillento y sin espinas en sus puntas. Posee rizomas suaves que penetran en los pequeños huecos y leves hendiduras en los cojines.



Figura 3. Especies que desarrollan sobre cojines: **A)** *Caltha sagittata*; **B)** *Cuatrecasasiella argentina*; **C)** *Oritrophium limnophilum* en recuadro detalle de la flor abierta; **D)** *Bartsia pedicularoides*, en recuadro detalle de la flor; **E)** *Gentiana sedifolia*; **F)** *Myrosmodes paludosa*. (Fotos: Teresa Ortuño).

La inflorescencia está formada por una espiguilla sin perianto y un culmo (tallo hueco) de 3 a 5 cm de alto. Al igual que las juncáceas también forma un poco de turba y puede crecer en medio de *Oxychloe andina* o *Distichia muscoides* o a veces independientemente, sin integrarse a los cojines y cubriendo superficies del bofedal descubiertos de vegetación, protegiéndolo así de la erosión. Al parecer es la especie que presenta mayor amplitud ecológica y fisiológica, siendo capaz de crecer también en lugares que permanecen secos por mucho tiempo (al igual que las gramíneas) y es más resistente a las heladas que los cojines de juncáceas.

Sobre los cojines se desarrollan muchas especies herbáceas de tamaño muy reducido, que aprovechan el suelo rico en materia orgánica y la humedad; en las figuras 4, 5 y 6 se observan algunas que encontramos en los bofedales evaluados. La mayoría de estas especies se encuentran distribuidas ampliamente y se las observa frecuentemente en bofedales altoandinos como es el caso de *Castilleja pumila*, *Ourisia muscosa*, *Caltha sagittata*, *Cuatrecasasiella argentina*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Werneria pygmaea*, y *W. heteroloba*. Otras se observan con menos frecuencia dependiendo del lugar y/o la época del año como, *Werneria spathulata, Oritrophium limnophilum*, *Myrosmodes paludosa* y *Arenaria digyna.*

Es común encontrar especies acuáticas y semiacuáticas asociadas a los ojos de agua y a los canales que atraviesan los bofedales (Figura 5), algunas de estas especies son: *Calitriche heteropoda*, *Myriophyllum quitensis* y *Ranunculus uniflorus*, que se desarrollan en aguas no mineralizadas, transparentes y superficiales. Otras como *Lachemilla diplophylla* y *Lilaeopsis macloviana* son especies comúnmente asociadas a los canales con poca profundidad. Así mismo, tanto en el bofedal como en la vegetación aledaña se puede encontrar una variedad de especies de Poaceae como: *Deyeuxia rigescens* (Figura 6A), es una gramínea pequeña, perenne, cespitosa, de rizomas cortos y tallos erguidos, rígidos a levemente curvados. Las hojas forman un césped tupido en la base, las láminas son planas y están dobladas por el nervio medio (conduplicadas), y por su consistencia dura pero con flexibilidad (coriáceo), es muy difícil de colectar. La inflorescencia es una espiga, generalmente de aspecto alargado, y bien pegada al culmo, de color amarillo. Crece en varios ambientes, desde zonas secas del bofedal hasta bordes de arroyos y ríos. Es también muy palatable para el ganado.

Deyeuxia chrysantha (Figura 6B) es una gramínea típica de pozas de agua y arroyos (30), de rizomas alargados y culmos erectos de hasta 50 cm de alto, lisos, glabros y brillantes. Las hojas largas son glabras (sin pelos), de ápice agudo, rígidas y conduplicadas (dobladas a lo largo del nervio medio), casi planas hacia la base. La inflorescencia es una espiga dorada brillante y semiesférica de aspecto membranáceo, algo bronceado. Puede formar pequeñas islas en medio de cuerpos de agua y prefiere habitar en lugares húmedos con suelos ricos en materia orgánica. Por su alta palatabilidad es apetecible para el ganado camélido (17) y pueden encontrarse individuos fértiles de febrero a abril.

En bordes de bofedal, o a veces en medio de los cojines, se encuentran pequeñas hierbas llamativas (Figura 7), como ser: *Perezia ciliosa* (Asteraceae); *Gentiana bockii* (Gentianacea); *Arenaria parvifolia* (Caryophyllaceae).



Figura 4. Especies que desarrollan sobre cojines. **A)** *Werneria spathulata* en recuadro el detalle de la hoja **B)** *Hypochaeris taraxacoides* (Foto: Humber Alberto); **C)** *Werneria pygmaea*, **D)** *W. apiculata* en recuadro con detalle de hojas, (Fotos: Teresa Ortuño). **E)** *Werneria heteroloba* (Foto: Stephan Beck).



Figura 5. Especies que desarrollan en sitios anegados: **A)** *Lilaeopsis macloviana;* **B)** *Myriophyllum quítense;* **C)** *Eleocharis albibracteata;* **D)** *Mimulus glabratus*; **E)** *Lachemilla diplophylla*; **F)** *Luzula racemosa*; **G)** *Ranunculus uniflorus*; (Fotos Teresa Ortuño); **H)** *Cotula mexicana,* (Foto: Arely Palabral).

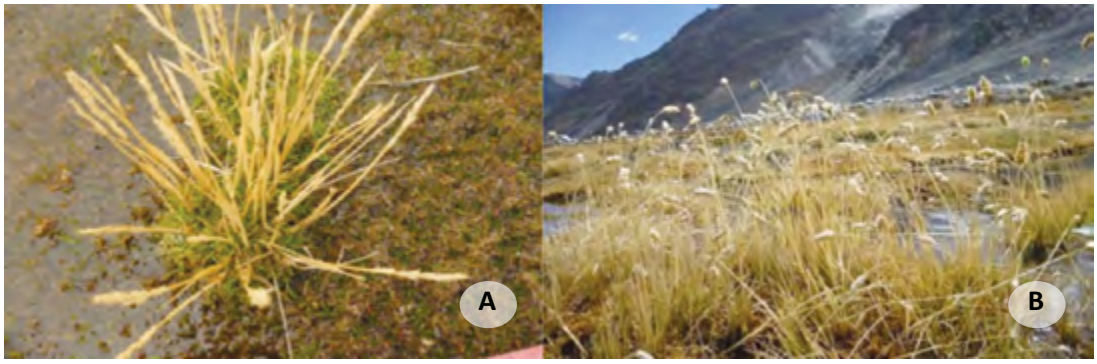


Figura 6. Especies que crecen entre los cojines o en borde de bofedal: **A)** *Deyeuxia rigescens* (Foto: Arely Palabral); **B)** *Deyeuxia chrysantha* (Foto: Proyecto BID).



Figura 7. Especies que se desarrollan en los márgenes de bofedales y encontradas con menor frecuencia **A)** *Peperomia parvifolia*; **B)** *Perezia ciliosa*; **C)** *Gentianella bockii*; **D)** *Halenia caespitosa* (Fotos: Teresa Ortuño).

5. Amenazas y estado de conservación

Los bofedales están amenazados por varias actividades antrópicas y por el cambio climático. Estos ecosistemas son altamente vulnerables debido a características intrínsecas, como el área que ocupa, la cual generalmente es pequeña, el lento proceso de formación y la alta diversidad de especies. Adicionalmente, su alta dependencia al agua los hace vulnerables a variaciones en el ciclo hídrico, especialmente si se considera una disminución en la precipitación y el derretimiento de glaciares.

La minería tiene amplia presencia en la parte alta del valle de La Paz (Figura 8) y es una fuerte amenaza debido a la contaminación de fuentes de agua y suelo, además del desvío de cursos de agua utilizada para lavar minerales. Esta actividad se realiza principalmente en Hampaturi y Pampalarama, donde en los últimos años se ha producido el incremento de actividades mineras a pequeña escala. Aun cuando la actividad minera cese, los pasivos ambientales continuarán afectando negativamente a ríos y bofedales por la liberación de lixiviados.

El sobrepastoreo constituye otra de las principales causas de degradación de los bofedales. Malas prácticas de manejo del ganado, asociado con una alta carga animal y el uso intensivo de los bofedales, produce desecamiento, reduce la cobertura vegetal y conduce a la pérdida de especies sensibles a disturbios y aquellas altamente palatables (2, 15, 17).

La extracción de turba es una actividad que genera disturbios en los bofedales. La turba es un material orgánico, rico en carbono y nitrógeno, producto de la descomposición vegetal, el cual es ampliamente utilizado como abono y combustible vegetal (1). La extracción de turba implica la extracción de cobertura vegetal seguido del drenado del agua del bofedal. Los bofedales ubicados en la parte baja de la cuenca de Pampalarama se encuentran bajo altas tasas de extracción de turba. Además de la pérdida de plantas, la extracción produce la liberación hacia la atmósfera del dióxido de carbono almacenado en las profundidades.

Finalmente, el cambio climático es una de las principales amenazas a mediano plazo. Cambios en los patrones de precipitación y la pérdida de glaciares afectarán la disponibilidad de agua y la recarga de acuíferos que suministran agua a los bofedales (34, 35). Los efectos del cambio climático todavía no han sido estudiados propiamente, pero se estima que producirán la disminución del área de los bofedales, desecamiento y extinciones locales.

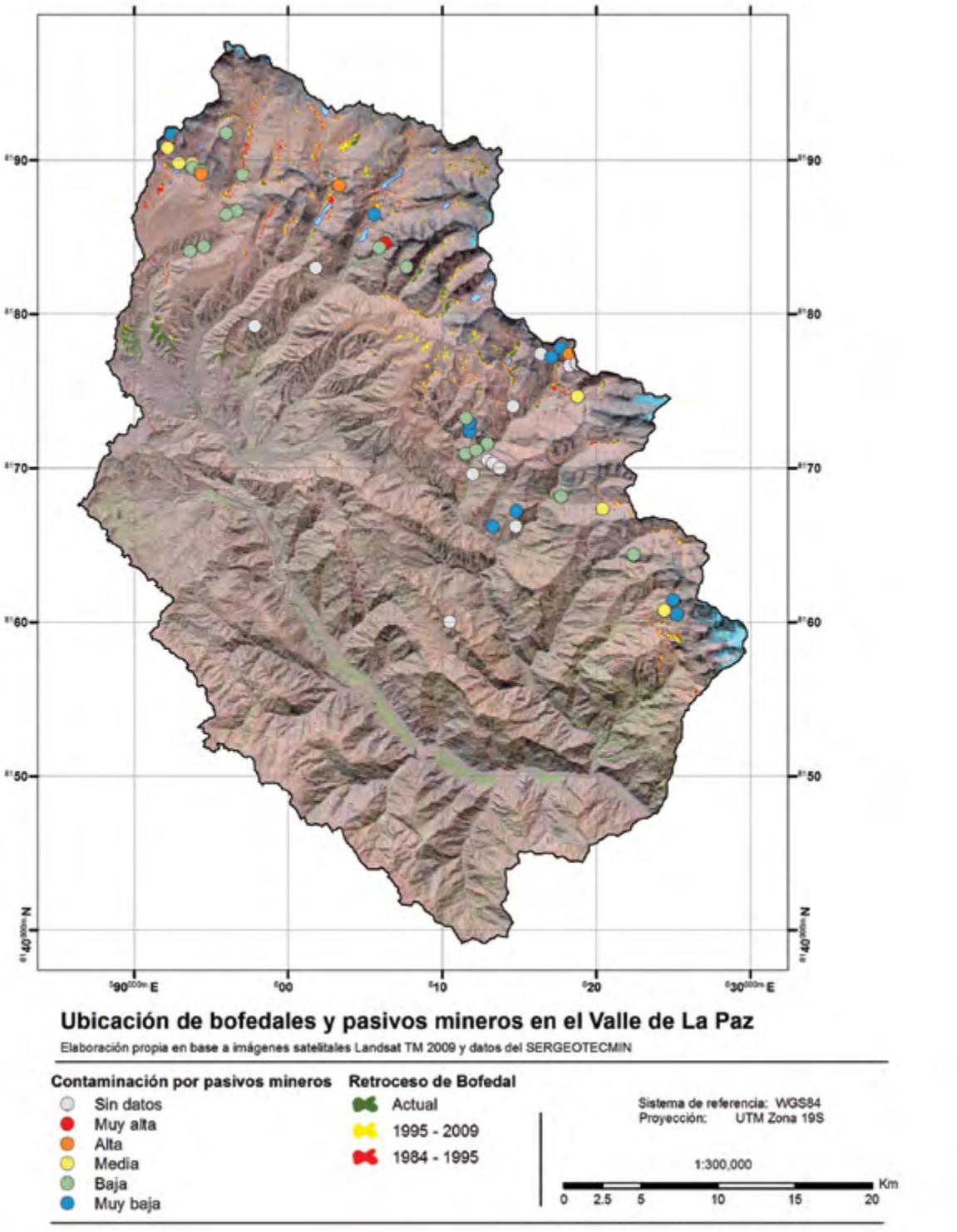


Figura 8. Depósitos y pasivos mineros en el valle de La Paz (Mapa elaborado por Gabriel Zeballos).

6. Consideraciones finales

En el valle de La Paz los bofedales están altamente fragmentados reducidos a pequeñas áreas y en general muy intervenidos. Estos están en proceso de desecación y reflejan la sobreexplotación a la que están sometidos. Las especies que se caracterizan por formar turba están siendo reemplazadas por especies de zonas secas, las cuales no tiene la misma capacidad de almacenamiento de agua que cumple el bofedal. Nos corresponde trabajar con la conservación de los mismos para tener agua en el futuro.

Los bosques de queñua (*Polylepis pacensis*) del valle de La Paz

Alejandra I. Domic[1], M. Isabel Gómez[2,3], Rosember Hurtado[1], Arely N. Palabral-Aguilera[1,3,] Adriana Rico[4,5] & Máximo Liberman[4,5]

[1]Herbario Nacional de Bolivia; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Museo Nacional de Historia Natural; [4]Instituto de Ecología; [5]Universidad Mayor de San Andrés.

1. Introducción

Los bosques de *Polylepis*, también conocidos como bosques de queñua son ecosistemas únicos en la región andina. Se caracterizan por la dominancia arbórea del género *Polylepis*, y por estar mayormente distribuidos por encima del límite superior del bosque continuo, especialmente en laderas de montañas, roquedales y a lo largo de arroyos. Estos bosques constituyen el hábitat de varias especies de plantas y animales nativos, y proporcionan diversos servicios ecosistémicos a nivel local.

Polylepis pacensis es una de las especies descrita recientemente para el género (5). Es endémica de Bolivia y se encuentra distribuida mayormente en el departamento de La Paz, específicamente en los valles circundantes al nevado Illimani y los yungas de Quime e Inquisivi. Según Navarro *et al.* (7), la especie es un componente dominante de los bosques puneños en la Cordillera Tres Cruces y la Cordillera Real.

2. Descripción de la especie

2.1. Morfología:

El género *Polylepis* pertenece a la familia Rosaceae. *Polylepis pacensis*, presenta hábitos arbustivos (1-3 m) y arbóreos (1.5-8 m) (Figura 1a). Se caracteriza por un tronco cubierto por una corteza que se desprende en delgadas láminas pardo-rojizas. Las hojas se congestionan en las puntas de las ramas y están compuestas por cinco foliolos (Figura 1b y 1c). Los foliolos poseen ápices redondos a emarginados, márgenes crenados y un indumento blanco piloso que cubre densamente el envés de las hojas, así como las flores y los frutos y algunos pelos glandulares amarillos, principalmente presentes a lo largo de las venas del envés. Las inflorescencias están compuestas por 6 a 10 flores pequeñas (Figura 1d). Las flores son polinizadas por el viento y se caracterizan por ser pequeñas (menos de 1 cm), sin pétalos, con sépalos inconspicuos, estambres grandes y rojizos y un estigma seco y amplio. Los frutos son aquenios con alas, los cuales son dispersados por el viento (5) (Figura 1f y 1g).

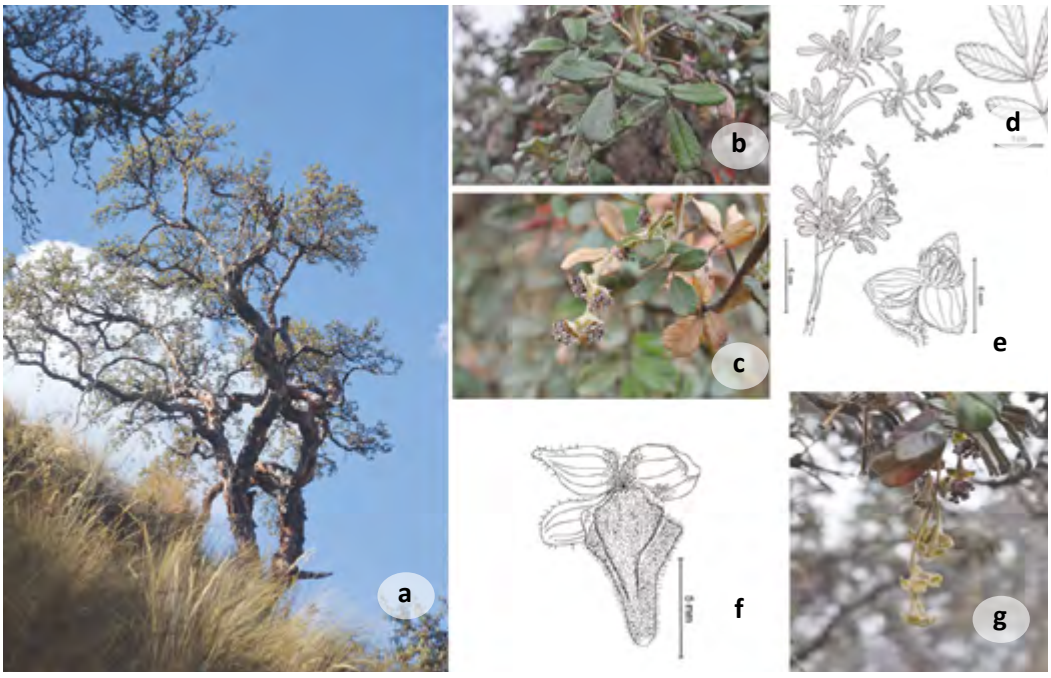


Figura 1. a) Hábito arbóreo, b) y d) hojas, c) y e) flores, f) y g) frutos de *Polylepis pacensis* (Fotos: A. Domic y R. Hurtado; Dibujos: Kessler & Schmidt-Lebuhn 2006 (2)).

2.2. Distribución:

Polylepis pacensis es una especie endémica de Bolivia, distribuida en los Valles Secos interandinos de los departamentos de La Paz y Cochabamba. En el departamento de La Paz, se encuentran bosques a lo largo de la Cordillera Oriental, en los ríos La Paz y Luribay y en los yungas de Inquisivi y Quime (Figura 2). En Cochabamba, sólo se han registrado poblaciones en Cotacajes (1).

Los bosques se caracterizan por distribuirse entre 3200 y 4100 m, en áreas subhúmedas con 700-900 mm de precipitación (5, 7). En el valle de La Paz, la especie tiene una distribución reducida en el límite sureste, en inmediaciones del nevado Illimani, entre las comunidades de Quillihuaya, Cohoni, Pucaya y Cayimbaya. Los bosques son pequeños y fragmentados, ubicados exclusivamente en laderas rocosas de cerros, con pendientes empinadas (Figura 3). Ocasionalmente se encuentran árboles aislados cerca de terrazas de cultivos.

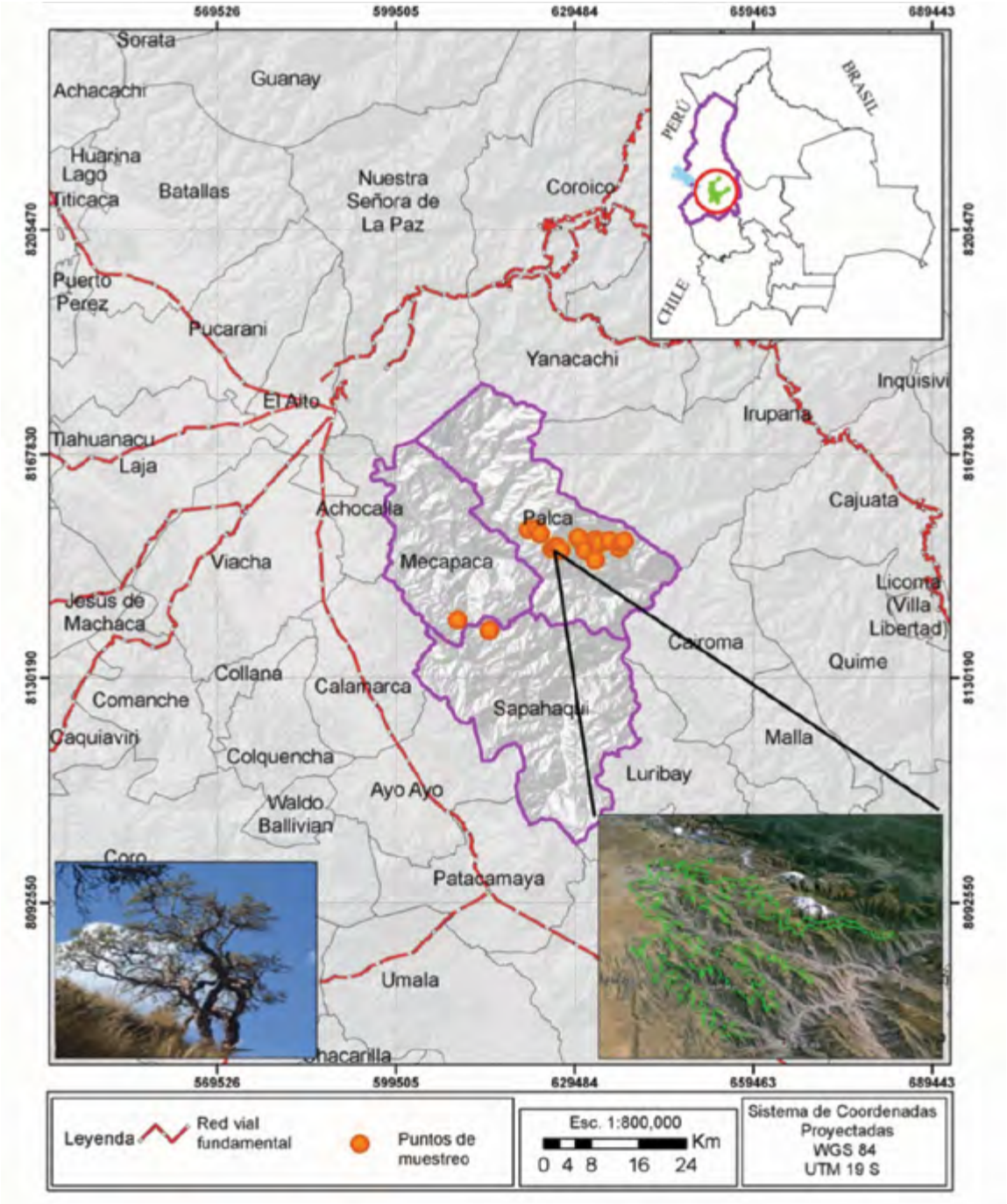


Figura 2. Mapa de ubicación de *Polylepis pacensis* en el valle de La Paz. Elaborado por Noel Ortuño.



Figura 3. Bosques de *Polylepis pacensis* en Cohoni, valle de La Paz (Foto: A. Domic y A. Palabral).

3. Biodiversidad asociada

En general, los bosques de *Polylepis* se caracterizan por poseer una baja riqueza de especies. Sin embargo, muchas especies que están presentes son locales y tienen distribuciones restringidas (2). La vegetación característica de los bosques de *Polylepis pacensis* incluye varias especies arbustivas y herbáceas, entre ellas destacan arbustos de *Baccharis tola* var. *incarum*, *B. latifolia, B. papillosa, B. pentlandii, Schinus microphylla (sin. S. andinus), Clinopodium bolivianum, Pluchea fastigiata*, *Calceolaria buchtieniana*, *C. lobata, C. bartsiifolia, C. engleriana, Berberis commutata, B. boliviana, Brachyotum microdon* y *Agalinis lanceolata*; hierbas como *Plantago lanceolata*, *Achyrocline alata*, *Lupinus altimontanus*, *Gnaphalium cheiranthifolium*, *Castilleja virgata*, *Quinchamalium chilense*, *Bomarea* cf. *dulcis* y gramíneas como *Jarava ichu* (Figura 4) (6).

Con relación a la fauna, los bosques generan diversos hábitats para invertebrados y vertebrados. Particularmente las aves han sido objeto de muchos estudios, ya que existen especies que poseen un rango de distribución restringido y son especialistas de hábitat, es decir, dependen de los bosques de *Polylepis* como áreas de nidificación y alimentación (2). Los bosques de *Polylepis pacensis* constituyen un hábitat particular para varias especies de aves. Se han evaluado los bosques que se encuentran fuera del límite del valle de La Paz y se han registrado alrededor de 31 especies, dos estrechamente asociadas a este ecosistema: el Tijeral de Yanac (*Leptasthenura yanacensis*) y el Conirrostro Gigante (*Oreomanes fraseri*), ambas especies están categorizadas como Casi Amenazadas (NT), según la Lista Roja de la UICN (8).

Además también se han registrado varios individuos del Colibrí Negrito (*Aglaeactis pamela*) y el Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*), ambas especies endémicas de Bolivia. Es necesario confirmar su presencia en los fragmentos de bosque que se encuentran dentro los límites del valle de La Paz, los cuales son pequeños y están restringidos a quebradas inaccesibles.



Figura 4. *Calceolaria, Bomarea* y *Berberis* (Fotos: A. Palabral y Cecilia López).

4. Servicios ecosistémicos

Los bosques de *Polylepis* proveen varios servicios ecosistémicos. Ayudan a regular el clima local ya que forman un microclima más estable, por ejemplo, en el interior del bosque las variaciones de temperatura entre el día y la noche son menores que en los pastizales aledaños. Detienen la escorrentía interceptando agua en la vegetación y dejándola filtrar dentro del suelo.
Los bosques contienen un sotobosque de plantas q protegen el suelo contra la erosión y enriquecen los suelos por su aporte de hojarasca. Retienen sedimentos y nutrientes y fijan el carbono atmosférico. Ayudan a proteger y recargar los acuíferos en las cabeceras de valles (2, 4).

5. Importancia socioeconómica

Polylepis pacensis es utilizado para varios propósitos. En algunas comunidades los árboles se dejan a manera de cercos vivos alrededor de los cultivos, el tronco es usado como leña para hornos y cocinas domésticas y como postes de corral para animales domésticos. Además, presenta varias propiedades medicinales: el tronco ligeramente quemado mezclado con otras hierbas como perejil, hierba buena, wira wira y limón, es utilizado como medicina para la calentura o fiebre. Las hojas se utilizan para preparar mates que sirven para curar el dolor de estómago, bilis, tos, dolor de cabeza y sobreparto. En cataplasma con un paño, es útil para el reumatismo. Como uso veterinario, las hojas sirven para curar el mal de ojo de las ovejas (3).

Los bosques de *Polylepis pacensis* constituyen el hábitat para numerosas plantas silvestres, algunas de importancia socioeconómica como plantas medicinales y arbustos aromáticos, ampliamente usadas en la medicina tradicional de las comunidades aledañas a dichos bosques. Resaltan la wira wira (*Gnaphalium cheiranthifolium*), k'ela (*Lupinus altimontanus*), termentina (*Calceolaria buchtieniana, C. bartsiifolia*), k'oa (*Clinopodium bolivianum*), sanu sanu (*Equisetum bogotense*) y ch'illca (*Baccharis latifolia y B. pentlandii*) (3).

6. Amenazas y estado de conservación

Polylepis pacensis está categorizada como En Peligro EN) en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Bolivia (1) debido a una distribución restringida, con pocas poblaciones concentradas en escasos lugares. Se estima que el rango de distribución de la especie abarca tan solo 22 000 km^2 (incluyendo Cochabamba). Las principales amenazas a la especie están asociadas con el cambio e intensificación del uso de la tierra y el cambio climático.

En el valle de La Paz, los bosques de *P. pacensis* están afectados por varias amenazas antrópicas. Las principales son: 1) deforestación para ampliar la frontera agrícola, 2) quema para habilitar el suelo para cultivo y promover la regeneración de pastos para el ganado, 3) extracción insostenible de leña y 4) apertura de caminos para la minería. Estas actividades están causando la reducción de los fragmentos boscosos y la pérdida de hábitat para muchas especies de flora y fauna que habitan en los mismos (Figura 5) (6).

Existen muy pocos estudios sobre la ecología de la especie al igual que de la biodiversidad asociada. Considerando que existen muchos vacíos de información y es un ecosistema altamente amenazado, es prioritario realizar investigaciones que permitan entender los impactos de las actividades humanas (7). Asimismo, es importante el establecimiento de programas de conservación que involucren actividades de restauración, sensibilización y control de las amenazas.

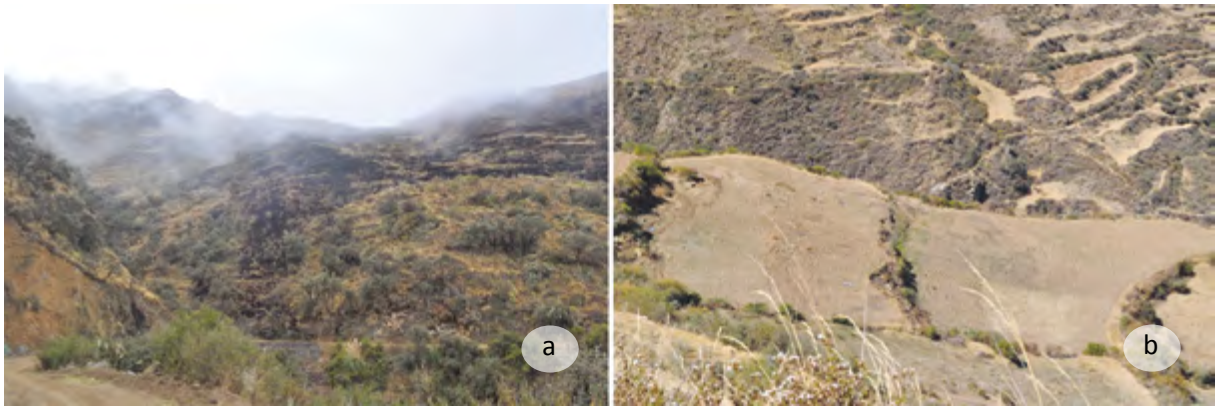


Figura 5. Algunas amenazas a los bosques de *Polylepis pacensis*: a) quema y b) cultivos agrícolas (Fotos: A. Domic).

Briofitas del valle de La Paz

Claudia Aldana Munguía[1]

[1] *Herbario Nacional de Bolivia. Campus Universitario Cota Cota calle 27, casilla 10077 La Paz, Bolivia.*

1. Introducción

Las briofitas (hepáticas, antoceros y musgos), son plantas pequeñas de estructura sencilla, que viven sobre suelo, rocas, troncos y muros, en ecosistemas naturales y urbanos. Demuestran preferencia por lugares húmedos, ya que necesitan agua para realizar la fecundación (2). Son más fáciles de observar después de una lluvia, cuando los tapices que forman adquieren una coloración más intensa.

Estas plantas son criptógamas (sin flores), y se reproducen a través de esporas, ramas quebradas y estructuras de reproducción asexual llamadas propágulos (8). Tienen escasa diferenciación de tejido conductor especializado (4) y pueden absorber agua a través de toda la superficie de su cuerpo, por eso tienen escaso control sobre la deshidratación. Las briofitas pueden secarse completamente por periodos cortos o largos e hidratarse rápidamente, también resisten la congelación sin sufrir daños (8), y representan una estrategia alternativa de adaptación a la vida en la tierra (14).

Los musgos y las hepáticas son diferentes en morfología y no es difícil distinguirlos a simple vista. Los musgos pueden ser erectos, con o sin ramas, o rastreros; presentan un "tallo" o caulidio, "hojitas" denominadas filidios generalmente dispuestas en espiral con una línea media llamada costa, y rizoides. Las hepáticas, por otra parte, pueden ser divididas en foliosas y talosas. Como su nombre lo sugiere, las hepáticas foliosas presentan hojitas sin costa en dos o tres filas, las plantas son postradas y tienen rizoides. Las hepáticas talosas son planas con márgenes lobados, con o sin una línea media y presentan rizoides en el lado que está en contacto con el sustrato (15).

Las briofitas, pertenecen al linaje de plantas terrestres más antiguas, ya existían en el Paleozoico (por lo menos hace 400 millones de años), con formas parecidas a las actuales (11). Estos miembros diminutos y a veces ignorados del mundo vegetal son una pieza clave en la historia evolutiva de las plantas terrestres: las briofitas marcan la transición hacia la tierra y el origen de las plantas vasculares, así, vinculan las plantas vasculares y con semillas con sus ancestros las algas (16).

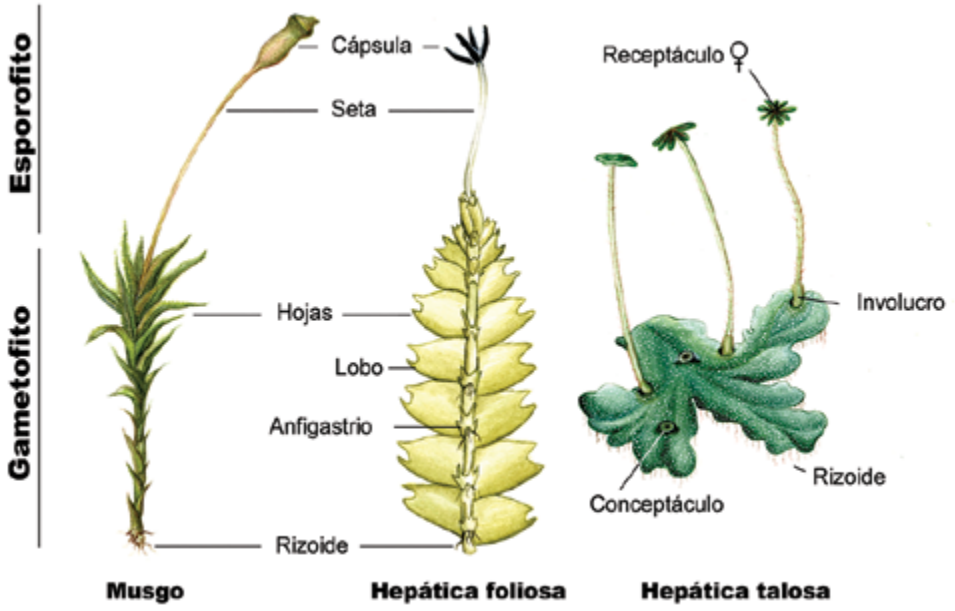


Figura 1. Partes de briofitas fértiles (Ilustración Calzadilla *et al*. 2010).



Figura 2. Musgo fértil (*Anomobryum*) Foto: Claudia Aldana.



Figura 3. Musgo del género *Leptodontium* Foto: Rolando Albornoz.



Figura 4. Hepática talosa (*Marchantia*) Foto: Claudia Aldana.



Figura 5. Musgo de la familia Pottiaceae. Foto: Rolando Albornoz.

Hay varios grupos de plantas que pueden confundirse con briofitas. Algunos líquenes (que en realidad son una simbiosis entre un hongo y un alga, ver el capítulo de líquenes) pueden parecer hepáticas, pero se distinguen fácilmente por las estructuras de reproducción. También plantas afines a los helechos parecen musgos o hepáticas, se diferencian por tener hojas con varias capas de células y nervadura (4).

Actualmente, las briofitas son vitales a nivel de los ecosistemas, juegan un papel esencial en los ciclos bioquímicos globales por medio del secuestro de grandes cantidades de carbono, controlan el flujo de agua y nutrientes en bosques montanos tropicales donde forman una vegetación epífita exuberante, brindan refugio a una variedad de organismos pequeños y protegen al suelo de la erosión (8, 16).

2. Riqueza de especies

En Bolivia se encuentran unas 1457 especies de briofitas, que representan el 10% de las especies conocidas a nivel mundial (6), con 503 especies de hepáticas y 955 especies de musgos (5). El bosque montano de Yungas es la ecorregión con mayor diversidad de briofitas (6), posiblemente debido la elevada humedad y la topografía heterogénea que permite gran cantidad de micro hábitats.

A primera vista, en el valle de La Paz, las briofitas parecen un grupo de plantas sin importancia, en 1988 M. Lewis estimó, de forma algo prematura, unas 20 especies de musgos por debajo de la cumbre en el camino a Yungas, con un trabajo meticuloso y arduo por varios años, identificó 112 especies de musgos (13). Actualmente se han registrado 117 especies de musgos, 61 géneros y 21 familias; 8 especies de hepáticas, 7 géneros y 6 familias. Con colectas más extensas en áreas húmedas por encima de los 4500 m, la flora de briofitas puede alcanzar de unas 180 a 200 especies.

Las familias de musgos con más especies en el área de estudio son Pottiaceae con 37 especies y Bryaceae con 21 especies. Pottiaceae se caracteriza por ser una familia de ambientes xéricos (secos) y es la familia más rica en especies en los Valles Secos Interandinos de Bolivia (6). Los musgos de la familia Pottiaceae generalmente tienen color amarillento a marrón y hojas muy retorci-

das cuando están secas. Entre las hepáticas Marchantiaceae y Gymnomitriaceae son las familias mayores con 2 especies cada una.

3. Distribución por pisos altitudinales

Muchas briofitas pueden estar presentes en más de un piso altitudinal, mientras que otras crecen en un rango altitudinal limitado, éstas últimas pueden ser características e indicadoras de determinadas ecorregiones.

Los **pisos nival** (>5 200 m) y **subnival** (4 800 - 5 200 m) son poco conocidos. Se necesita hacer colecciones y estudios por encima de los 4800 m para conocer las especies que avanzan con el retroceso de los glaciares, y así, comprender los procesos de colonización y sucesión vegetal. En el piso subnival es posible encontrar varias especies con base en la experiencia de Lewis y Herzog en áreas de altitud similar en la Cordillera de Quimsa Cruz y Viloco respectivamente, en la provincia Loayza de La Paz (13, 12).

Piso andino superior.- Alturas superiores a 4 200 (4 300) m, caracterizadas por humedad elevada proveniente de los Yungas, que se condensa en los valles estrechos que están encajados entre las montañas de la cordillera (13). El área de estudio abarcó la zona aledaña a la Cumbre de Yungas, parte alta del río Chuquiaguillo, Chacaltaya, Mururata y mina San Francisco.

Los musgos de alturas extremas son un componente importante de la vegetación, con una cobertura frecuentemente superior a las plantas vasculares. Las colinas sombreadas y en las que hay filtraciones de agua, son particularmente ricas en especies y en cobertura total de briofitas (13). Sin embargo, esta zona se encuentra aun parcialmente conocida, es necesario realizar mayores colectas para conocer la diversidad de briofitas y estudios para entender cómo están reaccionando estas plantas ante los cambios ambientales.

Se registraron 41 especies de briofitas, de las cuales cuatro son hepáticas y 37 son musgos. Dos hepáticas pertenecen a la familia Gymnomitriaceae, mientras que la familia más rica de musgos es Pottiaceae con 11 especies, a esta familia pertenece *Leptodontium* el género más común, con cuatro especies. Otras familias comunes de musgos son Bryaceae con seis especies y Amblystegiaceae con cinco especies.

Algunas especies de briofitas se asocian a sustratos específicos, otras se desarrollan en dos o más sustratos,

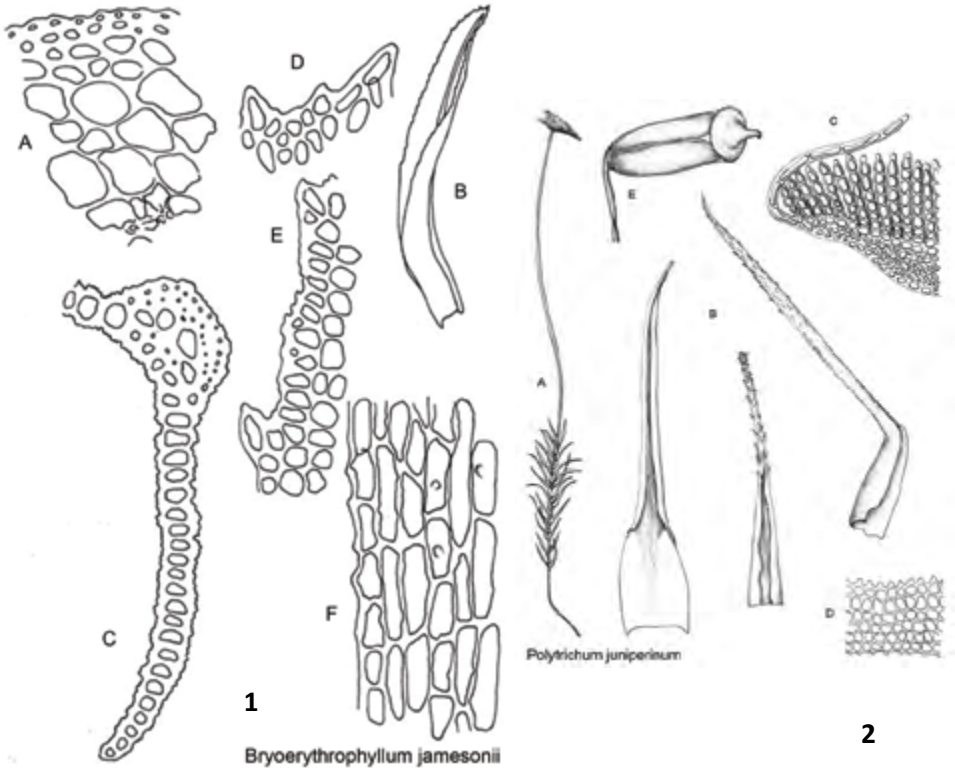


Figura 6. 1) *Bryoerythrophyllum jamesonii*: A) corte transversal del tallo B) hoja C) corte transversal de la hoja D) células apicales E) células superiores del margen F) células inferiores. Ilustración E. Calzadilla, S.P. Churchill. 2). *Polytrichum juniperinum*: A) hábito B) hoja y ápice de la hoja C) corte transversal del limbo de la hoja D) vista lateral de las lamelas E) cápsula. B-D redibujado por E. Calzadilla de Schiavone 1978.

mientras que un gran número de especies exhibe una gran amplitud ecológica (6). A continuación se presenta una lista de géneros asociadas a distintos hábitats.

Bofedales, entre suelo mojado encontramos a *Campylopus, Drepanocladus*, *Gymnocoleopsis*, *Gymnomitrion*, *Scorpidium. Aulacomnium* crece en turberas.

En suelo húmedo en áreas con filtraciones y escurrimiento de agua: *Amphidium, Aneura, Bartramia, Bryum*, *Bryoerythrophyllum, Cratoneuron, Distichium*, *Hygrodicranum, Leptodontium* y *Schizymenium.*

Sobre suelo: *Anomobryum, Schizymenium*, *Trichostomum* y *Zygodon*. En sitios sombreados encontramos a *Campylopus* y *Philonotis*, mientras que *Stephaniella* se desarrolla en sitios con sol, *Leptodontium* y *Schizymenium* en suelo erosionado.

Sobre rocas: *Bartramia, Distichium*, *Erythrophyllopsis*, *Hedwigidium*, *Leptodontium*, *Lepyrodon*, *Pohlia*, *Scorpidium*, *Zygodon* y *Grimmia*.

Taludes y grietas en barrancos: *Bryoerythrophyllum*, *Campylopus, Encalypta ciliata*, *Erythrophyllopsis andina*, *Grimmia fuscolutea*, *Grimmia, Hedwigidium*, *Leptodontium*, *Molendoa*, *Racomitrium*, *Schistidium* y *Syntrichia.*

Muros: *Syntrichia.*

Piso andino inferior.- Áreas comprendidas entre (3500) 3600-4200 m. Se colectó alrededor de la represa Incachaca, río Anta, alto río Minasa, Pampalarama, camino al campo base del Illimani, río Irpavi, Ovejuyo y Quebrada Tranca. Gran parte de esta área está formada por profundas cárcavas y farallones altos separados por depósitos de conglomerados no consolidados, praderas estacionalmente húmedas, con arbustos ocasionales. Las pendientes más suaves están en proceso erosivo y cubiertas con césped ralo mezclado con arbustos duros y pequeños (13).

En el centro de la ciudad de La Paz la mayor parte de los hábitats naturales han sido destruidos por la urbanización y sólo quedan remanentes de la flora original de briofitas (13), se pueden encontrar briofitas en las laderas de los ríos embovedados, sobre muros y troncos de árboles en la zona que comienzan las ramificaciones. Los árboles con corteza rugosa como *Platanus* y *Acacia* suelen portar musgos.

Se encontraron 70 especies de briofitas de las cuales seis son hepáticas y 64 son musgos. La mayor parte de las especies crece en suelo desnudo o en las bases de los arbustos en las laderas, o en la base de las paredes de quebradas que son frecuentemente sombreadas y húmedas (13).

Bofedales en suelo mojado *Campylopus*, *Didymodon* e *Hygrohypnum*.

En suelo mojado está la hepática *Marchantia*, los musgos *Amphidium*, *Anacolia, Anomobryum, Barbula*, *Bartramia, Brachythecium*, *Bryum, Cratoneuron*, *Erythrophyllopsis*, *Leptodontium*, *Platyhypnidium*, *Polymerodon*, *Polytrichum*, *Ptychomitrium*, *Schizymenium* y *Warnstorfia*.

En paredes de barrancos y taludes generalmente sombreados y húmedos crecen la hepática *Metzgeria* y los musgos *Bryoerythrophyllum*, *Campylopus*, *Grimmia*, *Hedwigidium*, *Leptodontium*, *Philonotis*, *Pseudocrossidium* y *Scorpidium.*

Sobre suelo encontramos a *Andina, Athalamia, Brachymenium*, *Bryum*, *Leptobryum*, *Pogonatum*, *Pseudocrossidium*, *Rhexophyllum*, *Syntrichia* y *Thuidium.*

En rocas se desarrollan *Andreaea*, *Bartramia*, *Bryum*, *Campylopus*, *Didymodon, Distichium*, *Drepanocladus*, *Erythrophyllopsis, Grimmia*, *Hedwigidium*, *Hymenostylium*, *Leptodontium*, *Leptopterigynandrum*, *Mironia*, *Oreoweisia, Pohlia*, *Psilopilum*, *Schistidium*, *Syntrichia y Tortula.*

Piso altimontano.- Se tomó en cuenta la zona de la Florida, laderas inferiores de Kantutani, Cota Cota, Valle de la Luna, Mallasa, entre (3100) 3200-3500 m. Se trata de un ambiente xérico con áreas de suelo blanco o rojo levemente consolidado, a excepción de un afloramiento rocoso cerca al parque Bartolina Sisa que es empleado para la escalada deportiva.

En suelo encontramos a *Anacolia, Anomobryum, Enthostodon*, *Fissidens , Funaria, Bryum*, *Orthotrichum, Didymodon* y *Syntrichia*.

Las rocas pueden estar cubiertas por *Distichium, Leptodontium, Philonotis, Andina, Barbula, Grimmia* y *Orthotrichum.*

Los musgos epífitos (crecen sobre plantas) son: *Acidodontium* en troncos de *Acacia; Enthostodon* crece en la base de *Eucaliptus* y arbustos; *Fabronia* en troncos de árboles y en el cactus columnar *Trichocereus*; finalmente *Leskeadelphus* en troncos de varias especies de árboles.

Piso montano.- Área comprendida entre 2200-3200 m, que corresponde a los Valles Secos. La zona de estudio incluye de Jupapina a Valencia, está formada por cañones interandinos y cortes más o menos profundos y anchos. La vegetación actual está muy alterada, predominan los arbustos, con plantas espinosas y suculentas. En las planicies más amplias de los valles

existe una cubierta herbácea como un césped abierto formada principalmente por gramíneas, con arbustos y árboles aislados (3).

Se encontró diez especies de musgos principalmente en laderas y bases de quebradas, cerca de fuentes de agua o bases de arbustos y árboles. La familia más abundante es Pottiaceae con tres especies.

En suelo *Anacolia, Anomobryum*, *Aloina, Bryum, Fabronia* y *Orthotrichum.*

Rocas: *Bryum, Fabronia, Pseudocrossidium* y *Orthotrichum.*

Epífitas en *Prosopis* y *Thichocereus*: *Fabronia* y *Gertrudiella*.

Muchos musgos presentes en el valle de La Paz presentan adaptaciones morfológicas típicas de zonas áridas y de insolación intensa. Estas adaptaciones incluyen el crecimiento en céspedes densos, hojas con más de un estrato o con una cubierta cérea, hojas papilosas o con lamelas, márgenes de las hojas enrollados, presencia de aristas en los ápices de las hojas y la pigmentación oscura que toman muchos musgos expuestos al sol (13). En las laderas de exposición norte, algunas especies de musgos son más pequeñas, compactas y oscuras que las mismas especies que se desarrollan en laderas de exposición sur, con menor insolación y mayor humedad.

4. Ecología y conservación

Ambientes muy diversos son habitados por las briofitas, están presentes en las regiones polares hasta las tropicales, en el desierto o sumergidas en agua dulce. Colonizan superficies como troncos y ramas de árboles, rocas, suelo, hojas, muros, etc. Los bosque tropicales húmedos son los ecosistemas más favorables para las briofitas ya que brindan gran cantidad de microambientes, en estos sitios las briofitas aportan gran cantidad de biomasa. En ambientes xéricos se desarrollan especies que presentan adaptaciones para captar agua o resistir la desecación como papilas, pelos, cutícula gruesa, pigmentación oscura o mecanismos de reparación del sistema de membrana celular (2).

Las briofitas están entre los grupos de plantas más importantes para la conservación del agua y el suelo (7, 4). Estos pequeños organismos interceptan el agua de la lluvia y las neblinas, la devuelven gradualmente al ambiente conservando la humedad, además retienen nutrientes que son reincorporados al ecosistema (9). Al absorber la mayor parte del agua evitan las escorrentías y así reducen el riesgo de erosión del suelo (7). Junto con los líquenes son los primeros colonizadores de suelo desnudo, estabilizan el sustrato y posibilitan el establecimiento de plantas vasculares (8).

Resultan buenas indicadoras de microclimas y zonación altitudinal debido a su sensibilidad ante la pérdida de agua, por esto son muy útiles en estudios ecológicos. No filtran el agua ni los nutrientes al absorberlos y pueden acumular moléculas ajenas a su organismo, esto las hace buenas indicadoras de polución en al agua y aire, y contaminación por metales pesados. También son útiles como indicadoras de cambios climáticos debido a su reacción directa ante los factores climáticos y su ciclo de vida corto (8).

Debido a su sensibilidad ante las perturbaciones del ambiente, las briofitas son herramientas valiosas para evaluaciones de estado de conservación, siendo la base para estos estudios una clasificación en



Figura 7. Musgo creciendo en un barranco. Foto Claudia Aldana.

categorías de acuerdo a estándares internacionales para la conservación de especies (2). Esta clasificación requiere un buen conocimiento de la frecuencia y distribución de las especies, en Bolivia se tiene información del estado de conservación sólo de los musgos endémicos (1). Para entender la diversidad de briofitas son necesarios estudios adicionales, su comprensión depende mucho de los avances en taxonomía y del nivel de esfuerzos de inventario que aún se encuentran en etapa de exploración. También es necesario realizar evaluaciones de las especies raras (1,3).

Es importante conservar las briofitas no sólo para preservar la diversidad de especies, sino también para proteger ambientes locales y ecosistemas. Hasta el momento no existe un medio simple para calcular el valor de los recursos hídricos y suelo, menos aún para asignar un valor económico al papel funcional de las briofitas en el medio ambiente (4).

5. Usos

Además de su amplio uso como bioindicadores, las briofitas muestran un promisorio futuro como limpiadoras de residuos tóxicos de efluentes de industrias que contienen descargas de ácidos, metales pesados, detergentes, tinturas y aceites, incluso microorganismos probablemente mediante las propiedades antibióticas de la turba. La horticultura goza de una larga tradición de uso de briofitas, como enriquecedores del suelo, cultivos en invernaderos, plantas ornamentales en macetas, en semilleros, para enviar plantas vivas y empacar alimentos. En Japón, los musgos son utilizados para crear una sensación de serenidad en los jardines. Las briofitas también han sido utilizadas como combustible, en la construcción para producir pavimento duradero para las calles, como relleno de grietas y como aislante contra fuego y ruido. Los musgos son ampliamente utilizados en el hogar en arreglos florales y navideños. Sin embargo, la “cosecha” de musgos se ha convertido en una preocupación para muchos briólogos y ecólogos debido a la sobreexplotación de las turberas para combustible y su uso en horticultura, además de otros musgos para arreglos navideños (10).

Las propiedades absorbentes de *Sphagnum* lo convierten en el musgo más utilizado entre todas las briofitas, sirve como aislante, relleno de almohadas, colchones y cojines, para mantener alimentos tibios o fríos, para rellenar plantillas de zapatos y botas de montaña, y limpieza de utensilios. A inicios del siglo XX, durante la primera guerra mundial, se utilizó *Sphagnum* como vendaje quirúrgico ya es mejor que el algodón en numerosos aspectos (10).

El uso de las briofitas como plantas medicinales ha sido común en India, China y entre los nativos americanos desde tiempos inmemoriales. Varios estudios han encontrado actividad antibiótica y antitumoral en extractos de briofitas. A pesar que su valor económico ha sido limitado, hay indicios de nuevos usos para las briofitas en un futuro cercano (10).

La facilidad que tienen las briofitas para colonizar tierra y roca desnuda fue aprovechada por el Servicio Nacional de Caminos cuando se construyó la carretera Cotapata-Santa Bárbara. A sugerencia de M. Liberman prepararon una pasta con *Polytrichum* picado, papel molido y agua, con la que cubrieron los taludes desnudos; de esta manera se logró revestir con vegetación muchos taludes evitando la erosión y posibles derrumbes. Esta experiencia puede ser replicada en la ciudad de La Paz empleando géneros de musgos que crecen fácilmente en paredes de barrancos como *Bryoerythrophyllum*, *Campylopus*, *Grimmia*, *Leptodontium* o *Pseudocrossidium.*

Líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz

Pamela Rodríguez de Flakus[1,2] & Adam Flakus[3]

[1]Laboratory of Molecular Analyses, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Lubicz 46, PL-31-512, Kraków, Poland; [2]Herbario Nacional de Bolivia; [3]Laboratory of Lichenology, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Poland.

1. Introducción

Los líquenes son una relación simbiótica entre un hongo (micobionte) que brinda protección y una alga verde y/o cyanobacteria (fotobionte) que provee al individuo de carbohidratos a través de la fotosíntesis. La morfología del nuevo organismo formado por estos dos simbiontes es muy diferente de cada componente original (Figura 1), permitiendo la colonización en diferentes sustratos como por ejemplo: corteza de árboles, rocas, suelo, hojas de plantas, entre los más importantes. Los líquenes juegan un rol muy importante en todas las zonas climáticas, incluyendo las más extremas, el Ártico, altas montañas, desiertos y selvas amazónicas, conformando un componente esencial en la mayoría de estos ecosistemas. Además son individuos altamente sensibles a cambios ambientales inducidos por el ser humano y los cambios climáticos, convirtiéndolos en bioindicadores por excelencia. Una de las principales ventajas como bioindicadores se basa en la incorporación de contaminantes o compuestos nocivos directamente a sus pseudotejidos sin ninguna restricción, llevándose a cabo en toda la superficie del talo, acumulándose fácilmente en sus estructuras internas. Como resultado después de un determinado tiempo los líquenes pueden brindar información sobre las condiciones de un ecosistema en específico, por los cambios de comportamiento de especies (hábitat, fisiología, demografía, relaciones ínterespecíficas, etc.) y los cambios en sus parámetros poblacionales (diversidad, cobertura, asociaciones, etc.) (3, 29).

Adicionalmente, los líquenes forman una relación obligatoria con un grupo de hongos parásitos exclusivos (hongos liquenícolas). La especificidad hospedera de los hongos liquenícolas es muy alta, es decir que cerca del 95% de las especies están asociadas a un único género de líquenes (26). Sin embargo, una pequeña parte de los hongos liquenícolas presentan también un comportamiento patógeno generalista, saprótrofo o comensal.

En la cordillera de Los Andes, los líquenes y hongos liquenícolas son un grupo importante dentro de la vegetación natural de todas las ecorregiones. En el caso más específico del valle de La Paz, se distribuyen ampliamente dentro de todos los pisos altitudinales conformando un reservorio valioso de diversidad biológica en esta



Figura 1. Relación entre los componentes simbióticos (micobionte y fotobionte) formando un talo liquenizado de un líquen, cual posteriormente se desarolla en diferentes tipos morfológicos (por ejemplo líquenes costrosos, foliosos o fruticosos). Algunas figuras fueron modificadas de dibujos originales de Carlos Maldonado.

región. Sin embargo, los esfuerzos para conocer este grupo en el valle de La Paz han sido escasos y aún existen muchos vacíos de información por lo que un estudio exhaustivo en el área es altamente requerido.

2. Diversidad de especies

Los líquenes y hongos liquenícolas a pesar que juegan un rol importante en alta montaña como organismos pioneros, son todavía poco conocidos en el valle de La Paz. Una reseña histórica sobre las actividades liquenológicas realizadas en esta área demuestra que los estudios de estos hongos no han tenido una larga tradición. Sin embargo, desde el año 1891 los aportes históricos sobre la biota liquénica de esta región han brindado una importante información sobre la diversidad y distribución de las especies de líquenes, los colectores fueron: R. Anze, M. Bang, S. Beck, A. Canseco-Tarifa, H. Doppelbaur, A. Elvebakk, J. Etayo, T. Feuerer, C. Halls, G. Hestmark, M. Kukwa, M. Lewis, O. Plata, M. O. Rivera, U. Schiefelbein, S. Stab, J. L. Vila, K. Wilk y G. Yapu-Alcázar.

Desde finales del año 2004 se dirigieron estudios intensivos en líquenes y hongos liquenícolas de Bolivia (incluyendo el valle de La Paz) llevados a cabo por los

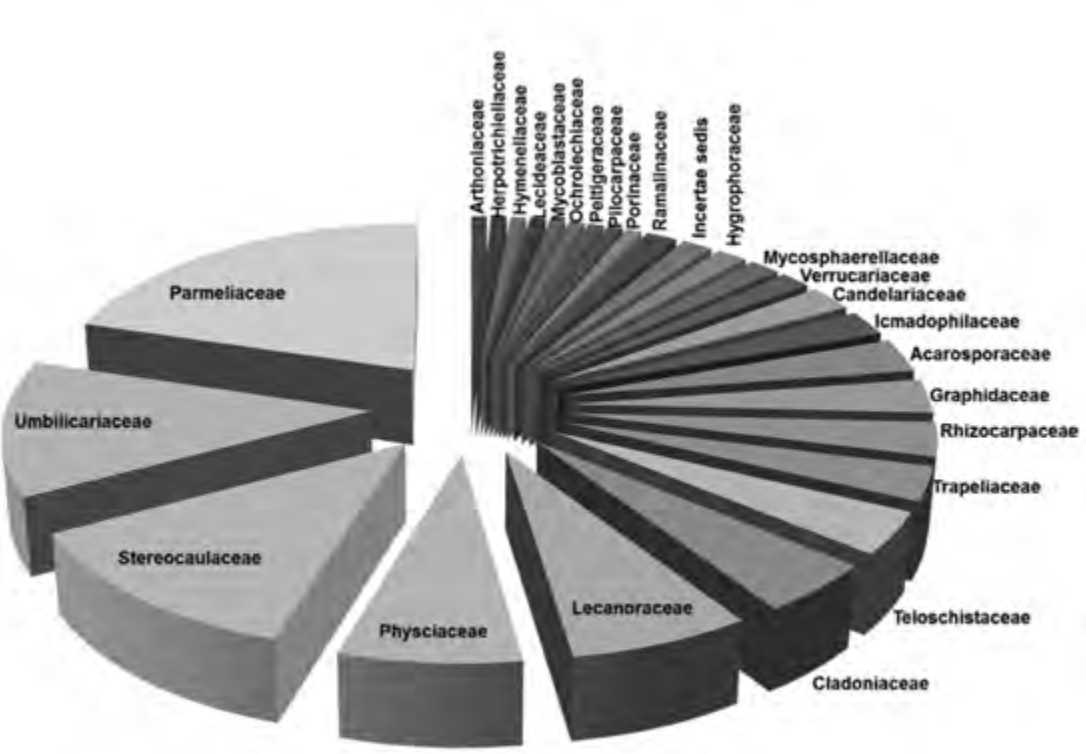


Figura 2. Estructura de familias de líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz.

autores de este capítulo y colaboradores. La distribución de las colectas para esta región se dispone en 50 diferentes localidades situadas entre 2500 y 5300 m, mayormente localizadas en alta montaña (pisos subnival y andino superior) y en el centro de la ciudad de La Paz. Todo este material se encuentra depositado en los siguientes herbarios: B, GZU, H, HBG, KRAM, LPB, O, TROM, UGDA, UPS y algunos duplicados en los herbarios privados de J. Etayo, T. Feuerer y del segundo autor.

En total en el valle de La Paz han sido reportadas 121 especies de líquenes y 7 hongos liquenícolas (Tabla 1) representados por 58 géneros y 27 familias (Figura 2) . Sin embargo, el número actual de especies es preliminar ya que aún quedan muchos vacíos de información en el área.

Tabla 1. Líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz

Taxón	Altura	Sustrato
Acarosporaceae Zahlbr.		
Acarospora boliviana H. m.agn.	4604-5300 m	saxícola
Acarospora ramosa K. Knudsen & Flakus	4980 m	saxícola
Acarospora trachyticola (Müll. Arg.) Hue	4604-5300 m	saxícola
Pleopsidium chlorophanum (Wahlenb.) Zopf	5300 m	saxícola
Arthoniaceae Reichenb. ex Reichenb.		
Arthonia destruens Rehm	2500 m	liquenícola
Candelariaceae Hakul.		
Candelaria concolor (Dickson) B. Stein	3500 m	epífita
Candelaria fibrosa (Fr.) müll. Arg.	3100 m	epífita
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	3500 m	epífita
Cladoniaceae Zenker		
Cladia aggregata (Sw.) Nyl.	4550 m	terrícola
Cladonia aleuropoda Vain.	4397-4550 m	terrícola
Cladonia isabellina Vain.	4400 m	terrícola
Cladonia lepidophora Ahti & Kashiw.	4550-4720 m	terrícola
Cladonia pocillum (Ach.) Grognot	4720 m	terrícola
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.	4550-4672 m	terrícola
Dothideomycetes, incertae sedis		
Cystocoleus ebeneus (Dillwyn) Thwaites	4606-4980 m	terrícola
Graphidaceae Dumort.		
Diploschistes actinostomus (Pers.) Zahlbr.	3000 m	saxícola
Diploschistes aeneus (Müll. Arg.) Lumbsch	3000 m	saxícola
Diploschistes caesioplumbeus (Nyl.) Vain.	4405-4716 m	saxícola
Diploschistes cinereocaesius (Ach.) Vain.	4405-4550 m	terrícola
Helotiales, incertae sedis		
Skyttea carboneae Diederich & Etayo	3400 m	liquenícola
Herpotrichiellaceae m.unk		
Capronia etayoi Flakus & Kukwa	4550 m	liquenícola
Hygrophoraceae Lotsy		
Cora glabrata (Spreng.) D. Hawksw.	4550 m	terrícola
Cora squamiformis Wilk, Lücking & Yánez-Ayabaca	4405-4980 m	terrícola
Hymeneliaceae Korb.		
Tremolecia atrata (Ach.) Hertel	4550 m	saxícola
Icmadophilaceae Triebel		
Siphula fastigiata (Nyl.) Nyl.	4600 m	terrícola
Thamnolia papelillo R. Sant.	4600-4900 m	terrícola
Thamnolia vermicularis (Sw.) Schaer.	4550-4980 m	terrícola
Lecanoraceae Korb.		
Bryonora curvescens (Mudd) Poelt	4604 m	terrícola
Carbonea m..ontevidensis (Müll. Arg.) Rambold & Knoph	3400 m	saxícola
Lecanora cavicola Creveld	4716 m	saxícola
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.	4405- 4670 m	saxícola

Lecanora farinacea Fée	4850 m	saxícola
Lecanora hagenii (Ach.) Ach.	4604 m	saxícola
Taxon	**Altura**	**Sustrato**
Lecanora polytropa (Ehrh.) Rabenh.	4604 m	saxícola
Lecanora semipallida H. magn.	4405 m	saxícola
Lecanora stenotropa Nyl.	4604 m	saxícola
Lecanora subaurea Zahlbr.	4672 m	saxícola
Lecideaceae Chevall.		
Immersaria athroocarpa (Ach.) Rambold & Pietschm.	4604 m	saxícola
Mycoblastaceae Hafellner		
Tephromela atra (Huds.) Hafellner	4550-4672 m	saxícola
Mycosphaerellaceae Lindau		
Sphaerellothecium cladoniae (Alstrup & Zhurb.) Hafellner	4604 m	liquenícola
Stigmidium gyrophorarum (Arnold) D. Hawksw.	4604-4672 m	liquenícola
Ochrolechiaceae R. C. Harris ex Lumbsch & I. Schmitt		
Ochrolechia austroamericana (Räsänen) Räsänen	4720 m	saxícola
Parmeliaceae Zenker		
Alectoria ochroleuca (Hoffm.) A. m.assal.	4550 m	terrícola
Cetraria aculeata (Schreb.) Fr.	4600 m	terrícola
Cetraria ericetorum Opiz	4000 m	terrícola
Flavocetraria cucullata (Bellardi) Kärnefelt & A. Thell	4001 m	terrícola
Flavoparmelia praesignis (Nyl.) Hale	3350 m	epífita
Flavoparmelia rutidota (Hook.f. & Taylor) Hale	3400 m	epífita
Flavopunctelia flaventior (Stirt.) Hale	2750-3650 m	epífita
Hypotrachyna bogotensis (Vain.) Hale	3980 m	saxícola
Hypotrachyna chicitae (Hale) Hale	4550 m	terrícola
Hypotrachyna cirrhata (Fr.) Divakar et al.	3800 m	terrícola
Hypotrachyna columbiensis (Zahlbr.) Divakar et al.	4672 m	terrícola
Hypotrachyna vexans (Zahlbr.) Divakar et al.	4604 m	terrícola
Phacopsis oxyspora (Tul.) Triebel & Rambold	4604 m	liquenícola
Pseudephebe m.inuscula (Arnold) Brodo & D. Hawksw.	4950-5050 m	saxícola
Pseudephebe pubescens (L.) m.. Choisy	4800-4980 m	saxícola
Psiloparmelia flavobrunnea (Müll. Arg.) Elix & Nash	4672 m	saxícola
Punctelia stictica (Delise ex Duby) Krog	4405-4672 m	terrícola
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog	3500 m	epífita
Usnea amabilis m.otyka	3500 m	epífita
Usnea durietzii m.otyka	4550 m	saxícola
Xanthoparmelia callifolioides Adler, Elix & J. Johnst.	3350-3950 m	saxícola
Xanthoparmelia m.ougeotii (Schaer.) Hale	4550 m	saxícola
Xanthoparmelia peruviensis Hale	3600 m	terrícola
Xanthoparmelia standaertii (Gyelnik) Hale	2500 m	terrícola
Xanthoparmelia subulcerosa T. H. Nash & Elix	3650 m	saxícola
Xanthoparmelia taractica (Kremp.) Hale	3500-4000 m	terrícola
Peltigeraceae Dumort.		
Peltigera didactyla (With.) J. R. Laundon	4950 m	terrícola
Physciaceae Zahlbr.		
Culbersonia nubila (Moberg) Essl.	3526-3750 m	cortícolas
Phaeophyscia adiastola (Essl.) Essl.	3251 m	epífita

Taxon	Altura	Sustrato
Phaeophyscia sciastra (Ach.) m.oberg	3508 m	epífita
Physcia biziana (A. m.assal.) Zahlbr.	3000-3750 m	epífita
Physcia pachyphylla m.üll. Arg.	3340-3609 m	epífita
Physcia undulata m.oberg	3500 m	epífita
Physciella chloantha (Ach.) Essl.	3600 m	epífita
Rinodina conradii Körb.	4405 m	terrícola
Pilocarpaceae Zahlbr.		
Psilolechia lucida (Ach.) m. Choisy	4604 m	saxícola
Porinaceae Reichenb.		
Porina leptalea (Durieu & m.ont.) A. L. Sm.	4604 m	saxícola
Ramalinaceae C. Agardh		
Ramalina reducta Krog & Swinscow	3582 m	epífita
Toninia tristis (Th. Fr.) Th. Fr.	4500 m	terrícola
Rhizocarpaceae m.. Choisy ex Hafellner		
Rhizocarpon disporum (Nägeli ex Hepp) m.üll. Arg.	2500 m	saxícola
Rhizocarpon geminatum Körb.	4850 m	saxícola
Rhizocarpon geographicum (L.) DC.	4405 m	saxícola
Rhizocarpon superficiale (Schaer.) Vain.	4980 m	saxícola
Stereocaulaceae Chevall.		
Lepraria achariana Flakus & Kukwa	4604-4980 m	saxícola
Lepraria alpina (de Lesd.) Tretiach & Baruffo	4550-4672 m	terrícola
Lepraria caesioalba (de Lesd.) J. R.	4550-4672 m	terrícola
Lepraria ecorticata (J. R. Laundon) Kukwa	4550 m	saxícola
Lepraria finkii (B. de Lesd.) R. C. Harris	4550-4604 m	saxícola
Lepraria glaucosorediata Flakus & Kukwa	4604 m	saxícola
Lepraria gracilescens (Nyl.) Lendemer & Hodkinson	4550-4980 m	terrícola
Lepraria impossibilis Sipman	4550-4980 m	terrícola
Lepraria lecanorica Tønsberg	4550 m	saxícola
Lepraria rigidula (de Lesd.) Tønsberg	4550-4604 m	saxícola
Lepraria vouauxii (Hue) R. C. Harris	4550 m	terrícola
Stereocaulon crambidiocephalum I.M. Lamb	4550 m	saxícola
Stereocaulon glareosum (Savicz) H. m.agn.	4500-4800 m	saxícola
Stereocaulon pileatum Ach.	4950 m	saxícola
Stereocaulon ramulosum Raeusch.	4400 m	saxícola
Stereocaulon vesuvianum Pers.	4750-5050 m	saxícola
Teloschistaceae Zahlbr.		
Josefpoeltia parva (Räsänen) Frödén & L. Lindblom	3100-3500 m	epífita
Rusavskia elegans (Link) S. Y. Kondr. & Kärnefelt	4550 m	saxícola
Teloschistes chrysaphthalmus (L.) Beltr.	3500 m	epífita
Xanthomendoza m.endozae (Räsänen) S. Kondr. & Kärnefelt	3560 m	epífita
Xanthoria parietina (L.) Beltr.	3500 m	epífita
Trapeliaceae m.. Choisy ex Hertel		
Placopsis lambii Hertel & V. Wirth	4350 m	saxícola
Placopsis rhodocarpa (Nyl.) Nyl.	4405 m	saxícola
Placynthiella uliginosa (Schrad.) Coppins & P. James	4550 m	terrícola
Trapeliopsis granulosa (Hoffm.) Lumbsch	4550 m	terrícola
Umbilicariaceae Chevall.		

Umbilicaria africana (Jatta) Krog & Swinscow	4600-4800 m	saxícola
Umbilicaria aprina Nyl.	4672-5200 m	saxícola
Taxon	**Altura**	**Sustrato**
Umbilicaria calvescens Nyl.	4700-5000 m	saxícola
Umbilicaria cinereorufescens (Schaer.) Frey	4550 m	saxícola
Umbilicaria decussata (Vill.) Zahlbr.	4672 m	saxícola
Umbilicaria dendrophora (Poelt) Hestmark	4672-5200 m	saxícola
Umbilicaria freyi Codogno, Poelt & Puntillo	4672 m	saxícola
Umbilicaria haplocarpa Nyl.	4500-4550 m	saxícola
Umbilicaria hirsuta (Sw. ex Westr.) Ach.	4550 m	saxícola
Umbilicaria indica Frey	4550 m	saxícola
Umbilicaria krempelhuberi m.üll. Arg.	4672 m	saxícola
Umbilicaria leprosa (Zahlbr.) Frey	4672 m	saxícola
Umbilicaria nylanderiana (Zahlbr.) H. m.agn.	4550-5200 m	saxícola
Umbilicaria rhizinata (Frey & Poelt) Krzewicka	4672 m	saxícola
Umbilicaria soralifera (Frey) Krog & Swinscow	4550 m	saxícola
Umbilicaria subcalvescens Sipman	4550 m	saxícola
Verrucariaceae Zenker		
Merismatium corae (Pat.) Etayo & R. Sant.	4550-4604 m	liquenícola
Placidium squamulosum (Ach.) Breuss	3950 m	terrícola

3. Ecología

Los líquenes son organismos cosmopolitas que habitan diferentes tipos de sustratos, de los cuales en el valle de La Paz podemos diferenciar cuatro grupos ecológicos: especies que crecen sobre rocas (saxícolas), tierra y briofitas (terrícolas), y sobre los troncos y ramas de árboles y arbustos (epífitas). Se observa que las especies más comunes en esta región son los líquenes saxícolas (51%), seguidos de los terrícolas (29%), y finalmente el grupo más pequeño son epífitas (16%). Los hongos liquenícolas solo alcanzan el 4% del número total de especies (Figura 4). Por otro lado, los géneros que presentan mayor número de especies son: *Umbilicaria* (16), *Lepraria* (13), *Lecanora y Xanthoparmelia* (8), y *Cladonia, Hypotrachyna y Stereocaulon* (5).

En las rocas que se encuentran expuestas al sol se desarrollan líquenes de colores llamativos y negros de talos costrosos (Figura 3A y J) (por ejemplo, *Acarospora, Diploschistes, Immersaria, Lecanora, Ochrolechia, Rhizocarpon*), acompañados por los líquenes foliosos de los géneros *Psiloparmelia* (Figura 3I) y *Xanthoparmelia,* cuyos talos son de color amarillo claro, *Umbilicaria* (Figura 3N) de aspecto grisáceo fijado en la roca con un único punto de anclaje, así como *Hypotrachyna y Punctelia* de colores gris y verde adheridos suavemente al sustrato.

En estos hábitats también existe una gran cantidad de líquenes con talos fruticosos y fibrilosos de color amarillo-verde o blanco [*Usnea* (Figura 3O),

Stereocaulon] o negro (*Pseudephebe*). En cambio, en las rocas con sombra y húmedas encontramos principalmente las especies pulvurentas de los géneros *Lepraria* (Figura 3F) y *Psilolechia*, los talos costrosos blancos de *Tephromela*, algunas especies de *Lecanora* (*L. cavicola, L. polytropa*), *Porina leptalea, Ochrolechia* (Figura 4G) y *Placopsis y de Rusavskia elegans* (Figura 3K) de color naranja.

Los hábitats del suelo sin manto vegetal se cubren con bastante cantidad de líquenes de especies con talos costrosos o pulverulentos de color gris [por ejemplo, *Diploschistes cinereoceasius* (Figura 3E), *Lepraria caesioalba, Placynthiella, Trapeliopsis*], amarillo (*Lepraria vouauxii*) y pardo (*Toninia tristis*; Figura 4M). En este tipo de hábitat encontramos además especies de talos escuamulosos de color marrón (*Placidium squamulosum*; Figura 3H) y foliosos de color amarillo y gris (*Hypotrachyna, Xanthoparmelia*), adicionalmente se pueden reconocer talos grandes de los géneros Cora (Figura 3D) y Peltigera. En el caso de los líquenes fruticosos, las especies más recurrentes que presentan un color verde (*Alectoria ochroleuca*; Figura 3B), blanco o gris [*Lepraria gracilescens, Siphula, Thamnolia* (Figura 3L)], verde-gris [*Cladia aggregata* (Figura 3C), *Cladonia*], amarillo (*Flavocetraria cuculata*) y marrón oscuro (*Cetraria aculeata, C. ericetorum*). En el caso de los

ambientes terrestres sombreados con frecuencia podemos encontrar entre briofitas *Cystocoleus ebeneus* con talos negros y filamentosos.

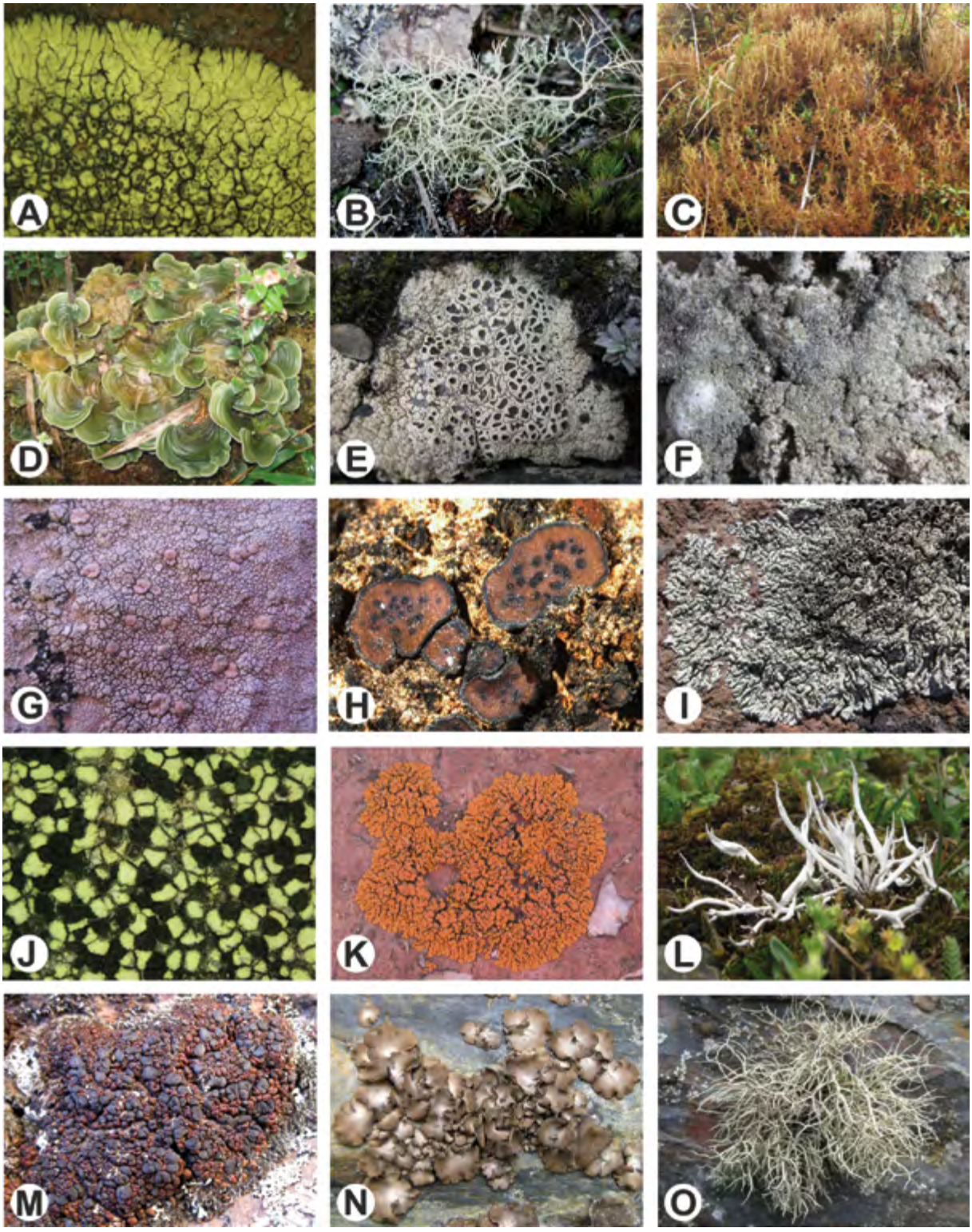


Figura 3. Diversidad morfológica de líquenes en el valle de La Paz: **A,** *Acarospora ramosa* (costroso, saxícola); **B**, *Alectoria ochroleuca* (fruticoso, terrícola); **C,** *Cladia aggregata* (fruticoso, terrícola); **D,** *Cora glabrata* (folioso, terrícola); **E,** *Diploschistes cinereocesius* (costroso, terrícola); **F,** *Lepraria glaucosorediata costroso-pulverulento, saxícola*); **G,** *Ochrolechia austroamericana* (costroso, saxícola); **H,** *Placidium squamulosum* (escuamuloso, terrícola); **I,** *Psiloparmelia distincta* (folioso, saxícola); **J,** *Rhizocarpon superficiale* (costroso, saxícola); **K,** *Rusavskia elegans* (folioso, saxícola); **L,** *Thamnolia vermicularis* (fruticoso, terríicola); **m.,** *Toninia tristis* (costroso, terrícola); **N,** *Umbilicaria haplocarpa* (folioso, saxícola); **O,** *Usnea durietzii* (fruticoso, saxícola).

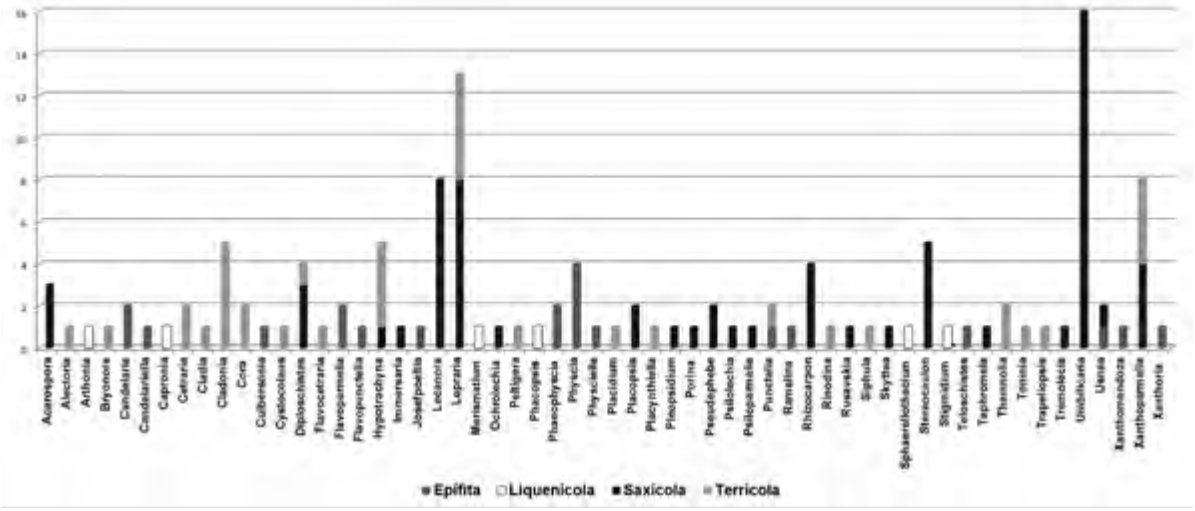


Figura 4. Preferencias ecológicas de líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz (número especies por género).

El último grupo lo constituyen las especies epífitas, son los líquenes que crecen encima de los troncos y ramas de árboles y arbustos o sobre cactus, mayormente este grupo es representado por las especies foliosas de colores verde y gris de los géneros *Culbersonia, Flavoparmelia, Phaeophyscia, Physcia, Punctelia,* de colores amarillo y naranja los géneros *Candelaria, Teloschistes, Xanthoria,* así como los líquenes fruticosos, por ejemplo *Ramalina* y *Usnea*.

Los hongos liquenícolas son aún muy poco conocidos en el valle de La Paz, en la actualidad solamente siete especies han sido reportadas: *Arthonia destruens* (en *Josefpoeltia parva*), *Capronia etayoi* (en *Cora squamiformis*), *Merismatium carae* (*Cora* sp.), *Phacopsis oxyspora* (en *Punctelia stictica*), *Sphaerellothecium cladoniae* (en *Cladonia* sp.), *Skyttea carboneae* (en *Carbonea montevidensis*) y *Stigmidium gyrophorarum* (en *Umbilicaria* sp.).

4. Agradecimientos

Los autores agradecen al Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Universidad Mayor de San Andrés y al Museo de Historia Natural por su generosa cooperación. Esta investigación fue financiada dentro del proyecto científico DEC-2013/11/D/NZ8/03274 por el Centro Nacional de Ciencias de Polonia.

Helechos y licófitos: Plantas sin flores del valle de La Paz

Iván Jiménez Pérez[1]

[1]*Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.*

1. Introducción

1.1. Conocimiento general:

Los helechos y licófitos son plantas que se reproducen por esporas producidas en esporangios ubicados en el envés, borde o axila de las hojas.

Los pteridófitos, es decir helechos y licófitos, se distribuyen en todo el mundo, a excepción de los polos, de igual manera ocupan casi todos los pisos altitudinales. La mayor diversidad de especies y formas de crecimiento se encuentran en los bosques tropicales húmedos de montaña. Formas de crecimiento como los arbóreos, arbustivos, herbáceos y algunas trepadoras, además de hábitos terrestres, epífitos, hemiepífitos y acuáticos caracterizan a los pteridófitos de los trópicos, aspectos que están ausentes en las zonas templadas (13).

El hábitat favorable de los pteridófitos son los ambientes húmedos. Esta preferencia está ligada al hecho de que la fecundación de las células sexuales requiere de un medio líquido para efectuarse. En general en los bosques montanos húmedos, se encuentran estas condiciones en las que prosperan estas plantas.

Diferentes estructuras reproductivas los diferencian de los demás tipos de plantas superiores. Por un lado, los licófitos se caracterizan por tener siempre hojas simples o "micrófilas" con una sola vena y esporangios localizados en las axilas, por otro lado, los helechos presentan desde hojas simples hasta hojas compuestas 4 a 5 veces divididas, llamadas "megáfilas" y los esporangios se sitúan en el envés o borde de la lámina de la hoja.

La clasificación actual de los helechos y plantas afines ha cambiado con los recientes estudios filogenéticos. Antiguamente estos dos grupos de plantas se consideraban emparentados, sin embargo, hoy en día se sabe que los helechos o monilófitos están más emparentados con las espermatófitas, y que *Equisetum* y *Psilotum* ahora son considerados helechos (12, 16), géneros antiguamente incluidos en las plantas afines a los helechos.

1.2 Conocimiento en Bolivia:

En las últimas décadas el estado de conocimiento de la flora boliviana aumentó considerablemente, así también la de los pteridófitos. Desde inicios de 1980, gracias al trabajo intensivo de colectores nacionales y extranjeros, se ha incrementado la información sobre la diversidad y ecología, no obstante esta labor aún no ha terminado.

Actualmente se reconocen 1145 especies (6) pero se estima que el número de especies esté entre 1500-1700 (8). El endemismo alcanza un 14% aproximadamente y se conoce que los géneros con más especies son: *Elaphoglossum*, *Asplenium* y *Thelypteris* (8). En nuestro país los pteridófitos están presentes en mayor o menor medida en todas las ecorregiones, con excepción del piso nival, sin embargo, son los bosques montanos húmedos de Yungas de altitudes medias de la cordillera Oriental de los Andes, las zonas que concentran la mayor diversidad de pteridófitos en Bolivia (7, 11), y consecuentemente las áreas protegidas situadas en esta zona: Cotapata, Carrasco y Madidi muestran la mayor diversidad de especies (17). En esta zona constituyen un elemento importante de la flora y estructura de la vegetación.

2. Helechos y licófitos del valle de La Paz

2.1. Diversidad:

En el valle de La Paz solo un pequeño porcentaje de la flora paceña son pteridófitos. Hasta 1991 se habían registrado 23 especies, 19 helechos y 4 licófitos (2), pero actualmente se conocen 39 especies, 32 helechos y 7 licófitos, la mayoría son terrestres y unos cuantos son acuáticos (Tabla 1, figuras 1 y 2), todos juntos constituyen un 3% aproximadamente de la flora paceña. Las familias más diversas son: Pteridaceae (6 géneros, 7 especies), Polypodiaceae (3 géneros, 7 especies) y Aspleniaceae (1 género, 6 especies) y el género más rico es *Asplenium* con 6 especies (Tabla 1).

La mayor concentración de diversidad se halla en la ecorregión de la Puna, 32 especies (Figura 1), la cual va disminuyendo en las zonas colindantes, y es más drástica en la zona altoandina, 3 especies (Tabla 1). Los Valles Secos de nuestra zona de estudio, registraron hasta el



Figura 1. Helechos nativos del valle de La Paz generalmente encontrados en la Puna. **A.** *Argyrochosma nivea*, **B.** *Asplenium stoloniferum*, **C.** *Campyloneurum amphostenon*, **D.** *Cheilanthes pruinata*, **E**. *Cystopteris fragilis*, **F.** *Myriopteris myriophylla*, **G.** *Pellaea ternifolia*, **H.** *Polystichum orbiculatum*, **I.** *Woodsia montevidensis*. Fotos de I. Jiménez, excepto *A. stoloniferum* y *W. montevidensis* de N. Mérida.

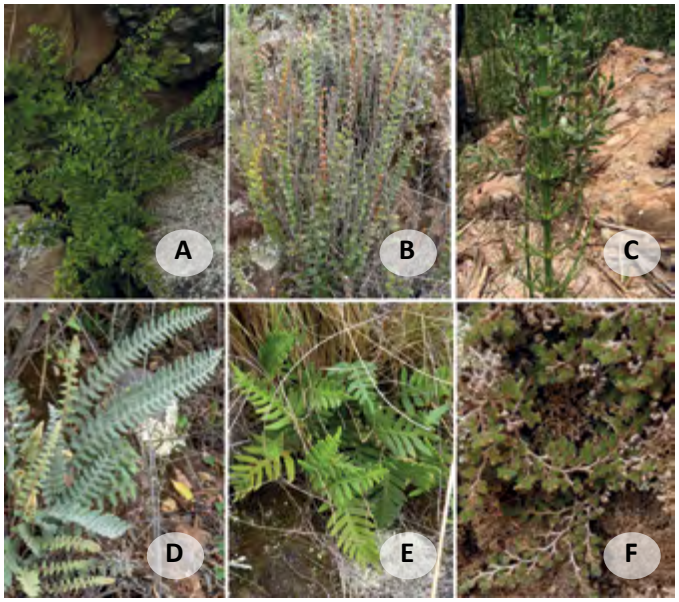


Figura 2. Helechos y licófitos nativos del valle de La Paz habitualmente encontrados en los Valles Secos. **A.** *Adiantum orbygnianum*, **B.** *Astrolepis sinuata*, ***C.*** *Equisetum giganteum*, **D.** *Myriopteris aurea*, **E.** *Pleopeltis subvestita*, **F.** *Selaginella sellowii*. Fotos de I. Jiménez excepto *E. giganteum* de N. Mérida.

momento 16 especies (Figura 2), pero se espera registrar más especies sobretodo en el límite inferior de esta ecorregión, ya que para los Valles Secos del centro de Cochabamba Antezana y Navarro (1) registraron 35 especies de pteridófitos. Altitudinalmente, es a los 3800 m que encontramos mayor número de pteridófitos (17 especies), disminuyendo más pronunciadamente hacia los rangos altitudinales superiores (Figura 3).

2.2. Hábitat y distribución:

En la zona altoandina a pesar de las duras condiciones climáticas, existen microhábitats que sustentan la presencia de unos pocos pteridófitos. Aquí los licófitos están representados solo por: *Isoetes lechleri* que vive sumergido cerca de los bordes de las lagunas altoandinas. Los helechos como: *Asplenium castaneum* y *Polystichum orbiculatum* (Figura 1H) buscan refugio entre rocas grandes o en cavidades de paredes rocosas.

En la Puna las condiciones climáticas más favorables permiten el establecimiento de más especies de pteridófitos. En la zona superior de esta ecorregión, *Phlegmariurus andinus* y *P. saururus* crecen generalmente en el borde y alrededor de los bofedales; helechos como: *Asplenium triphyllum*, *Melpomene allosuroides* y *M. peruviana* se encuentran en afloramientos rocosos o en grietas de paredes rocosas. En la zona media e inferior de la Puna como en el bosquecillo de Pura Pura aún se pueden encontrar pequeñas poblaciones de *Pleopeltis* sp. y *W. montevidensis*; aguas arriba del río Minasa (Villa Fátima) en laderas pedregosas o lugares protegidos encontramos *C. pruinata*, *Elaphoglossum dannoritzeri* y *W. montevidensis*. Arriba de los 3600 m, en laderas que suelen tener gran pendiente como: La Muela del Diablo, Ovejuyo, Alto de Ánimas, Alto Irpavi y zonas colindantes se hallan en forma dispersa muchas especies de helechos que suelen crecer debajo de arbustos de *Baccharis boliviensis* y *Ribes* sp. o junto a macollos de gramíneas, tales son: *Asplenium monanthes*, *Campyloneurum amphostenon*, *C. angustifolium*, *E. dannoritzeri*, *Ophioglossum scariosum*, *Pleopeltis buchtienii* y *Polystichum montevidense*, todos estos conocidos de pocas colecciones. Contrariamente *C. pruinata*, *Pleopeltis pycnocarpa* y *W. montevidensis* (Figura 1D, 1H), son frecuentes. En las zonas fuera de la ciudad de La Paz adicionalmente se pueden encontrar especies poco frecuentes como: *Elaphoglossum tenuiculum* y *Austrolycopodium magellanicum.*

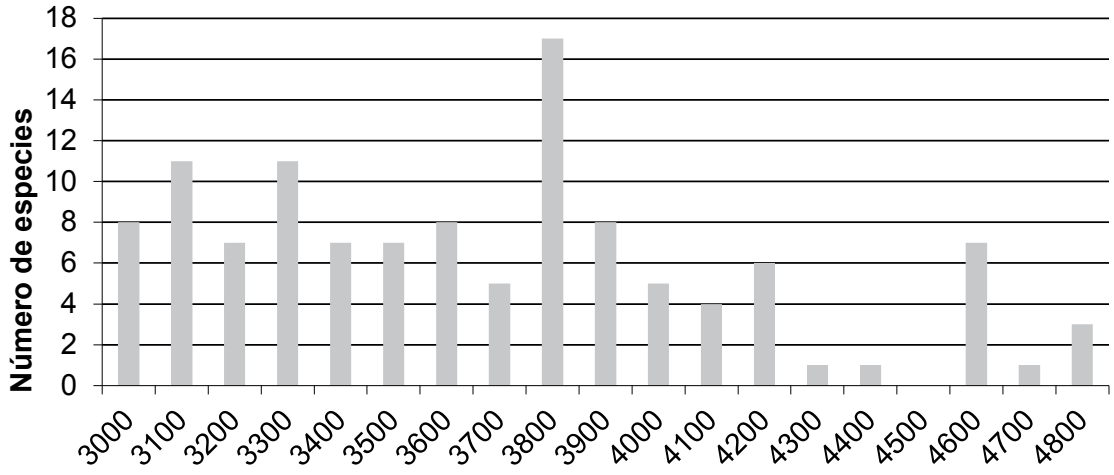


Figura 3. Riqueza de especies a lo largo del gradiente altitudinal del valle de La Paz.

Tabla 1: Especies, distribución y hábito de los pteridófitos nativos del valle de La Paz. T = terrestre, A = acuático, AA = Altoandino; Am = América, Am-Af = América-África, Am-As = América-Asia, And = Andino, Cos = Cosmopolita, End = Endémica, Lim = Países limítrofes, Nt = Neotrópico; P = Puna, VS = Valle Seco. Los licófitos están señalados con "*".

Familia	Especie	Rango altitudinal	Hábito	Distribución continental	Distribución local		
					AA	P	VS
Aspleniaceae	*Asplenium castaneum*	3820 - 4800	T	Am	x	x	
	Asplenium monanthes	3800	T	Am-Af		x	
	Asplenium peruvianum	3070 - 3500	T	And			x
	Asplenium polyphyllum	3800	T	Am		x	
	Asplenium stoloniferum	3100 - 3990	T	Am-Af		x	x
	Asplenium triphyllum	4200	T	And		x	

Familia	Especie	Rango altitudinal	Hábito	Distribución continental	Distribución local		
					AA	P	VS
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum dannoritzeri*	3750 - 4000	T	End		x	
	Elaphoglossum tenuiculum	3650	T	Am		x	
	Polystichum montevidense	3750	T	Nt		x	
	Polystichum orbiculatum	3800 - 4800	T	Am	x	x	
Equisetaceae	*Equisetum bogotense*	3400 - 3600	T	Am		x	x
	Equisetum giganteum	3070	T	Am			x
Isoetaceae*	*Isoetes boliviensis*	4340 - 4620	A	Lim		x	
	Isoetes lechleri	3840 - 4850	A	Lim	x	x	
Lycopodiaceae*	*Austrolycopodium magellanicum*	3800	T	Am		x	
	Phlegmariurus andinus	4400 - 4670	T	Lim		x	
	Phlegmariurus saururus	4600	T	Am-Af		x	
Ophioglossaceae	*Ophioglossum crotalophoroides*	4600	T	Am		x	
	Ophioglossum scariosum	3645	T	Lim		x	
Polypodiaceae	*Campyloneurum amphostenon*	3300-3990	T	Am		x	x
	Campyloneurum angustifolium	3820	T	Am		x	
	Melpomene allosuroides	4200-4380	T	End		x	
	Melpomene peruviana	4600	T	Nt		x	
	Pleopeltis buchtienii	3800	T	And		x	
	Pleopeltis pycnocarpa	3600-4200	T	Lim		x	
	Pleopeltis subvestita	3100 - 3550	T	Lim			x
Pteridaceae	*Adiantum orbygnianum*	3070 - 3500	T	Lim			x
	Argyrochosma nivea	3000 - 4000	T	And		x	x
	Astrolepis sinuata	3000-3329	T	Am			x
	Cheilanthes pruinata	3129 - 4200	T	Lim		x	x
	Myriopteris aurea	3000 - 3400	T	Am			x
	Myriopteris myriophylla	3000 - 3850	T	Am		x	x
	Pellaea ternifolia	3000 - 3600	T	Am		x	x
Salviniaceae	*Azolla filiculoides*	3300 - 4000	A	Am-As		x	x
	Azolla microphylla	3950	A	Am		x	
Selaginellaceae*	*Selaginella peruviana*	3100 - 3950	T	Am		x	x
	Selaginella sellowii	3050 - 3422	T	Am			x
Woodsiaceae	*Cystopteris fragilis*	3800 - 4100	T	Cos		x	
	Woodsia montevidensis	3750 - 4900	T	Am-Af		x	

En los Valles Secos donde las condiciones climáticas son más benignas pero más secas, también se desarrollan otras comunidades de pteridófitos adaptadas a estas condiciones. Helechos como: *Astrolepis sinuata* y *Myriopteris aurea* (Figura 2B, 2D), *Cheilanthes pruinata*, *M. myriophylla* y *Pellaea ternifolia* (Figura 1), éstos últimos también presentes en la Puna, habitan laderas con mayor exposición al sol, pueden crecer asociadas a otras plantas como gramíneas, pequeños arbustos o crecer solas.

Existen algunas especies que prefieren hábitats con más humedad como: *Adiantum orbygnianum y Pleopeltis subvestita* (Figura 2A, 2E), estos crecen en laderas de pequeñas quebradas, el primero siempre crece entre rocas y el segundo junto a otras plantas; *Equisetum giganteum* (Figura 2C), solo registrado en los alrededores de Lukicachi a 3070 m, crece en suelo húmedo de borde de riachuelos. Solo dos especies de licófitos rastreros están presentes en ambientes degradados de este piso, *Selaginella peruviana*, la más frecuente, y *S. sellowii* (Figura 2F), estas especies tienen la capacidad de sobrevivir por largos periodos en condiciones secas (18).

Los pteridófitos nativos del valle de La Paz, tienen una amplia distribución en América, pero con diferentes rangos (Figura 4, tabla 1), por ejemplo:

- Un 53% se halla desde norte o centro América hasta el sur del continente, tal es el caso de las especies del género *Myriopteris* cuyo centro de diversificación es norte y Centroamérica con unas pocas especies que se extienden hasta el sur (4);
- el 20% se distribuye en los países limítrofes, sobre todo entre Perú y Bolivia;
- un 10% en los países andinos (Venezuela hasta Chile-Argentina);
- similar porcentaje se distribuye tanto en América y África;
- en menor porcentaje (< 5%) existen especies cosmopolitas (solamente *Cystopteris fragilis*),

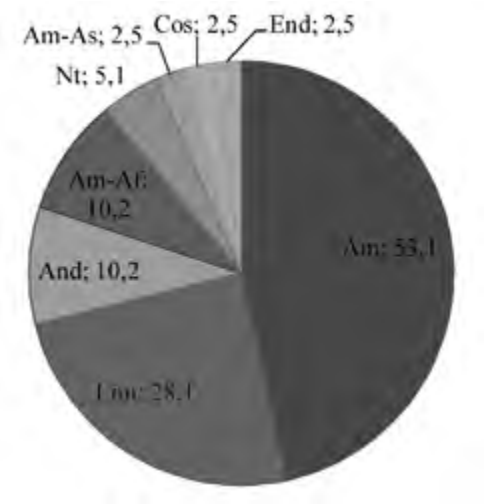


Figura 4. Patrones de distribución continental de los pteridófitos del valle de La Paz.

endémicas de Bolivia (*Elaphoglossum dannoritzeri*, *Melpomene allosuroides*), en América y Asia (solamente *Azolla filiculoides*) y neotropicales, es decir en las regiones tropicales de América (*Melpomene peruviana* y *Polystichum montevidense*).

Un 25,6% de las especies del valle de La Paz solo se encuentran en La Paz y Cochabamba y el resto, se distribuyen en varios otros departamentos, incluso hay 5 especies que se encuentran en los departamentos de Pando y Beni.

Localmente, son 9 especies de helechos que se distribuyen tanto en los Valles Secos y la Puna (Tabla 1), de estos: *Argyrochosma nivea*, *Cheilanthes pruinata*, *Myriopteris myriophylla*, *Azolla filiculoides* y *Pellaea ternifolia*, son también los más abundantes y frecuentes en el valle paceño, al que puede añadirse *Isoetes lechleri*, el cual es abundante y frecuente en las lagunas altoandinas mejor conservadas.

Aunque no existen endemismos locales, es importante resaltar la presencia de dos helechos endémicos de Bolivia. Por un lado, *Melpomene allosuroides*, conocido sólo de 4 colecciones, dos de las cuales son de la zona de estudio, entre 4200-4300 m, habita afloramientos rocosos o pequeñas cavidades presentes en laderas rocosas que la protegen del riguroso clima que hay en la zona superior de la Puna; por otro lado, *Elaphoglossum dannoritzeri*, especie distribuida en los bosques montanos húmedos y Puna húmeda de La Paz y Cochabamba, entre 2000 a 4600 m (10), fue registrada por Alto de Ánimas y río Minasa.

2.3. Adaptaciones:

2.3.1. Especies que crecen entre rocas:

A medida que la humedad y la temperatura van disminuyendo las hojas de estos helechos, que generalmente son delicadas, mueren totalmente como en *Adiantum orbignyanum*, *Asplenium stoloniferum* y *Woodsia montevidensis* (Figura 5A, 5B) o solo perviven algunas hojas como en *Campyloneurum amphostenon* (Figura 5C) pero el rizoma, que no está expuesto a la sequedad, enterrado debajo las rocas permanece latente. Esta adaptación reduce la demanda y pérdida de agua, reduciendo al mínimo toda actividad metabólica. Con el inicio de la época de lluvias se desarrollan nuevos brotes.

2.3.2. Especies que enrollan sus hojas hacia fuera:

Especies del género *Pleopeltis* tienen gran tolerancia a la extrema sequedad. Las hojas pueden perder toda el agua libre que no esté hidratando las moléculas orgánicas dentro las células, 76 a 97% de su humedad, y permanecer vivas (12). Estas especies en época seca enrollan sus hojas hacia fuera, de manera que el envés escamoso de sus hojas queda expuesto. La primera impresión que se lleva una persona al ver la planta en estas condiciones es que está muerta o marchitándose (Figura 5E). Aunque la exposición del envés de sus hojas provoca una perdida grande de humedad en sus tejidos, ésta es una estrategia del helecho para rehidratarse rápidamente con las primeras lluvias. Muchos fisiólogos han demostrado que las escamas son buenos conductores del agua cuando la hoja está húmeda, lo que permite que el agua se mueva rápidamente a través de las escamas hasta las células del mesófilo (12). Este mecanismo también se observa en *Myriopteris myriophylla, Selaginella sellowii* y *Argyrochosma tenera* (Figura 5D, 5F, 5G), el cual también está asociado al marchitamiento parcial del follaje. Esta última especie no tiene el envés de las hojas cubierto de escamas sino de un polvo blanco llamado “farina” (Figura 5G). Esta farina es exudada por pelos glandulares y es de color blanco o amarillo brillante (15), y se cree que esta capa puede actuar como un aislante en contra del calor y reflejar la luz solar para reducir la pérdida de agua (5).



Figura 5. Adaptaciones de los pteridófitos a la estación seca. Helechos creciendo entre rocas: A. *Adiantum orbygnianum,* B. *Woodsia montevidensis*, C. *Campyloneurum amphostenon*. Pteridófitos con las hojas enrolladas hacia afuera: D. *Myriopteris myriophylla*, E. *Pleopeltis subvestita*, F. *Selaginella sellowii*, G. *Argyrochosma nivea*. Helechos con follaje mermado y hojas enrolladas hacia adentro: H. *Cheilanthes pruinata*, I. *Pellaea ternifolia*. Fotos de I. Jiménez.

2.3.3. Especies que contraen sus hojas hacia dentro:

Estos helechos crecen en laderas expuestas, junto a otras plantas o solitarias y en la época seca, casi la mitad de su follaje está muerto pero el follaje persistente exhibe hojas contraídas y amarillentas que minimizan la pérdida de agua. Este mecanismo fue observado en *Cheilanthes pruinata* y *Pellaea ternifolia* (Figura 5H, 5I).

3. Usos

El helecho conocido como "cola de caballo", nombre relacionado con *Equisetum giganteum* y *E. bogotense,* es vendido en puestos callejeros donde se ofrecen plantas medicinales. Según De Lucca & Zalles (3), esta especie empleada como infusión o cocimiento tiene propiedades medicinales para combatir hemorragias, problemas renales, hepáticos y enfermedades de la piel, además de tener propiedades diuréticas.

En la época de Navidad se ha observado que los pesebres son adornados con tallos pintados de verde de *Cheilanthes pruinata* y a veces de *Selaginella* spp. Para este mismo propósito también emplean hojas de *Dryopteris wallichiana* y plantas de *Phlegmariurus* spp., pero éstas provienen de los Yungas.

Algunas especies del género *Adiantum* son apreciadas como plantas ornamentales. En las ferias de flores y la feria de Alasitas, se pueden apreciar macetas con estos helechos, sin embargo, todo el material expuesto proviene de invernaderos; se desconoce si plantas de *A. orbygnianum* son extraídas de su hábitat para ser comercializadas con este propósito.

4. Amenazas y estado de conservación

Una amenaza común para toda la flora y fauna del valle paceño es la destrucción del hábitat. Esta acción permanente del hombre por ampliar el área urbana o las áreas de cultivo indudablemente repercute en las comunidades de plantas y animales con la disminución o desaparición de especies, transformación de su hábitat, etc. Los pteridófitos no son inmunes a estas transformaciones, sin embargo, la mayoría de las especies nativas son generalistas y no requieren hábitats especiales para su crecimiento, de manera que muchas especies tienen distribuciones amplias a nivel local, nacional y regional. Zonas poco accesibles y poco aptas para cultivo o vivienda como son las laderas de gran pendiente, suelos susceptibles a erosión y derrumbes, albergan muchas de las comunidades de pteridófitos hallados en el valle de La Paz, lo cual permite que estas plantas puedan convivir aún dentro o alrededor de la ciudad de La Paz.

En la lista roja de Pteridófitos de Bolivia (9) ninguna de las especies del valle de La Paz está incluida en alguna categoría de amenaza de extinción, sin embargo, Navarro (14) indica que *Isoetes lechleri* esta categorizada como "en peligro" a causa de la perturbación o destrucción de su hábitat, contaminación del agua, minería, obras civiles y sobrepastoreo caballar. En nuestra región es probable que las poblaciones de esta especie estén sometidas a algunas de las amenazas mencionadas, pero no hay datos al respecto. Localmente existen algunas especies raras que solo fueron registradas una o dos veces como *Elaphoglossum dannoritzeri*, *Campyloneurum angustifolium* y *Polystichum montevidense*, todas ellas ubicadas en zonas potenciales de ser convertidas en áreas urbanas, lo cual compromete su existencia en nuestro entorno, ya que solo son conocidos de Alto de Ánimas, la Muela del Diablo y arriba de Achumani respectivamente.

La familia Amaryllidaceae en la cuenca del valle de La Paz

Raúl Lara[1]

[1]*Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota, calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.*

1. Generalidades

Las Amaryllidaceae son una familia hortícola que incluyen muchas plantas populares de invernadero, de jardines o interiores de casa. Se distribuyen preferentemente en clima cálido templado, subtropical y tropical. La mayoría de las Amaryllidaceae posee una raíz bulbosa, aunque algunas tienen rizomas o un bulbo con un rizoma corto unido a la base; las hojas son más o menos en forma de correa, crecen desde la base de la planta. La inflorescencia consiste en un escapo que lleva una umbela, aunque en muchos casos se reduce a sólo unas pocas flores o una flor solitaria. Las flores son bisexuales, regulares y los periantos vistosos se componen de cáliz y corola, cada uno de tres segmentos, ya sea libres entre sí o unidos a un tubo, en muchos géneros hay una corona presente, en algunos casos escamosa, en otros pilosa. Presenta seis estambres dispuestos en dos niveles de a tres, más o menos libres, fusionados al tubo de la envoltura floral o unidos entre sí por sus filamentos en una taza estaminal. El ovario de tres hojas carpelares unidas es ínfero. El estilo es delgado, con un estigma capitado o trífido y el fruto es una cápsula de dehiscencia loculicida y unas semillas que tienen un pequeño embrión recto y endosperma carnoso o papiráceo.

Son plantas terrestres que florecen en primavera, después de un período de latencia durante el invierno, donde pierden todo su follaje, en general, nacen las flores como si fuera por arte de magia antes de la emisión del nuevo follaje. Tienen flores de diferentes formas y tamaños con casi todos los colores (blanco, verde, amarillo, rojo, vino, rosado y todos los matices intermedios). Su belleza fue descubierta por los europeos aquí hace más de 250 años.

2. Diversidad y ecología

En el catálogo de la Flora de Bolivia (9), se consideran 20 géneros con 61 especies, incluidos cultivadas, de las cuales 28 son endémicas. En el valle de La Paz se encuentran ocho especies correspondientes a siete géneros nativos (ver tabla 1), también existen algunas especies exóticas que son cultivadas

Las dos exigencias principales ecofisiológicas de las Amaryllidaceae son: luz media y humedad del suelo y están claramente adaptadas a estas condiciones medias. A causa de estas exigencias, las plantas raras veces se encuentran en bosques altos o densamente protegidos del sol. Los hábitats corresponden a laderas rocosas, barrancos o taludes de carretera cubiertas generalmente por vegetación secundaria.

Muchas especies de esta familia tienen diferente tolerancia a la estratificación altitudinal sobre el sistema montañoso, siendo éste uno de los principales factores que influye en los mecanismos de especiación.

Contrariamente a la percepción común de que *Hippeastrum* puede ser un género de hábitats bastante húmedos, también hay especies que prefieren sitios secos y algunas muy conocidas son de formaciones estacionales con largos períodos de meses sin lluvias. El límite frío-árido es marcado por *H. cybister,* que crece en los valles interandinos secos, es una especie ampliamente distribuida por las laderas secas y rocosas de los valles del interior andino, en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Potosí, Chuquisaca y Tarija; crece en un rango altitudinal entre 950 – 3500 m (10).

Tabla 1. Distribución de los géneros y especies de Amaryllidaceae en los pisos altitudinales de la cuenca del valle de La Paz.

Género	Especie	Rango altitudinal (m)	Ecorregión	Piso altitudinal
Clinanthus	*Clinanthus humilis*	3500 – 4000	Puna	Andino inferior
Habranthus	*Habranthus tubispathus*	3400 - 4000	Puna	Andino inferior
Hippeastrum	*Hippeastrum cybister*	3050 – 3600	Valle seco	Altimontano (Subandino)
Nothoscordum	*Nothoscordum andicola*	3500 – 3900	Puna	Andino inferior
Nothoscordum	*Nothoscordum bivalve*			
Pyrolirion	*Pyrolirion boliviense*	3050 – 3600	Valle seco	Altimontano (Subandino)
Stenomesson	*Stenomesson miniatum*	2500 - 3000	Valle seco	Montano
Zephyranthes	*Zephyranthes andina*	3400 – 4000	Puna	Andino inferior

3. Las especies de las Amaryllidaceae en la cuenca del valle de La Paz

Clinanthus humilis (Herb.) Meerow Syst. Bot. 25(4): 723. 2000.
Sin.: *Clitanthes humilis* Herb., *Crocopsis fulgens* Pax, *Zephyranthes pseudocolchicum* Kraenzl., *Haylockia pseudocolchicum* (Kraenzl.) Hume
Ref.: Foster (1958) (7, 12).
Pequeña planta con bulbo; hojas lineales, de color verde intenso. Flores, solitarias, terminales de color rojo, florece casualmente no anual.
Localidad: subida a la Muela del Diablo.
Elevación: 3500–4000 m
Muestra: S. Beck 33291 (LPB).
Usos y Conservación: ninguna información disponible

Habranthus tubispathus (L'Hér) Traub Pl. Life 7: 42. 1951
Sin: *Amaryllis nervosa* Kunth, *Amaryllis tubispatha* Ker Gawl, *Zephyranthes tubispata* (L'Her.) Herb. *Zephyranthes lindleyana* Herb., *Zephyranthes mesochloa* Herb., *Zephyranthes nervosa* (Kunth) Herb.
Ref.: Foster 1958, Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (7, 9, 14)
Pequeña planta bulbosa; hojas estrechas, lineales, crecen después de las flores, estas son solitarias de color blanco-lilacino.
Forma de vida: Hierba bulbífera, de amplia distribución en valles y montañas interandinas. Ecorregion puna
Piso altitudinal: Andino
Localidad: Palca ¿? Elevación: 3.300 – 3.600 m
Muestra: K. Pflanz 22 (GH) ¿?
Usos y Conservación: Ninguna información disponible)

Hippeastrum cybister (Herb.) Benth. & Hook. f.Gen. Pl. 3: 725. 1883.
Sin.: *Sprekelia cybister* Herb., *Amaryllis cybister* (Herb.) Planch., *Lepidopharynx deflexa* Rusby, *Hippeastrum deflexum* (Rusby) L.B. Sm.
Ref.: Foster 1958.
Planta bulbífera; hojas oblongo-lanceoladas, alargadas en forma de cinta; flores en umbela terminal en número de cuatro de forma muy irregular y color rojo verdoso hacia los ápices.
Forma de vida: Hierba bulbífera, nativa, valles y montañas interandinas
Ecorregión: Valle seco
Piso altitudinal: Subandino
Localidad: Mecapaca, Laderas en La Florida
Elevación: 3050 – 3500 m
Muestra: Beck 3695 (LPB); Cañigueral 1304 (LPB), Menhofer 1574 (LPB)
Usos y Conservación: El bulbo machacado es aglutinante y se emplea como adhesivo, especie fuera de peligro, aunque localmente vulnerable por destrucción del hábitat

Nothoscordum andicola Kunth Pl. 4: 463. 1843.
Sin.: *Milla andicola* Baker, *Allium andicola* Regel, *Allium bivalve* var. *andicola* (Kunth) Kuntze, *Allium bivalve* var. *bangii* Kuntze.
Planta bulbosa, hojas lineales, estrechas. Flores en umbela terminal de color blanco rosáceo, los pétalos con una franja central morada.
Forma de vida:Hierba bulbífera, nativa, valles y montañas interandinas.
Localidad: Pie de la Muela del Diablo, Muela del Diablo, Calacoto laderas.
Elevación: 3500 – 3900 m
Muestra: S. Beck 4285 (LPB)
Usos y Conservación: El bulbo fresco es utilizado en medicina natural contra la fiebre y también contra vómitos.

Nothoscordum bivalve (L.) Britton,Ill. Fl. N. U.S. 1: 415. 1896.
Sin: *Ornithogalum bivalve* L., *Allium striatum* Jacq., *Nothoscordum flavescens* Kunth, Allium bivalve (L.) Kuntze
Hierba con bulbo de hojas lineales alargadas y un tallo florífero que sostiene las flores blancas.
Forma de vida:Hierba bulbífera nativa, valles y montañas interandinas.
Ecorregión: Puna
Piso altitudinal: Andino
Localidad: Montículo. Elevación: 3800 m
Muestra: E. Geyger s.n. (LPB)
Usos y Conservación: Ninguna información disponible.

Pyrolirion boliviense (Baker) Sealy J. Roy. Hort. Soc. 62: 208. 1937
Sin.: *Zephyranthes boliviensis* Baker, *Zephyranthes xiphopetala* Baker, *Zephyranthes viridilutea* Kraenzl., *Pyrolirion xiphopetalum* (Baker) Sealy, *Habranthus viridiluteus* (Kraenzl.) Traub
Ref.: Foster 1958
Hierba con bulbo; Hojas lineales, planas y carnosas, extendidas; flor relativamente grande de color amarillo a anaranjado. Forma de vida: Hierba bulbífera nativa, valles y montañas interandinas. *Ecoregión:* Valle seco.
Piso altitudinal: Subandino.
Localidad: Mecapaca, Valle de la Luna, serranías al sur de Calacoto
Elevación: 3.050 – 3.600 m
Muestra: Beck 3691 (LPB); Solomon 8220 (MO).
Usos y Conservación: Medicinal en mate de la planta entera para las hemorragias y la diarrea sanguinolenta de los niños (Pestalozzi).

Stenomesson miniatum (Herb.) Ravenna Pl. Life 34: 69. 1978.

Sin.: *Sphaerotele peruviana* C. Presl, *Pentlandia miniata* Herb., *Pentlandia miniata* var. *lacunosa* Herb., *Pentlandia miniata* var. *sulivanica* Herb., *Sphaerotele coccinea* Link, Klotzsch & Otto, *Urceolina miniata* (Herb.) Benth. & Hook. f., *Urceolina peruviana* (C. Presl) J.F. Macbr.
Ref.: Foster 1958
Planta bulbosa, Hojas en forma de cinta; Flores, umbela multiflora, flores declinadas utriculadas de color rojo-anaranjado Forma de vida: Hierba bulbífera, originaria del Perú, valles y montañas interandinas.
Ecoregión: Valle seco
Piso altitudinal: Montano
Localidad: Huajchilla.
Elevación: 2500 – 3400 m
Muestra: Solomon 9455 (MO). Usos y Conservación: Planta ornamental, cultivada para flor de corte.
Localidad: Huajchilla.
Usos y Conservación: Planta ornamental, cultivada para flor de corte.

Zephyranthes andina (R. E. Fr.) Traub
Ref. Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. 2014 (9, 14)
Pequeña planta bulbosa, con dos a cuatro hojas estrechamente lineares, se presentan después de las flores, estas solitarias de color blanco lilacinas, florecen después de las lluvias.
Localidad: Palca.
Usos y conservación: En los valles se utilizaba el mucílago de los bulbos triturados mezclado con azúcar molida para pintar de blanco los rosquetes, no se conoce otro uso actual.

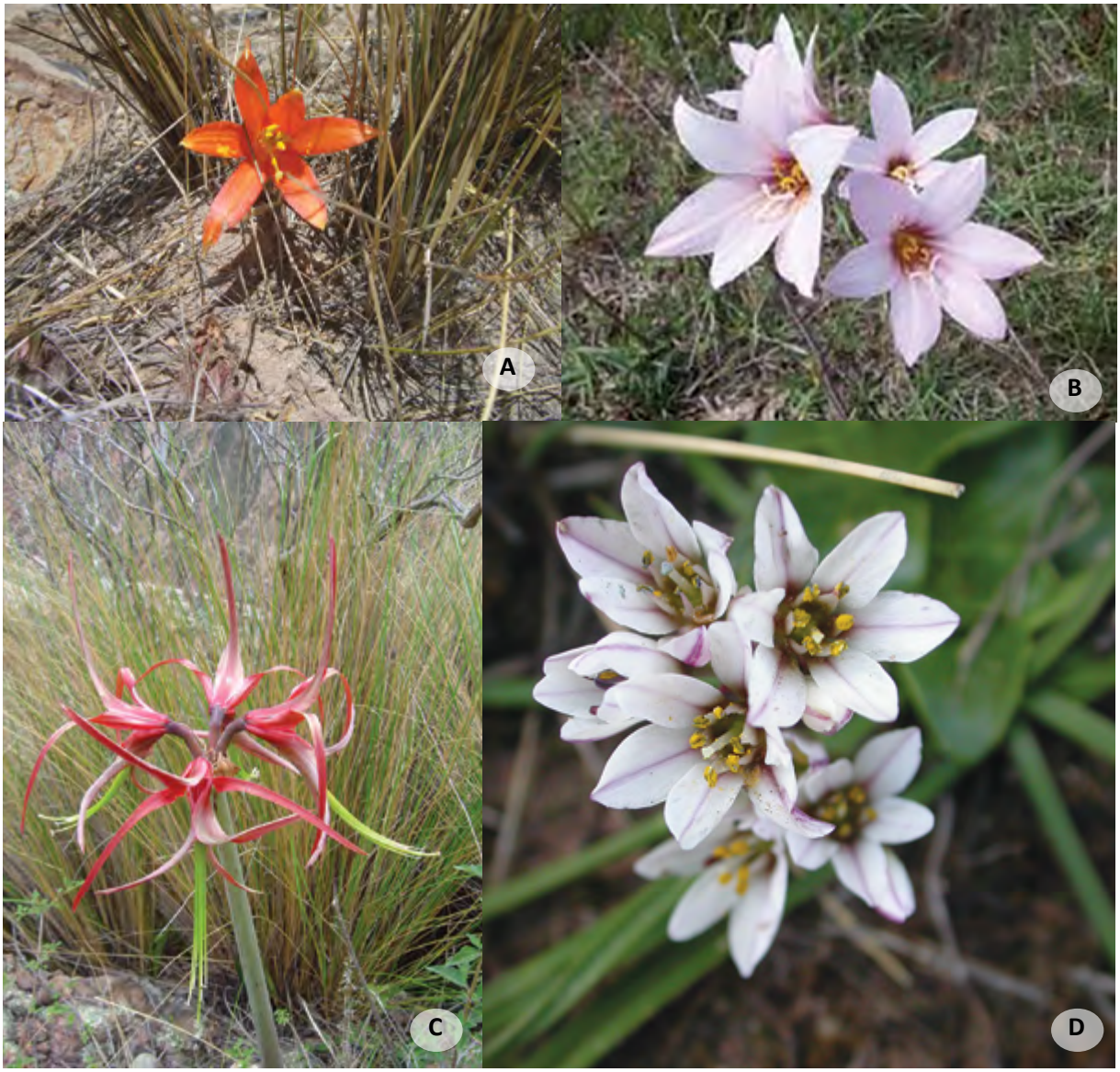


Figura 1. Especies nativas de amarillidáceas **A)** *Clinanthus humilis* creciendo entre grietas protegidas por gramíneas. Foto R. Lara; **B)** *Habranthus tubispathus*. http://bgbulbs.com/plant_info; **C)** *Hippeastrum cybister,* creciendo al borde de la calle en Aranjuez cerca de los cerros rojos. Foto A. Fuentes; **D**) *Nothoscordum andicola*. Foto proyecto Darwin.

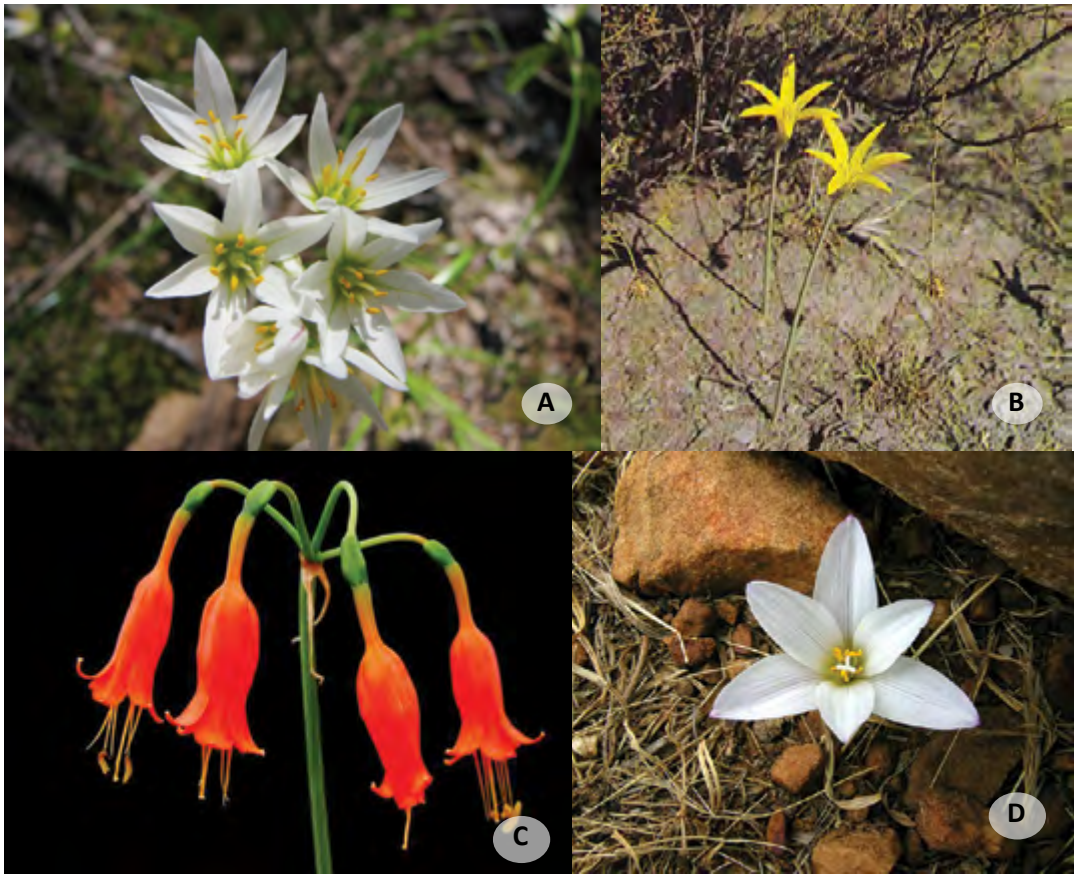


Figura 2. A) *Nothoscordum bivalve*. Foto http://returntothenatives.com/2012/10/23/nothoscordum-bivalve-crow-poison/(13); **B)** *Pyrolirion boliviense*. Foto F. Zenteno-R.; **C)** *Stenomesson miniatum.* Foto R. Sierra; **D)** *Zephyranthes andina*. Foto: R. Vásquez.

4. Algunas especies exóticas cultivadas

Agapanthus praecox Willd.

Forma de vida: Hierba rizomatosa, ornamental, florece en verano, cultivada.
Localidad: La Paz, ciudad La Paz, Jardín Botánico Municipal.
Usos: Ornamental como flor de corte.

Agave americana L.
Forma de vida: Hierba adventicia.
Localidad: La Paz, Murillo.
Usos: Ornamental.

***Aloe vera* L. Burm f.**
Forma de vida: Geófita rizomatosa.
Localidad: Valles Secos Aranjuez.
Usos: Industrial, Medicinal.

Allium schoenosprasum L.
Forma de vida: Hierba bulbífera.
Localidad: La Paz.
Usos: Hortaliza.

Allium tuberosum Rottler ex Sprengl.
Forma de vida: Hierba bulbífera.
Localidad: La Paz.
Usos: Hortaliza.

Alstroemeria revoluta R. et P.
Forma de vida: Geófita tuberosa.
Localidad: Las Carreras, valle de Kellkata.
Usos: Ornamental.

Asparagus officinalis L.Sp. Pl. 313:1753.
Forma de vida: Hierba rizomatosa perenne de tallos anuales.
Localidad: Calacoto.Planta cultivada.
Usos: Hortaliza.

***Asparagus densiflorus* Kunth, Jessop**
Forma de vida: Hierba perenne de raíces tuberosas.
Localidad: La Paz, Cota Cota. Planta cultivada.
Usos: Ornamental.

***Asphodelus fistulosus* L**
Forma de vida: Hierba bulbífera, de amplia distribución en valles y montañas interandinas.

Localidad: La Paz, Murillo. Planta cultivada.
Usos: Ornamental.

***Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jakes**
Forma de Vida: Rizomatosa cultivada.
Localidad: La Paz, Murillo.
Usos: Ornamental.

***Kniphofia uvaria*. (L.)**
Es una planta herbácea de la familia Xanthorrhoeaceae. Es originaria del sur de África.
Forma de vida: Hierba rizomatosa cultivada.
Localidad: Cota Cota.
Usos: Ornamental.

***Cordyline australis* Hook. F**
Forma de vida: Arbolito.
Localidad: La Paz.
Usos: Ornamental.

***Nerine undulata* (L.) Herb.**
Forma de vida: Hierba bulbífera, cultivada. Andes, Valles Secos interandinos.
Localidad: Ciudad La Paz 3.600 m Planta cultivada.
Usos: Ornamental.

***Oziroe acaulis* (Baker) Speta**
Forma de vida: Geófita rizomatosa.
Localidad: La Paz.

***Phormium tenax* J. R. Forst & G. Forst**
Forma de vida: Hierba cultivada.
Localidad: Valles Secos.
Usos: Ornamental, industrial.

Yucca aloifolia L.
Sin: *Yucca yucatana* Engelm, *Yucca serrulata* Haw.
Forma de vida: Arbolito.
Localidad: Valles Secos Altimontanos.
Usos: Ornamental.

5. Conservación y uso de las Amaryllidaceae de la cuenca del valle de La Paz

Algunas especies de Amaryllidaceae tienen un alto potencial comercial ornamental, razón por la que están bajo una presión de uso que implica un grado de amenaza. Existen discrepancias sobre el grado de amenaza de algunas especies, ej. *Hippeastrum cybister*, que para Meneses y Beck (16), es una especie Vulnerable. Esta especie tiene un rango de distribución que va desde el norte argentino hasta Bolivia, se la encuentra en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí, Santa Cruz y Tarija, en altitudes que van desde los 900 a más de 3000 m. Su distribución es amplia y aunque todos los sitios conocidos muestran intervención humana en áreas próximas a urbanizaciones, ello no representa un riesgo para la sobrevivencia, además de estar presentes también en áreas protegidas.

La sobreexplotación de algunas especies y la destrucción y alteración de hábitats ocasiona que muchas especies de plantas sean consideradas en peligro de extinción o amenazadas por la disminución drástica de sus poblaciones (17). No se tienen datos concisos sobre el estado de conservación de especies de la familia. no es fácil aplicar con exactitud criterios de evaluación, que permitan incluir a cada especie en una de las categorías propuestas por la UICN (18), deducimos que los hábitats de las especies no parecen encontrarse bajo ninguna presión particular. Al estar sobre todo en áreas poco utilizadas, sólo unas cuantas especies son fácilmente accesibles mediante los caminos. Sin embargo, pueden presentarse amenazas locales, aunque se desconoce si hay situaciones particulares de recojo o cosecha de plantas. Las especies no han sido explotadas por la jardinería y es probable que continúen así, las especies más extendidas o las que en ningún caso son frecuentemente encontradas.

Desde tiempos incaicos, las flores de Amaryllidaceae eran admiradas y usadas en ceremonias tradicionales, no sólo en arreglos florales, sino también como signos honoríficos que se entregaban a héroes o a venerables ancianos. En Perú se han encontrado “keros”, vasos ceremoniales que los incas usaban durante sus ceremonias agrícolas, con pinturas que ilustran algunas especies de Amaryllidaceae (19).

Los incas probablemente cultivaron estas plantas a las que denominaron Aput’ujtu, Aput’ika, Ariruma, Chiwanwayu, Chiwaywa, Jamanqay, Chacaltuya, Maywa, Pullapulla, Urqöurqö, etc., pues en sus cerámicas emplearon varios motivos ornamentales fitomorfos de éstas.

En el volumen ilustrado sobre arqueología Tihuanacota, Arturo Posnansky (20), muestra maravillosas ilustraciones de unos “keros” de madera de Bolivia y Perú con pictografías que representan algunas especies de Amaryllidaceae. Estos vasos ceremoniales fueron hechos y usados para beber chicha. “Es singular que estos artefactos muestren estas flores tan prominentemente y con frecuencia” (21).

Tras el descubrimiento de América empezaron a llegar los primeros bulbos de *Hippeastrum* a Europa, en particular a Inglaterra y Holanda. En 1728 las casas reales se enorgullecían de cultivarlos en sus jardines botánicos, fueran estos públicos o privados; para la nobleza y la gente rica tener estas plantas en jardines e invernaderos era emblema de su poderío económico y social. Por otra parte, los botánicos estaban ocupados buscando nombres de reinas o reyes y otros nobles para bautizar a las nuevas especies que llegaban a sus gabinetes. Los pintores de la época dedicaron largas horas a retratarlas con todos sus detalles y colores.

Orquídeas, la familia de flores exóticas

Iván Jiménez Pérez[1] & Freddy Santiago Zenteno Ruiz[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

1. Introducción

Las orquídeas constituyen una de las familias de plantas cosmopolitas más diversas, especializadas y atractivas. Se estima que existen alrededor de 25 000 especies (4, 5). Pocas plantas se distribuyen a lo largo y ancho de todo el mundo como lo hacen las orquídeas, solamente están ausentes en ambientes extremos como son los desiertos y las zonas polares. Como muchas otras plantas son más diversas en la zona tropical, en particular en los bosques montanos de Centro y sur América que albergan la más grande abundancia y diversidad de orquídeas (4). Por un lado, las flores de muchas orquídeas son apreciadas por su belleza y variedad de formas, tamaños y colores, por otro lado, estas flores están altamente especializadas para atraer, engañar y manipular a sus polinizadores y llevar a cabo la polinización cruzada (4).

El nombre botánico de la familia tiene origen en una increíble similitud. Muchas especies de un grupo de orquídeas tienen un par de tubérculos esféricos que se parecen a los testículos de los mamíferos, razón por la cual, los antiguos griegos los llamaron "όρχις=orchis", posteriormente éste se convirtió en el nombre de un género que después dio nombre a la familia (4).

Dressler (4) distingue esta familia por las siguientes características:

- Los estambres están situados sobre un lado de la flor y no están ordenados simétricamente;
- el estambre y el pistilo están parcial o completamente unidos;
- las semillas son diminutas y numerosas;
- las flores tienen un pétalo que está opuesto al órgano reproductivo, llamado labio o labelo,
- muchas flores experimentan en su desarrollo un proceso denominado resupinación, término usado para cualquier flor de orquídea que tiene el labelo en el lado inferior, producido por el torcimiento de 180º del pedicelo;
- una parte del estigma, llamada rostelo, está generalmente involucrado en la transferencia del polen de una flor a otra;
- los granos de polen generalmente están agregados en pequeñas masas llamadas polinios.

Sin embargo, el único rasgo que es compartido por todas las orquídeas es la presencia de un protocormo (= semilla germinada) micorrizado en el estadio inicial de su ciclo de vida (12).

1.1. ¿Cómo son las orquídeas? Una caracterización general:

Las orquídeas son plantas monocotiledóneas, herbáceas, perennes, terrestres o epífitas, a veces trepadoras. Cada parte de la orquídea exhibe particularidades propias que son descritas por Dressler (4):

- todas las raíces son secundarias, en muchas están recubiertas por una capa externa de células llamada velamen que tiene la función de absorber agua y nutrientes;
- el tallo en muchas orquídeas presenta estructuras engrosadas que no son ni bulbos ni tubérculos, son los llamados pseudobulbos, éstos pueden estar compuestos por uno o varios entrenudos y llevar hojas a todo lo largo o solo en el ápice, a veces están rodeados por las vainas de las hojas;
- en la mayoría de las orquídeas las hojas están dispuestas en dos filas, con las hojas alternadas sobre lados opuestos del tallo y en muchos casos la porción basal de la hoja forma una vaina alrededor del tallo (Figura 1);
- muchas orquídeas tienen una articulación entre la vaina de la hoja y la lámina que permite que la lámina de la hoja se separe cuando ésta se está marchitando;
- la inflorescencia puede ser racemosa (Figura 1), paniculada o solo llevar una flor, terminal o lateral, en todos los casos la flor está subtendida por una bráctea. La flor típicamente exhibe simetría bilateral. Tiene 3 sépalos que pueden ser libres, parcial o totalmente unidos, los sépalos laterales están a los costados del labelo y el sépalo dorsal está arriba de la columna (Figura 1). Hay 3 pétalos, el que está opuesto a la columna es el segmento más diferenciado, es más grande y complejo, es llamado labio o labelo, y éste es el elemento que hace que la flor de una orquídea sea reconocida como tal, frecuentemente está dividido en 3 o más lóbulos, puede estar ornamentado por pequeñas masas carnosas, crestas, costillas o placas denominados "callos"; los otros 2 pétalos son más reducidos que los sépalos o están muy reducidos, pueden ser libres o estar unidos a los sépalos o la columna (Figura 1). La columna o gi-

nostemo, es una estructura que se origina por la unión parcial o total del estilo y los filamentos del estambre (Figura 1), a veces en la base forma una extensión ventral denominada "pie de la columna" al cual se une el labelo; el polen a diferencia de otras plantas está agrupado en unas pequeñas masas llamadas "polinios"; el estigma es 3 lobado y una de las características distintivas de esta familia de plantas, es como, parte del lóbulo medio nombrado rostelo, se ha involucrado en la transferencia del polen, en ese sentido el rostelo presenta un área distintiva, el viscidio, el cual tiene por un lado atado al polinio y por el otro lado, presenta un área pegajosa que es mostrada al polinizador, de manera que al efectuarse la polinización el polinio y viscidio son llevados por el polinizador;
- el fruto es una cápsula que por lo general se abre desde cerca del ápice;
- las semillas que se lanzan desde una cápsula son secas, diminutas y cuantiosas; miden 0,3-0,5 mm de largo y varían grandemente en el ancho y en los detalles de su estructura; las semillas son dispersadas por el viento.

1.2. Ecología:

1.2.1. Micorrización:

Ya que las semillas son demasiado pequeñas para almacenar gran cantidad de alimentos (endosperma), por lo tanto, la mayoría de las orquídeas no puede germinar sin una micorriza, es decir una relación simbiótica entre el protocormo y/o raíces de la orquídea y un hongo. En sus primeros estadios, la mayoría de las orquídeas depende completamente del hongo en la obtención de alimentos, hasta que se formen los primeros brotes u hojas (4).

1.2.2. Polinización:

Dressler (4) indica que la mayoría de las orquídeas son polinizadas por insectos que en orden de importancia son:

- Abejas y avispas, principalmente de los géneros *Xylocopa, Bombus* y las abejas *Euglossine*, que son atraídas a las flores por aromas o pseudopolen;
- moscas, principalmente de las familias Syrphidae, Bombyliidae y algunos Tachinidae. Inclusive algunas orquídeas imitan el olor y hasta el color de la carne podrida para atraer moscas de la carroña y usarlos como polinizadores;
- mariposas y polillas, estos insectos visitan regularmente flores para obtener néctar; las flores que visitan las mariposas y unas cuantas polillas diurnas, son generalmente rosadas, rojas o amarillas, por el contrario, las polillas que son nocturnas visitan flores de color blanco o verde pálido y tienden a estar fuertemente perfumadas en la noche para atraerlas;
- aves, que por excelencia son los picaflores; estos animales están altamente especializados en visitar flores, y algunas orquídeas están adaptadas para ser polinizadas por picaflores; las flores generalmente no tienen perfume.

Las orquídeas para atraer a sus polinizadores y ser polinizadas pueden utilizar varias estrategias o mecanismos. Dressler (4) destaca como los principales:

- Producir pseudopolen y cera en el labelo;
- desarrollar labelos sensitivos que atrapan momentáneamente al polinizador entre el labelo y la columna;
- poseer labelos en forma de sacos,
- mimetismo, en este proceso la flor o parte de ella semeja formas de otras flores, emana olores de otros atrayentes e incluso imita la forma de una hembra de insecto.

1.3. Conocimiento en Bolivia:

Orchidaceae es la familia de plantas más diversa del país con 225 géneros, 1264 especies registradas, de las cuales 413 especies son endémicas (15), asimismo, tres géneros (*Epidendrum, Lepanthes* y *Maxillaria*) están entre los 20 géneros más diversos del país (9). Si se considera las especies no identificadas, esta cifra asciende alrededor de 1500 especies, estimándose que existan entre 2000-3000 especies (14). Casi en todo el territorio boliviano encontramos orquídeas, sobre todo en La Paz y Cochabamba, desde las zonas más bajas hasta los 3500 m; solo en los ambientes extremos como la zona nival de la cordillera de los Andes y las zonas desérticas y secas del oeste orureño y potosino, están ausentes las orquídeas. Las zonas que albergan la mayor diversidad son los bosques montanos de Yungas, el 66% de todas las especies y casi el 80% de las especies endémicas están concentradas en esta región, esta riqueza de especies disminuye claramente hacia las zonas de vegetación que están por debajo los 1000 m y al este u oeste de los Yungas (14).

2. Orquídeas del valle de La Paz

2.1. Diversidad:

En la primera lista anotada de las especies para la zona de estudio Beck & Valenzuela (2), citaron tres orquídeas, una de las cuales (*Epidendrum ruizianum*) estaba basada en una mala identificación. Actualmente se conocen 14 especies y ocho géneros, incluyendo cinco especies no identificadas y solo *Myrosmodes* está representado por seis especies (Figura 2, tabla 1). Estimamos que la diversidad total esté alrededor de 20 especies, considerando la probable presencia de otras especies como: *Odontorrhynchus chlorops* y *Stenorr-*

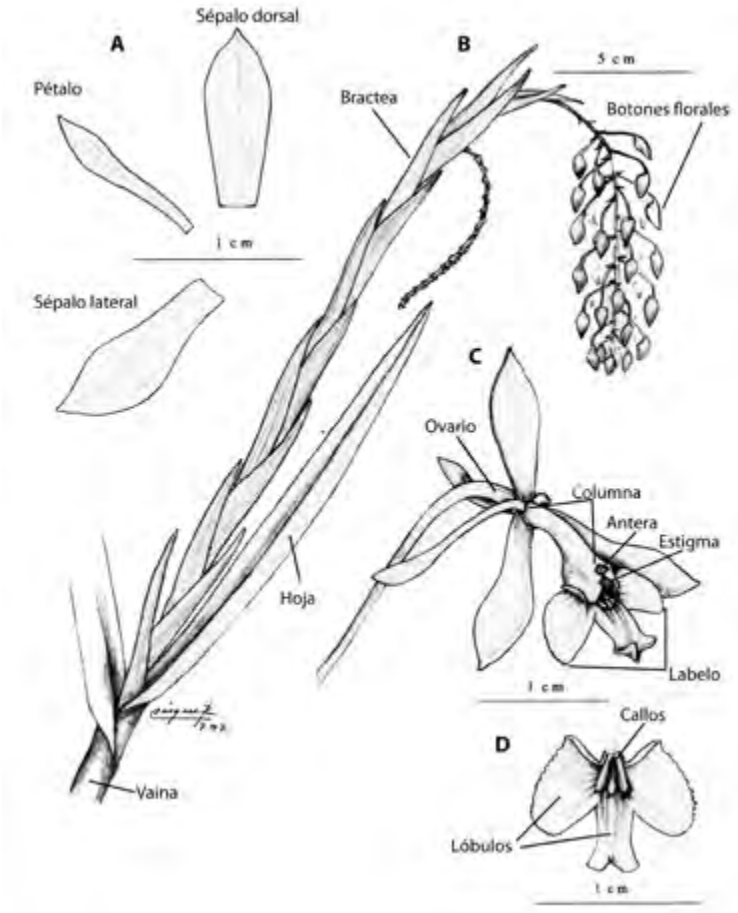


Figura 1. Partes de una planta de *Epidendrum oreonastes*, orquídea nativa del valle de La Paz. A) Partes disectadas de la flor, B) Ápice del tallo, C) Detalle de la flor, D) Vista frontal del labelo. Dibujo de R. Vásquez.

hynchos lanceolatum. Una zona con vegetación similar a la zona de estudio es el Parque Nacional Tunari, donde se conocen para esa región por lo menos ocho especies de orquídeas, que aunque comparten muchos de los géneros con el valle de La Paz la mayoría de las especies son diferentes.

La diversidad es casi similar en las tres ecorregiones, disminuyendo ligeramente en la Puna, sin embargo, son mínimas las especies que se comparten entre las tres zonas (Tabla 1), por ejemplo el género *Myrosmodes* es casi exclusivo de la zona altoandina.

Es notable la presencia de una especie de *Stelis* sp. *sensu stricto* en Palca (Figura 2I) y en Torotoro (10). Hasta la publicación del primer volumen de Orquídeas de Bolivia no se había registrado ninguna especie de *Stelis* de la zona de los valles interandinos de Bolivia. La mayoría de las especies de este género se distribuyen en los bosques montanos húmedos de la cordillera de los Andes, ahí tienen la mayor diversidad, por lo que estos dos registros amplían el rango de distribución de esta orquídea a formaciones vegetales estacionales ubicadas en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental.

La orquídea *Odontorrhynchus alticola* representa un registro nuevo y la cuarta especie de este género para la flora de Bolivia y el primer registro para la flora paceña (Figura 2G, H). Esta especie se distribuye también en Perú y Argentina (6).

2.2. Hábitats y distribución:

Las orquídeas crecen en varios tipos de hábitats, a veces muy particulares como ser: en los bofedales, junto a arbustos o gramíneas, en laderas pronunciadas y no expuestas, planicies y peñones. En la zona altoandina, solo se ha registrado la presencia de cuatro especies de *Myrosmodes* que generalmente habitan los bofedales y vegas. En la Puna donde la vegetación arbustiva es más frecuente, la presencia de las orquídeas casi siempre está asociada a laderas con pajonales y arbustos de *Baccharis* y *Minthostachys*. En el Valle Seco las orquídeas como *Altensteinia fimbriata* crecen bajo el follaje de arbustos como *Dodonaea viscosa, Baccharis boliviensis*, entre gramíneas del género *Festuca*, *Nassella* y *Jarava* e incluso entre rosetas de *Puya*; también suelen crecer en laderas o quebradas

que no tienen exposición prolongada al sol. De forma similar se desarrolla *Odontorrhynchus alticola* e inclusive se la puede encontrar junto a *Epidendrum oreonastes*. Ésta última por lo general se desarrolla en pequeños grupos o de forma solitaria expuesta al sol en peñones; en ocasiones se la encuentra asociada a cactus columnares (*Oreocereus fossulatus*); en situaciones particulares se la halla también junto con *Stelis* sp. en laderas poco pronunciadas y asociadas a diferentes géneros de gramíneas.

La distribución de la mayoría de las especies no está restringida al valle de La Paz. En ese sentido, siete especies (*Aa weddelliana, Altensteinia fimbriata, Chloraea reticulata, Myrosmodes chiogena, M. paludosum, Odontorrhynchus alticola y Pterichis multiflora*), están también presentes en otros países andinos. Por otro lado, *Aa trilobulata* y *Epidendrum oreonastes* (Figura 2A, 2E) son especies endémicas de Bolivia pero no están limitadas al valle de La Paz ya que se ha registrado su presencia en los departamentos de Cochabamba y Potosí. Aunque por el momento no hay una especie endémica, la futura identificación de *Myrosmodes* spp. y *Stelis* sp. podría determinar que se traten de especies nuevas y endémicas de esta región.

Altitudinalmente las orquídeas tienen una amplia distribución. Ocupan hábitats en las zonas más bajas del valle (3000 m) hasta las zonas más altas a 4800 m (Tabla 1). Sin embargo la mayoría de las especies tienen rangos de distribución estrechos, menor a los 300 m, excepto *Aa trilobulata* que se distribuye de 3300 a 3900 m (Tabla 1).

Son pocos los lugares donde se pueden observar más de tres o cuatro especies de orquídeas, así en las partes altas (Altoandino y Puna) se las puede ver en las zonas próximas a la cumbre y Alto Achachicala. En el área de denominativo local "valle" encontramos orquídeas en sectores alejados de la ciudad como Palca, Lacayani, Huajchilla, Mecapaca, Umapalca y cercanos a la urbe paceña como Achumani, Alto Gramadal, Aranjuez, Cota Cota, Ovejuyo, Següencoma y Amor de Dios entre otros. En éste último, precisamente en el sector del Sendero del Águila se encuentran especies que resisten diferentes presiones antropogénicas, *Epidendrum oreonastes, Altensteinia fimbriata* y *Odontorrhynchus alticola.*

Tabla 1: Lista, hábito, distribución altitudinal y geográfica de las especies de orquídeas localizadas en el valle de La Paz. En negrilla y entre paréntesis especies conocidas de Bolivia: número total de especies/ número de especies endémicas, según Vásquez *et al.* (15). T = terrestre; AA = Altoandino, P = Puna, VS = Valle seco.

Género	Especie	Hábito	Rango altitudinal	Ecorregión		
				AA	P	VS
Aa **(10/5)**	*Aa trilobulata*	T	3300-3900		X	X
	Aa weddelliana	T	3900-4100		X	
Altensteinia **(3/0)**	*Altensteinia fimbriata*	T	3200-3400			X
Chloraea **(7/3)**	*Chloraea reticulata*	T	3200			X
Epidendrum **(128/23)**	*Epidendrum oreonastes*	T	3000-3200			X
Myrosmodes **(6/1)**	*Myrosmodes chiogena*	T	4600-4700	X		
	Myrosmodes paludosum	T	4600	X		
	Myrosmodes sp. 1	T	4300-4700	X	X	
	Myrosmodes sp. 2	T	4800	X		
	Myrosmodes sp. 3	T	4600	X		
	Myrosmodes sp. 4	T	4600	X		
Odontorrhynchus **(3/1)**	*Odontorrhynchus alticola*	T	3000-3300			X
Pterichis **(8/4)**	*Pterichis multiflora*	T	3800		X	
Stelis **(55/34)**	*Stelis* sp.	T	3200			X

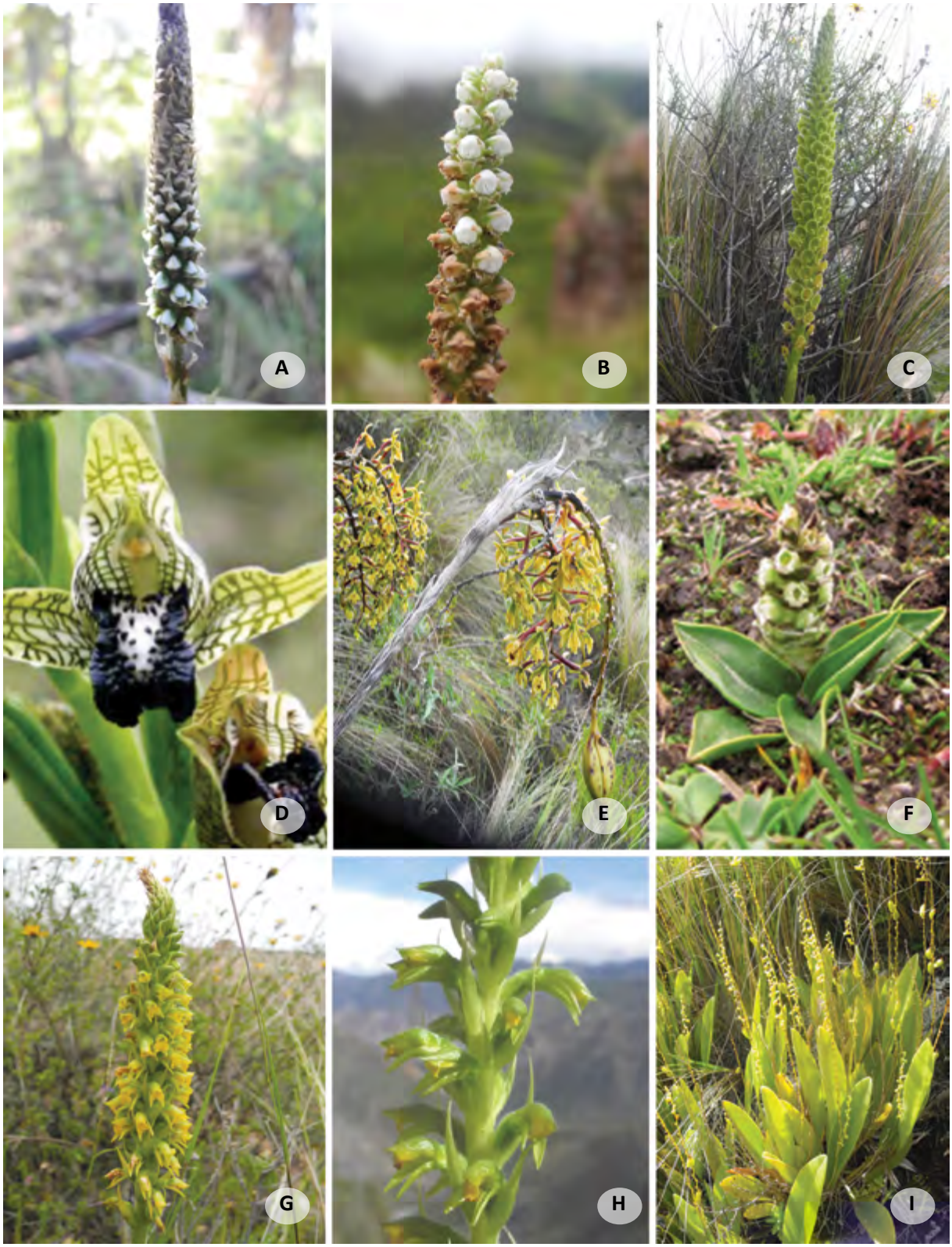


Figura 2. Orquídeas nativas del valle de La Paz. A) *Aa trilobulata*, B) *A. weddelliana*, C) *Altensteinia fimbriata*, D) *Chloraea reticulata*, E) *Epidendrum oreonastes*, F) *Myrosmodes* sp., G y H) *Odontorrhynchus alticola*, I) Stelis sp. Fotos de F. Zenteno, excepto *Chloraea reticulata* de N. Salinas y *Myrosmodes* sp. de N. Mérida.

3. Adaptaciones

Los individuos de *Altensteinia fimbriata* poseen un fascículo de raíces carnosas y hojas ligeramente suculentas en roseta, en la época seca las hojas mueren pero no así las raíces carnosas, que funcionan como órganos de almacenamiento. Antes del inicio de la época de lluvias una yema situada al medio de las raíces, que permanece latente "despierta" (Figura 3) y empieza a crecer para formar los nuevos tallos, hojas y flores. Por otro lado, especies como *Epidendrum oreonastes y Stelis* sp., ésta última con raíces fibrosas, poseen hojas coriáceas que soportan el periodo seco y las bajas temperaturas.



Figura 3. Raíces fasciculadas carnosas de un individuo de *Altensteinia fimbriata*. La flecha indica la ubicación de la yema. Foto de I. Jiménez

4. Fenología floral y polinización

4.1. ¿Cuándo florecen las orquídeas?

A partir de datos extraídos de las muestras de herbario y observaciones personales se estima mayor porcentaje de floración desde enero hasta junio, con un pico en marzo justo a finales de la época de lluvia, en los restantes meses la floración es mínima o nula (Figura 4). En la mayoría de las orquídeas (71,4%) la duración de la floración es corta, no más de 2 meses; en el resto de las especies esta se extiende de 3 a 5 meses. Las especies con floración más prolongada son: *Aa trilobulata* con flores en la época seca (abril a agosto) y *Epidendrum*

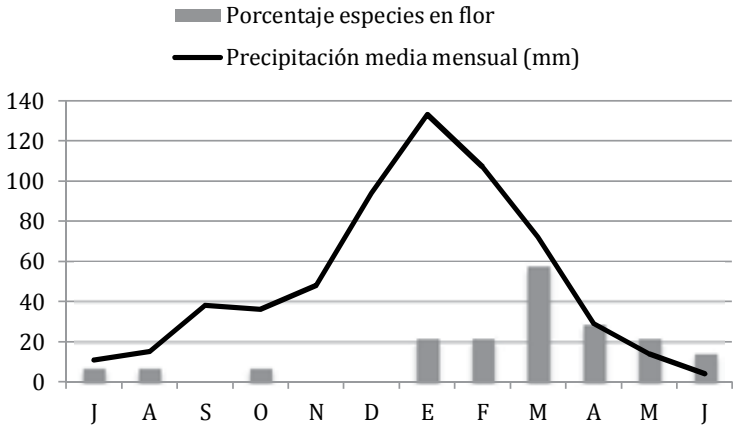


Figura 4. Relación de la fenología floral de las orquídeas nativas del valle de La Paz con la precipitación media mensual La Paz-El Alto, datos de la Estación El Alto (AASANA), citado en Lorini (11)

oreonastes con flores desde finales de la época de lluvia hasta mediados de la época seca (marzo a junio). Estos datos iniciales precisan ser corroborados con más estudios de campo.

4.2. ¿Quiénes polinizan las orquídeas?

De los polinizadores descritos en la primera edición del libro "Historia Natural de un valle en los Andes: La Paz" como: mariposas, abejas, avispas y moscas, ninguno es citado como polinizador de orquídeas. De otros estudios se conoce que los principales polinizadores de *Chloraea* son hymenópteros, coleópteros, dípteros y abejas Halictidae (8, 13), de *Epidendrum* son polillas y mariposas (7), de *Myrosmodes cochleare* es la avispa, *Incodynerus romandinus* (3), de *Stelis* y el resto de Pleurothallidinae son moscas (4). Nada se sabe de los polinizadores de *Aa, Altensteinia, Odontorrhynchus* y *Pterichis*. En la lista publicada por Altamirano (1) se comprueba que algunos de los polinizadores citados anteriormente se encuentran también en el valle de La Paz, presumiéndose que estos mismos actúen como polinizadores de las especies nativas de orquídeas.

5. Amenazas y estado de conservación

Su principal y constante amenaza es el cambio de uso de suelo por quemas esporádicas, ganadería, cultivos y urbanización descontrolada. Esto ha provocado que la mayoría de los hábitats están siendo fuertemente fragmentados y solo se puede apreciar la presencia de algunas especies de orquídeas que resisten o pasan desapercibidas a una creciente presión antropogénica.

Nuestro deber es apreciarlas y cuidarlas porque forman parte del patrimonio de los paceños del valle de La Paz.

Las especies de orquídeas tienen un alto valor ecológico y ornamental, por lo cual a veces son saqueadas de su hábitat. Son desapercibidas por los habitantes urbanos y rurales y y poco conocidas para muchos científicos y gestores de la conservación. Actualmente existen poblaciones con una frecuencia relativamente alta para *Epidendrum oreonastes, Altensteinia fimbriata, Odontorrhynchus alticola, Aa trilobulata y Stelis* sp. sin embargo, su presencia está limitada de uno a pocos individuos. En las zonas alejadas de la ciudad *E. oreonastes* puede ser frecuente en laderas con elevadas pendientes pero en las zonas periurbanas su presencia está diezmada o han desaparecido, como en las poblaciones de Río Abajo. Una especie rara del valle de La Paz es *Chloraea reticulata* (Figura 2D), solo se conocen dos colecciones de está orquídea, ambas provenientes de la primera mitad del anterior siglo. Se desconocen datos básicos biológicos y ecológicos de las poblaciones de estas especies.

En síntesis se debe tomar conciencia de las bellas y fascinantes orquídeas del valle de La Paz que merecen más gestión de nuestras autoridades locales y la comunidad científica para su conservación.

6. Cultivo y comercio de orquídeas

Debido a su belleza muchas flores de orquídeas desde hace mucho tiempo, han sido objeto de admiración, cultivo y comercialización. Por estas razones, muchas especies cotizadas son extraídas indiscriminadamente de su hábitat provocando en muchos casos la extinción de las poblaciones nativas. Aunque esta práctica sigue siendo empleada, actualmente el cultivo *in vitro* es una alternativa para la propagación masiva de orquídeas con fines comerciales.

El comercio de orquídeas tiene como principal consumidor a Estados Unidos y Tailandia como el suministrador más importante. En nuestro país esta actividad está más desarrollada en la ciudad de Santa Cruz, donde existen viveros y ferias que ofertan especies nativas y exóticas. En nuestra ciudad solo se conoce que un vivero cultiva orquídeas exóticas: *Cattleya* y *Phalaenopsis*, que por un lado, están entre las especies más cotizadas y por otro lado, son las que mejor se adaptan a los climas templados. Estas se comercializan en algunas ferias de flores locales.

Bromeliaceae
La familia de la piña y del clavel de aire

Freddy Santiago Zenteno[1]-Ruiz & A. Laura Moya Huanca[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

1. Generalidades

La única planta que llamó la atención a Cristóbal Colón, fue una especie de Bromeliaceae que llevó consigo a la Reina Isabel, y luego fue introducida en los trópicos del viejo mundo; no se cuenta con un dibujo o una descripción técnica y los únicos relatos mencionan que el fruto era "más grande que un melón y mucho más dulce en sabor y olor": conocida localmente esta planta como "naná", palabra de origen guaraní o "ananá" (en portugués) que origino el nombre científico *Ananas comosus* (la piña), que significa "penacho de hojas" que hace alusión a la parte superior de la planta. El origen del nombre "piña" proviene del latín *pinea* que se originó primero para reconocer el fruto del pino europeo y luego fue adoptada por su apariencia similar para la "piña" desde el siglo XV.

Por otro lado, el padre de la botánica Linneo, en 1753, en honor a un destacado botánico sueco Olaf Bromel, nombró al género *Bromelia* y poco después se dio cuenta de la gran diversidad de especies. En 1789 Antoine Laurent de Jussieu nombró formalmente la familia Bromeliaceae, la cual fue posteriormente dividida en tres subfamilias: Bromelioideae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae. El género *Bromelia* fue utilizado como la raíz de la subfamilia Bromelioideae (1), el género *Pitcairnia* en honor al médico Inglés y botánico Dr. Pitcair, de la subfamilia Pitcairnioideae (2), y *Tillandsia* en honor al profesor sueco Dr. Tillands, de la subfamilia Tillandsioideae (3).

Las bromelias son plantas perennes monocotiledóneas pertenecientes al grupo de las angiospermas (plantas con flores que producen semillas encerradas en un ovario). Las especies de esta familia se caracterizan por ser herbáceas y/o arbustivas, terrestres, saxícolas y/o epífitos de los bosques amazónicos, montanos, y de hábitats xerofíticos. Las especies presentan muchas adaptaciones morfológicas, usualmente sin tallo (acaulescente), raíces (adventicias) a menudo funcionado como un solo disco adhesivo, hojas arrosetadas o fasciculadas que pueden retener agua o absorber a través de escamas o pelos peltados, de disposición alterna y espiral, margen entero, espinoso y aserrado. Las inflorescencias terminales se presentan con una espiga, un racimo (o una cabeza); las flores y brácteas frecuentemente son coloridas y vistosas. La morfología y la fisiología de la mayoría de las especies de bromeliáceas abarcan una amplia gama de diversidad evolutiva y son más especializadas que la mayoría de las plantas adaptadas a hábitats extremos y tolerantes a varios tipos de estrés ambiental. Los hábitos de crecimiento son inusuales y la reducción vegetativa es casi una característica en este grupo (Figura 1). Las especies de bromelias con excepción de la "piña" despertaron el interés de muchos horticultores, como especies ornamentales en algunos países de Europa EE.UU., Australia, Nueva Zelanda entre otros países.

2. Distribución general

Bromeliaceae es una familia neotropical, cuenta con 56-58 géneros y más de 2600-3172 especies (4, 5). Se distribuyen desde el sur de USA hasta el sur centro de Chile y Argentina, algunas especies en el África del género *Tillandsia* y una sola especie de *Pitcairnia feliciana* en Guinea y el oeste de África (6, 7). Algunas especies se encuentran distribuidas en las islas del Pacífico como *Racinaea insularis* (islas Galápagos), *Greigia bertorei* y *Ochagavia elegans* en las islas Juan Fernández de Chile (8).

En Bolivia existen cerca de 21 géneros y aproximadamente 321 especies, de las cuales cerca de un 45% son especies endémicas (9). Las especies de esta familia se distribuyen potencialmente en los bosques de Yungas con un 35% y en los bosques secos 24%, las otras especies se distribuyen en diferentes ecorregiones de nuestro país.

Las bromelias del valle de La Paz forman parte del género *Puya* (subfamilia Pitcairnioideae), con tres especies bien definidas, y dos por resolver su identidad taxonómica, además del género *Tillandsia* (subfamilia Tillandsioideae) con nueve especies y una variedad por resolver. En el valle de La Paz se distribuyen hacia el norte en la ecorregión de la Puna, conforme va bajando hacia el sur, y a menor altitud en los fondos de valle en la ecorregión de los Valles Secos. Las especies de bromelias se distribuyen entre los 2200 a 4000 (4200) m, en tres pisos altitudinales (montano, altimontano y andino inferior).

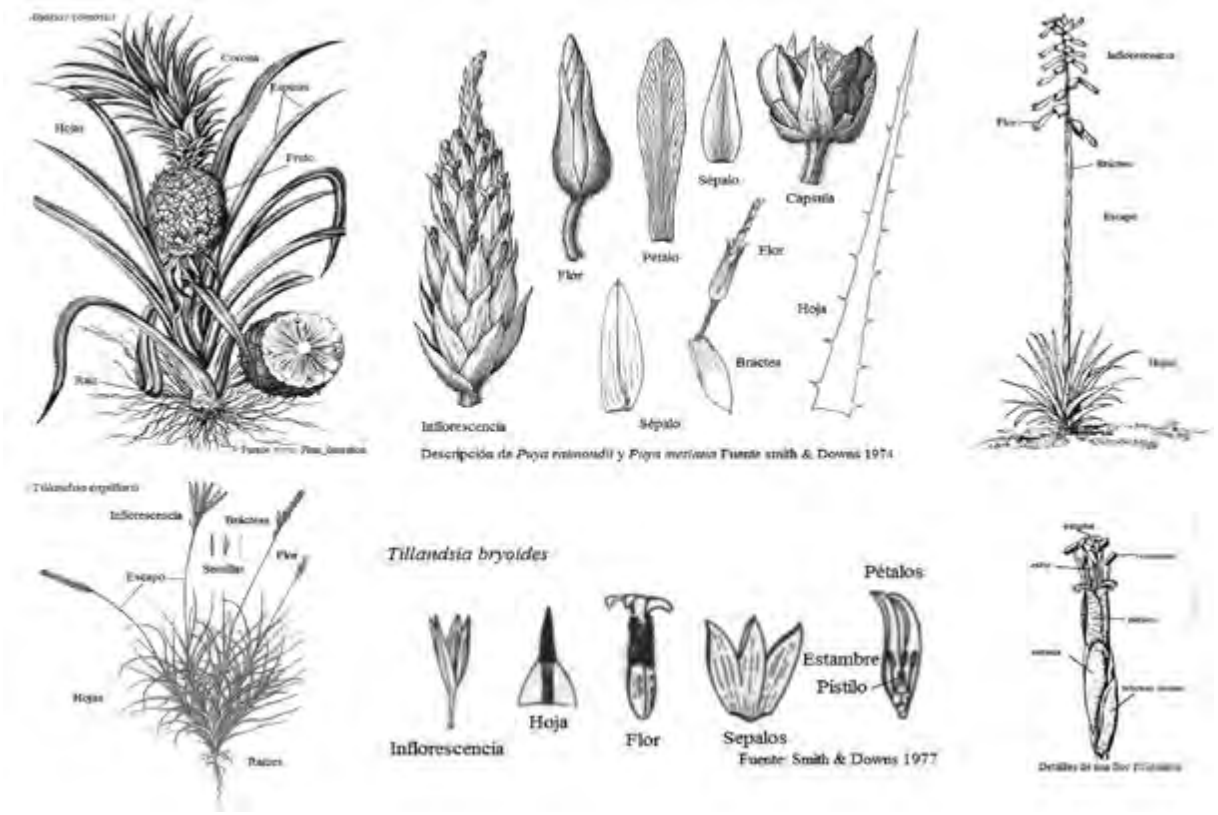


Figura 1. Detalles y formas de las partes botánicas de la piña (*Ananas comosus*) y las especies nativas *Puya y Tillandsia* del valle de La Paz.

3. Distribución y hábitats en el valle de La Paz

La mayoría de estas especies se restringen a laderas, incluso en lugares con elevadas pendientes, roquedales y algunas planicies (*Puya y Tillandsia*), algunas especies buscan como sustrato otras especies de plantas arbustivas o arbóreas, hasta cables de alta tensión como las pequeñas *Tillandsia*, conocidas como claveles de aire. Alrededor de la ciudad del valle de La Paz, existen varios sitios donde puede observarse diferentes especies de bromelias, sobre todo en las partes altas y con elevada pendiente, hacia el norte en los sectores de Alto Achachicala y Pampalarama, hacia el este en el cañón de Ovejuyo, Palca, Pinaya y Llujo, y hacia el sur en algunos lugares de esos cerros colorados de Aranjuez, Sendero del Águila y sectores alejados de la ciudad como, Huajchilla, Mecapaca, Aramani, Luquicachi y Cohoni, y cercanos a la urbe paceña como en los barrios de Achumani, Cota Cota, Ovejuyo, Seguencoma, Amor de Dios, en los cerros que rodean a la misma ciudad de La Paz, en la Muela del Diablo y Alto Següencoma.

Por otro lado, la presencia de arbustos y árboles de mayor tamaño conforme se baja desde la Puna a los Valles Secos, proporcionan condiciones para que se desarrollen algunas especies del género *Tillandsia* (epífitas), que pueden encontrarse sobre algunos arbustos frondosos, en laderas abruptas, en algunos árboles y en cables eléctricos dentro la urbe paceña (Tabla 1).

4. Conocimiento local y uso

A una gran mayoría de las especies de bromelias del género *Puya*, se las conoce por el nombre común "karatas", esta denominación original se ha conservado en los países de Centroamérica y Caribe. En el valle de La Paz algunas especies del género *Puya* son conocidas como "karas", por presentar espinas y hojas suculentas se las confunde con cactáceas. En décadas pasadas estas especies se las comercializaba como combustible para la festividad de San Juan.

Algunas especies del género *Tillandsia* son conocidas como "clavel del aire", "barba de viejo" o en Aymara "sacha suncha", que son las más conocidas por los habitantes de la ciudad de La Paz. Pese a ser especies muy conspicuas (*Puya y Tillandsia*) pasan desapercibidas para la gente urbana y rural.

El uso y los nombres comunes de las especies de bromelias aún están poco explorados en el valle de La Paz. La literatura actual reporta que en otros países latinoamericanos, muchas especies del género *Puya y Tillandsia* presentan diferentes usos como: comestibles, medicinales, ceremoniales, ornamentales y de producción de fibra (10). Solo el género *Puya* está reportado en el valle de La Paz como combustible, al igual que lo descrito en el trabajo de Hornug-Leoni (10).

El género *Tillandsia*, por lo general es utilizado con fines ornamentales y en épocas festivas (por ejemplo en

navidad), son utilizadas como adornos artificiales. Por otro lado, estas especies son reproducidas "in vitro" con bastante éxito. No se conoce aún si tienen algún uso medicinal reportado para el valle de La Paz, pero si se conoce de sus bondades medicinales en otros países como antirreumática, antihemorroidal, útil contra las hernias, hinchazón del hígado, desórdenes hepáticos, fiebre crónica y antidiabética. Se usa en tratamientos de tuberculosis, diarrea, enfermedades de la matriz, desarreglos de la menstruación, además de presentar propiedades astringentes entre otros (11). Se han registrado usos ceremoniales para *T. recurvata, T. sphaerocephala* y de fibra para *T. usneoides* (10).

Tabla 1. Distribución de las especies de bromeliáceas por hábito, altitud y ecorregión en el valle de La Paz. Resaltado el género y entre paréntesis (número total de especies en Bolivia/ número de especies endémicas) según Krömer *et al.* 2014. Nótese: (*) especie endémica

Nombre científico	Hábito	Rango altitudinal (m)	Ecorregión	
			Valle Seco	Puna
***Puya* Molina (65/56)**				
Puya cochabambensis (*)	Hierba	3200-3500	x	
Puya herzogii (*)	Hierba	3200-3920	x	x
Puya meziana (*)	Hierba	3020-3600	x	x
Puya sp. 1	Hierba	3200-3600	x	x
Puya sp. 2	Hierba	3700		x
***Tillandsia* L. (104/36)**				
Tillandsia boliviensis (*)	Hierba, Epifita	2500-3300	x	
Tillandsia bryoides	Epifita	2900-3250	x	
Tillandsia capillaris	Hierba, Epifita	2880-3800	x	x
Tillandsia carnosa var. *boliviensis*	Hierba, Epifita	3000-3200	x	
Tillandsia duratii	Hierba, Epifita	2200-3090	x	
Tillandsia pedicellata	Hierba, Epifita	2900-3000	x	
Tillandsia recurvata	Hierba, Epifita	2000-3100	x	x
Tillandsia sphaerocephala	Hierba, Epifita	3000-3600	x	x
Tillandsia usneoides	Hierba, Epifita	3000-3400	x	
Tillandsia virescens	Hierba, Epifita	3000-3700	x	x

5. Algunas particularidades biológicas y ecológicas de las especies de bromelias del valle de La Paz

Las flores especializadas parecen haber coevolucionado junto con sus polinizadores (aves, entre ellos picaflores), poseen flores sin olor, equipados con corolas largas, gruesas y tubulares (*Puya*). Las partes de la flor masculina y femenina se extienden más allá de la corola para asegurar que el polen pegajoso se adhiera a la cabeza de algún polinizador, al igual que los colores vistosos de las brácteas.

Las flores son las encargadas de producir néctar, que es una solución compuesta principalmente de sacarosa, fructosa y glucosa, y pequeñas cantidades de aminoácidos (con altos requerimientos calóricos). Este néctar es otro atrayente para las aves y otros animales como polillas grandes, mariposas y avispas que tienen lenguas o probóscide lo suficientemente largos para extraer el néctar. Por otro lado, existen especies con flores muy pequeñas (hasta 12 mm) como es el caso de *Tillandsia usneoides* visitado por pequeñas polillas.

Varias especies de *Tillandsia* producen flores con olores agradables. Al parecer la mayoría de las especies dependen de las abejas que son insectos sociales para la polinización, menos comunes son los murciélagos. El fruto de *Puya y Tillandsia* corresponde a una cápsula, que mayormente se abre y deja salir una gran cantidad de semillas con apéndices plumosos (en *Tillandsia*), lo que explicaría encontrarlas en lugares muy particulares y singulares por ejemplo, sobre árboles, cercos y cables eléctricos, entre otros. A veces son aladas (en *Puya*), pero a menudo son frutos secos, indehiscentes.

5.1. Bromelias terrestres con flores grandes del género *Puya*:

Las especies de *Puya* del valle de La Paz son endémicas de Bolivia, son terrestres, de hábito arbustivo cespitoso, con numerosas hojas arrosetadas, coriáceas, con márgenes espinosos, pueden medir desde 0,6 hasta 1m. Presentan un falso tronco o tallo, puede ser simple o ramificado (conocido como escapo) de 0,6 a 2,5 m, en las que se encuentra las inflorescencias simples o paniculadas, con vistosas brácteas, flores y frutos.

En la ciudad de La Paz y lugares aledaños se observan las siguientes especies.

- *Puya cochabambensis*, descrita el año 2000, endémica de Bolivia, conocida erróneamente en el valle de La Paz como *Puya ferruginea* (citada en 12), crece formando pequeñas matas y rara vez solitarias. Sus hojas son pequeñas de 0,15 a 0,40 m, con un tallo delgado largo y casi desprovisto de brácteas y cuando están en floración se las puede reconocer fácilmente por sus sépalos marrones densamente pubescentes, pétalos grandes verde-claro (Figura 2a,b).
- *Puya meziana,* otra especie endémica, crece formando grandes matas (grupos) y rara vez solitaria, con hojas medianas gruesas de 0,40 a 0,60 m, de coloración rojiza, en ocasiones con márgenes y espinas muy gruesas. El tallo por lo general cubierto totalmente por brácteas de color rojizo pubescentes en etapa temprana (antes de la floración), en etapas maduras pueden ser ramificadas con brácteas pálidas laxas ligeramente pubescentes y de color rojizo. La inflorescencia simple y/o ramificada con muchas flores. Las flores con sépalos de color rojizo, con pubescencia dispersa, los pétalos bicolor morado-verduzco (Figura 2c-f).
- *Puya herzogii*, endémica, crece formando matas pequeñas o densas, hojas pequeñas de 0,35-0,50 m, tallo alargado, grueso, inflorescencia con brácteas densamente pubescente de color crema-amarillento, flores con sépalos pubescentes y pétalos verdes ligeramente azul-morado (Figura 2g,h).

Se han registrado otras dos especies de *Puya*; la primera con hojas pequeñas, tallo alargado, inflorescencia con brácteas rojizas densamente pubescentes, cada flor con sépalos rojizos, pubescentes de color crema-amarillento, pétalos morado intenso-ligeramente verduzco; la segunda especie crece en pequeñas matas o solitaria, con hojas pequeñas, tallo alargado con brácteas pálidas y una inflorescencia ferruginosa, posiblemente se trata de un híbrido entre *P.meziana x P. herzogii* (Figura 2i).

Por lo general las puyas florecen entre octubre a febrero, pero parece que algunas especies no lo hacen todos los años.



a) Hábito de *Puya cochabambensis* b) Flor de *Puya cochabambensis* c) Hábito de *Puya meziana*

d) Hábito de *Puya meziana* (ramificada) e) Frutos de *Puya meziana* f) Flor de *Puya meziana*

g) Hábito de *Puya herzogii* h) Flores de *Puya herzogii* i) Hábito de *Puya* sp. 1

Figura 2. Especies de Puya del valle de La Paz. Fotos de F. Zenteno-R, excepto (b) I. Jimenez y (f, h) de A. Fuentes.

5.2. Bromelias terrestres, saxícolas y epífitas, con flores pequeñas *Tillandsia:*

Las especies de *Tillandsia* por lo general son **epífitas**, que crecen sobre alguna especie leñosa o soporte (Figura 3a), **saxícolas** sobre afloramientos rocosos (Figura 3b) y **terrestres** sobre el suelo. Las hojas son fasciculadas, rosuladas, enteras, de forma linear o triangular, densamente cubiertas por escamas peltadas. Presentan un falso-tallo erecto algunas veces ligeramente péndulo, brácteas florales visibles y/o pequeñas, inflorescencia simple o compuesta, usualmente en espigas dísticas con varias flores y rara vez una sola flor. Las especies representativas del valle son:

- *Tillandsia boliviensis*, saxícola y/o terrestre caulescente, con flores blancas (Figura 3c).
- *Tillandsia bryoides*, hierba epifita en ocasiones saxícola, de color plomo (se asemeja a un musgo), flores solitarias amarillas-ligeramente translúcidas (Figura 3d).
- *Tillandsia capillaris*, epifita y/o saxícola, muy variable de forma y tamaño, con una sola flor rara vez dos, de color purpura (Figura 3e). Recientes estudios podrían separar en más especies, debido a diferencias en las brácteas florales y otros caracteres morfológicos (13).
- *Tillandsia carnosa* var. *boliviensis*, terrestre de gran tamaño (cerca a. 1 - 1,5 m de altura), con hojas y brácteas florales rojizas, inflorescencia rojiza (brácteas), flores moradas (Figura 3f).
- *Tillandsia duratii*, hierba terrestre, con hojas en la parte terminal en forma de espiral (como *guirnaldas*), flores celestes-violáceas a azules, fragantes (Figura 3g).
- *Tillandsia pedicellata*, pequeña hierba epifita, muy rara saxícola, formando pequeños grupos (similiar a *T. bryoides*), con flores solitarias de color morado-oscuro.
- *Tillandsia recurvata,* hierba epifita o saxícola de forma redonda, con flores solitarias de color azul y/o violeta.
- *Tillandsia sphaerocephala*, hierba saxícola y/o terrestre con brácteas florales rojizas y pétalos morado-azules (Figura 3h).
- *Tillandsia usneoides,* hierba epifita péndula con hojas pubescentes formando velos densos, flores muy pequeñas con pétalos de color verde-azules.
- *Tillandsia virescens*, hierba epifita con una flor de color amarillo.



a) Comunidad de epífitas *(T. usneoides)*



b) Comunidad saxícola (*Tillandsia* spp.)



c) *Tillandsia boliviensis*



d) *Tillandsia bryoides*



e) *Tillandsia capillaris*





f) *Tillandsia carnosa* var. *boliviensis* g) *Tillandsia duratii* h) *Tillandsia sphaerocephala*

Figura 3. Especies del género *Tillandsia* del valle de La Paz. (Fotos: F. S. Zenteno-R.)

6. Importancia ecológica

Debido a la forma de crecimiento en grandes grupos y la particularidad de las hojas, pueden crear diferentes hábitats para protección o refugio de algunas especies de mamíferos pequeños y reptiles, la forma de crecimiento de sus hojas puede formar pequeños reservorios de agua y materia orgánica, en las cuales se pueden desarrollar algunos insectos. La forma y el color de las flores son muy llamativas y atraen como sus principales polinizadores a pequeños insectos y especies de aves muy particulares, y posiblemente algunos murciélagos, lo que genera pequeños micro-hábitats. Se las podría considerar como protectoras de laderas (erosión eólica e hídrica) ya que por lo general se desarrollan en laderas con pendientes abruptas y casi sin sustrato evitando la fuerza gravitacional de las lluvias y los fuertes vientos.

7. Amenazas y conservación

La mayor amenaza de las especies de bromelias es la destrucción de su hábitat, sobre todo por la expansión urbanística y agropecuaria. Sin embargo, las estrategias morfológicas y reproductivas de estas fascinantes plantas y su forma de crecimiento les han permitido adaptarse a lugares muy particulares e inaccesibles incluso para el ser humano. Crecen en laderas muy abruptas, en precipicios y sobre rocas con poco sustrato, como *Puya meziana y Tillandsia sphaerocephala.*

Las bromelias en el valle de La Paz, en décadas pasadas han sufrido fuertes amenazas en el mes de junio como parte de la festividad de San Juan. En esta época se quemaban grandes extensiones en las laderas de La Paz de *Puya meziana*, y varias especies de *Tillandsia*, incluso se las vendía en estas fechas para las fogatas. Actualmente se ha perdido esta práctica en la urbe paceña, pero en algunos lugares alejados se siguen realizando estas actividades.

Otra amenaza es la extracción directa de sus hábitats con fines ornamentales, que poco a poco se van incrementando. Carecemos de planes o normas que regulen estas actividades. Sin embargo, todas las especies de bromeliáceas están protegidas por el convenio internacional conocido como Apéndices CITES (sigla en inglés The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Finalmente llama la atención que las especies de bromeliáceas siendo un grupo de plantas tan vistosas, endémicas y con un número bajo de especies en el valle de La Paz, todavía presentan vacíos de información sobre aspectos biológicos, ecológicos, estudios poblacionales, reproductivos y taxonómicos (respecto a nuevas especies e híbridos); además de su valor para proteger las laderas contra la erosión. Seguramente nuestras autoridades gubernamentales e instituciones de investigación, van a manifestar su interés, ya que son un patrimonio paceño tan singular y emblemático del valle de La Paz.

Gramíneas del valle de La Paz
La familia de los cereales y numerosas forrajeras

Xenia Villavicencio Lorini[1], Rosa Isela Meneses[1,2] & L. Natali Thompson Baldiviezo[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia; [2]Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia.

1. Introducción

Las gramíneas o Poaceae, conocidas comúnmente como pastos, constituyen una de las familias más destacables de la flora mundial, ya que están compuestas por una cantidad notable de especies. Esta familia adquiere importancia debido a que reúne especies importantes para la alimentación del ser humano y también especies de alto valor forrajero para el ganado. A los primeros corresponden la caña de azúcar y cereales con cuya harina se procesa una parte de los alimentos básicos. Entre los principales cereales se puede mencionar el trigo, el maíz y el arroz. Otras especies de importancia son, por ejemplo: la cebada, la avena y el centeno.

Por tratarse de plantas anemófilas, cuya dispersión de polen de una planta a otra se realiza a través del viento, se encuentran en lugares generalmente expuestos para favorecer la polinización. Algunas de las especies, sobre todo las adventicias, se caracterizan por una acelerada propagación debido a su rápido crecimiento y su numerosa producción de semillas. Por su gran variedad morfológica y reproductiva, los representantes de esta familia indican una gran capacidad de adaptación, y por lo tanto, se encuentran en numerosas formaciones ecológicas en diferentes pisos altitudinales.

Sin duda, uno de los mayores aportes para el conocimiento e identificación de la riqueza de la familia de gramíneas en Bolivia constituye el libro de Renvoize (1). Otros trabajos como los estudios del género *Agrostis* para Bolivia (2), la revisión del género *Deyeuxia* en Bolivia (3), la tesis sobre las especies de la tribu Stipeae (4) y la revisión de las especies de *Poa* en el noroeste argentino (5), son igualmente un aporte para el conocimiento de este grupo en nuestro país.

Según el Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia la familia Poaceae presenta 962 especies; lo que corresponde a 6,3% de la flora de Bolivia. De acuerdo al número más alto de especies, esta familia ocupa el cuarto lugar (6). La zona del valle de La Paz alberga diferentes tipos de vegetación con una cobertura constituida en gran parte por especies de la familia de las gramíneas (7).

Dada la importancia de las gramíneas, en este capítulo se especifican las bases para entender su estructura. También se exponen algunas de las adaptaciones que les permiten desarrollarse en el área de estudio. Por otra parte, actualizamos el conocimiento de la diversidad de especies, ecología y usos de las gramíneas a través de las ecorregiones y pisos altitudinales del valle de La Paz. Los análisis que se presentan a continuación fueron realizados en base a registros de colectas de muestras del Herbario Nacional de Bolivia.

2. Morfología de las gramíneas

Las gramíneas en general son fáciles de reconocer a nivel de familia. Son plantas herbáceas y raramente leñosas (arborescentes[1]); pueden ser anuales o perennes. Sus tallos o cañas son mayormente cilíndricos; los aéreos son erectos o pueden crecer recostados, los subterráneos pueden formar rizomas. Las hojas presentan disposición dística (colocadas en dos filas), venación paralela y tres áreas diferenciables: la vaina, la lígula y la lámina (Figura 1a). La inflorescencia en las gramíneas es compuesta y puede formar racimos, panojas (laxas o densas) además de espigas. La inflorescencia elemental es una pequeña espiga (espiguilla) formada por uno o más antecios (Figura 1b). Este a su vez está constituido por dos brácteas (la lema y la palea) que encierran la flor. Las flores en esta familia son generalmente hermafroditas, se presentan en forma reducida y están protegidas por un perianto rudimentario (lodículas). El androceo está generalmente compuesto por tres estambres, el gineceo por un ovario globoso con dos estilos y estigmas (Figura 1 derecha). El fruto es una cariopse.

Muchas estructuras morfológicas de las gramíneas son únicas para esta familia, lo que las hace fácilmente reconocibles de otros grupos de plantas; los rasgos particulares en estas estructuras son las que diferencian sus especies. Por ejemplo, de las especies que se encuentran en el valle de La Paz, *Bothriochloa barbinodis* presenta los nudos del culmo con pilosidades a manera de 'barbas' (Figura 2a); en *Bromus lanatus* la superficie de la lema en el antecio es pilosa (Figura 2b); en *Deyeuxia filifolia* var. *filifolia* las hojas son filiformes, levemente curvadas, sus inflorescencias son violáceas con espiguillas pediceladas solitarias y con una arista larga (Figura 2c).

1 Se trata de aquellas gramíneas que adquieren el aspecto de un árbol.

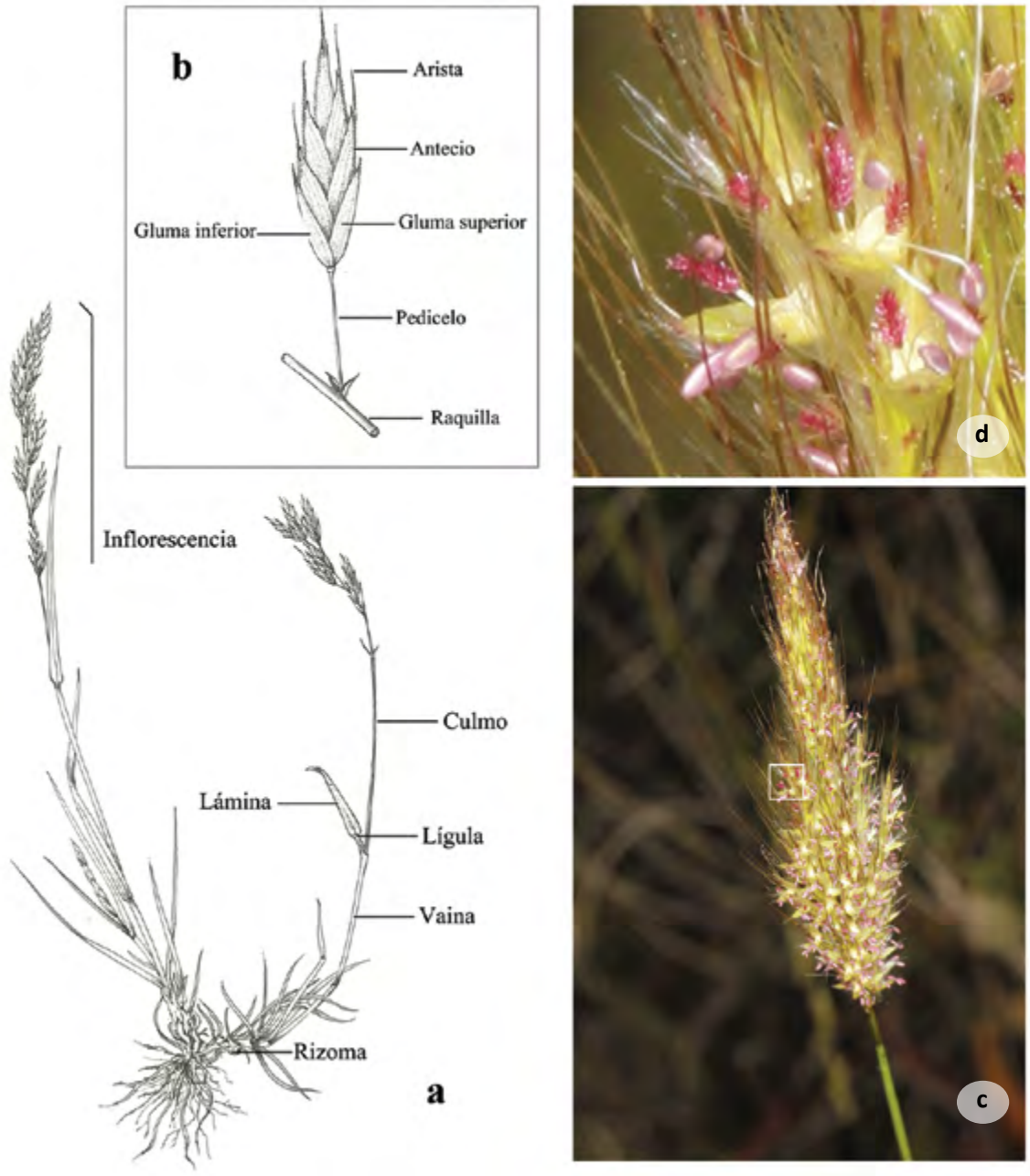


Figura 1. Morfología de las gramíneas. Izquierda: **a.** Partes de la planta; **b.** Estructuras de una espiguilla (Dibujos: C. Maldonado, 2014; LPB). Derecha: Espiga y acercamiento de las flores con vista de los estambres y estigmas (Fotografía: E. Jordan).

Si bien algunos rasgos vegetativos son muy característicos de algunas especies de gramíneas, la mayor parte de ellas no se pueden diferenciar a nivel de especie sin observar detalladamente sus estructuras reproductivas. Considerando esto, la mejor época para colectar u observar gramíneas en el valle de La Paz es entre los meses de enero a abril, ya que en esta época la mayor parte de las especies se encuentran en estado reproductivo.

3. Adaptaciones

Las gramíneas están presentes en diferentes condiciones climáticas. Principalmente en áreas secas estas plantas crecen en forma de matas densas, lo que les permite resistir la desecación por el viento. En ese caso estas matas presentan características morfológicas como por ejemplo las hojas aciculares, enrolladas longitudinalmente hacia la cara interna, y además están provistas de una gruesa cutícula como se observan en especies de *Jarava*, *Festuca* y *Nassella* (8).

Otra estrategia de estas plantas para soportar condiciones climáticas desfavorables se observa en la anatomía de sus hojas, las cuales desarrollan tejidos con bandas de esclerénquima, que además de sostén favorecen su adaptación a situaciones climáticas de viento

y frío o escases de agua. Este tipo de tejido se encuentra en algunas especies de *Deyeuxia* como por ejemplo *D. rigida*, *D. glacialis* o en el género *Festuca*, *F. stubelii* (3; 1).

Las gramíneas son relativamente resistentes tanto al fuego como al pastoreo ya que sus hojas crecen desde la base. Siempre que ésta permanezca intacta, puede haber crecimiento inmediato después de haber sido quemada o comida su parte productiva. La mayoría de las gramíneas se propagan por medio de tallos subterráneos horizontales que producen nuevas hojas a intervalos regulares. Especies como *Festuca dolichophylla* y *Deyeuxia rigida* con una amplia distribución altitudinal son sometidas a quemas frecuentes en el valle de La Paz (9).



Figura 2. Algunos rasgos que permiten reconocer especies en el valle de La Paz. **a**: *Bothriochloa barbinodis* (Foto: A. Lliully); **b**: *Bromus lanatus* (Fotos: I. Jiménez); **c**: *Deyeuxia filifolia* var. *filifolia* (Fotos: E. Jordan).

4. Diversidad de especies

El conocimiento sobre la riqueza de especies en el valle de La Paz y sus alrededores ha incrementado en los últimos años, por el esfuerzo de estudiar y recolectar plantas. Como una contribución para esta familia se puede mencionar el estudio de comunidades vegetales de Gonzales (10) y el estudio de la flora y vegetación de la cuenca del río Jillusaya (11). Un valioso aporte también se encuentra en esta edición, en el anexo del Catálogo de la Flora del valle de La Paz, elaborado con datos de Beck y Valenzuela (7) como también con la Base de Datos del Herbario Nacional de Bolivia (LPB). En el catálogo, para el establecimiento de pisos, rangos altitudinales, ecorregión, nombre vernacular y uso de las gramíneas fue consultada adicionalmente la siguiente bibliografía: Jørgensen *et al.* (6), Renvoize (1), Villavicencio (3), Beck *et al.* (12). De acuerdo al catálogo, las especies de gramíneas en el valle de La Paz constituyen aproximadamente un 14% de su flora.

4.1 Riqueza de especies:

Las gramíneas o "pastos" están representadas en forma numerosa dentro del área de estudio y han sido catalogadas un total de 174 especies. En el año 1991 el número de especies conocidas para esta zona llegaba escasamente a 119 (7), de las cuales 13 corresponden a especies identificadas erróneamente, por lo tanto, no existen en Bolivia o en la zona de estudio[2].

La diversidad de especies en el valle de La Paz oscila entre 19 y 46 especies a través de las diferentes ecorregiones, en un gradiente altitudinal entre los 3000 m y 4800 m. Sin embargo, alcanza su mayor diversidad en los Valles Secos entre los 3400-3500 m con 46 especies y en la ecorregión altoandina (andino superior) con 45. Por debajo y por encima de este gradiente altitudinal, la riqueza de especies disminuye paulatinamente (Figura 3). El diagrama refleja que la zona de transición entre los pisos altimontano y andino presenta mayor número de especies. De igual manera el esquema muestra que, en zonas por debajo de los 2700 m se realizaron escasas colectas y por lo tanto la riqueza de especies disminuye notoriamente.

2 Estas son: *Agrostis trichodes* (Kunth) Roem. & Schult.; *Alopecurus aequalis* Sobol.; *Bromus mollis* L.; *Bromus villosissimus* Hitchc.; *Chloris dandyana* C.D. Adams, *Deyeuxia jamesonii* (Steud.) Munro ex Wedd.; *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.; *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv.; *Festuca andicola* Kunth; *Festuca magellanica* Lam.; *Nassella caespitosa* Griseb.; *Poa subspicata* (J. Presl) Kunth; *Sporobolus minor* Trin. ex Kunth.

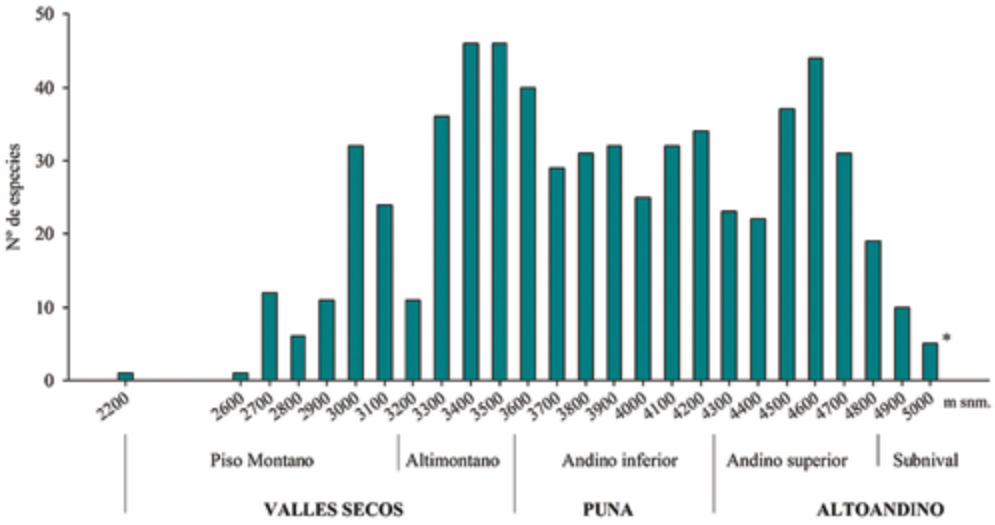


Figura 3. Riqueza de especies de gramíneas a lo largo del gradiente altitudinal en el valle de La Paz.
(*) El número de especies para 5000 m, incluye el total de especies registrado entre 5000-5200 m.

4.2. Diversidad en los géneros dominantes:

La vegetación herbácea que se desarrolla a lo largo del transecto altitudinal en el valle de La Paz, está representada por pastos que forman una vegetación abierta de matas (pajonales) o praderas que crean un césped más o menos denso. Estos están constituidos principalmente por los géneros *Deyeuxia* y *Poa* con 26 y 22 especies respectivamente, además *Festuca*, *Nassella* y *Eragrostis* con 11, 10 y 9 especies respectivamente.

El género *Deyeuxia* alcanza su mayor diversidad entre los 4500 y 4700 m, rango altitudinal donde se encuentran entre 15 y 18 especies (Figura 4). Su presencia disminuye paulatinamente hasta los 3500 m, altura en que se encuentra a *Deyeuxia heterophylla*. No se reportan especies por debajo de esta altura (Figura 4), a pesar de que generalmente *Deyeuxia rigida*, *D. mandoniana* y *D. brevifolia* descienden hasta los 3500 m en el valle de La Paz. *Deyeuxia filifolia* es una especie que puede crecer hasta en 3600 m y que incluso en ecorregiones más húmedas fuera del área de estudio puede bajar hasta los 2700 m *Deyeuxia rigescens* puede estar presente hasta en 3200 m *Deyeuxia tarmensis* ha sido encontrada en Valles Secos de los departamentos de Cochabamba y Tarija hasta en 2600 m. Por otro lado, el número de especies entre los 4800-5000 m debería ser mayor al alcanzado.

El género *Poa* se encuentra, según las muestras de herbario, a partir de los 3000 m y aumenta gradualmente hasta alcanzar el mayor número de especies (9-12) entre los 4500 y 4600 m (Figura 4).

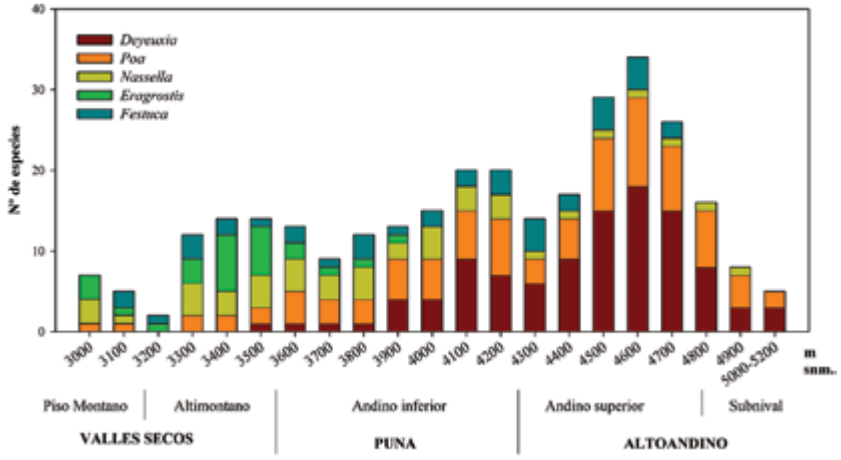


Figura 4. Riqueza de especies de los géneros *Festuca, Eragrostis, Nassella, Poa* y *Deyeuxia* a lo largo del gradiente altitudinal en el valle de La Paz.

Sin embargo, *Poa horridula* desciende hasta 2500 m y otras especies[3] pueden alcanzar esa misma altura, pero en ecorregiones más húmedas, fuera del valle de La Paz. *Poa annua* se da también a 2200 m y a menor altura. Las muestras de *Poa gymnantha*, depositadas en herbario de La Paz, indican que esta especie ha sido colectada en los pisos andino inferior y superior entre los 4100-4900 m.

Las especies de *Nassella* se encuentran distribuidas regularmente entre los 3000-4200 m, oscilando entre dos y cuatro especies y disminuye a una especie a partir de los 4300 m (Figura 4). No existen ejemplares por debajo de los 3000 m en el área de estudio, a pesar de que *Nassella neesiana* además de *N. pubiflora* crecen hasta en los 2500 m.

Representantes de *Festuca* se hallan, de acuerdo a los ejemplares de herbario, a partir de los 3100 m, con una distribución pareja a lo largo del gradiente altitudinal del valle de La Paz, y obtienen su mayor número, con cuatro especies, a los 4300 m, así como entre los 3500-3600 m (Figura 4). No obstante, *Festuca copei* puede descender hasta los 3000 m. No se encontraron especímenes de este género por encima de los 4700 m, aunque *Festuca rigescens* y *F. dolichophylla* pueden hallarse hasta una altura de 4900 m, además de *F. peruviana* que crece hasta en 4800 m. El único ejemplar de *Festuca stubelii* en el valle de La Paz corresponde al ejemplar original, no se conoce la localidad exacta en que fue colectado. Numerosas colectas correspondientes a *Festuca humilior* depositadas en el Herbario Nacional de Bolivia fueron identificadas erróneamente como *F. stubelii.*

El género *Eragrostis*, según las muestras de herbario, está distribuido entre los 3000 m y 3900 m y alcanza su mayor diversidad, con siete especies, en los Valles Secos (Figura 4). Sin embargo, la mayor parte de las especies se presentan también en altitudes de hasta 2200 m, así como hasta los 4000 m.

5. Ecología

5.1. Especies con mayor abundancia y frecuencia:

En el valle de La Paz 13 especies han sido registradas con mayor frecuencia, de acuerdo al material colectado (Figura 5). Los registros que ocurren con mayor frecuencia y abundancia son: *Poa annua*, una especie adventicia y cosmopolita que crece sobre todo en lugares alterados y se extiende en el área de estudio desde el piso montano hasta el andino superior; así como *Deyeuxia vicunarum* que constituye un elemento dominante en la Puna y en la región altoandina (Figura 5a). Ambas se encuentran en lugares húmedos hasta secos, así como en suelos con sobrepastoreo y ricos en nutrientes. Entre otras especies abundantes se pueden mencionar a *Poa gymantha*, *Jarava ichu*, *Festuca dolichophylla*, *Agrostis tolucensis*, *Aristida adscensionis*, *Nassella pubiflora* y *Polypogon interruptus* (Figura 5). Otra especie frecuente y abundante es *Pennisetum clandestinum*, el pasto común, (Figura 5b), pero en la Figura 6 no se la toma en cuenta debido a que no se colectó con continuidad por ser una especie conocida.

3 *P. buchtienii* y *P. macusaniensis.*

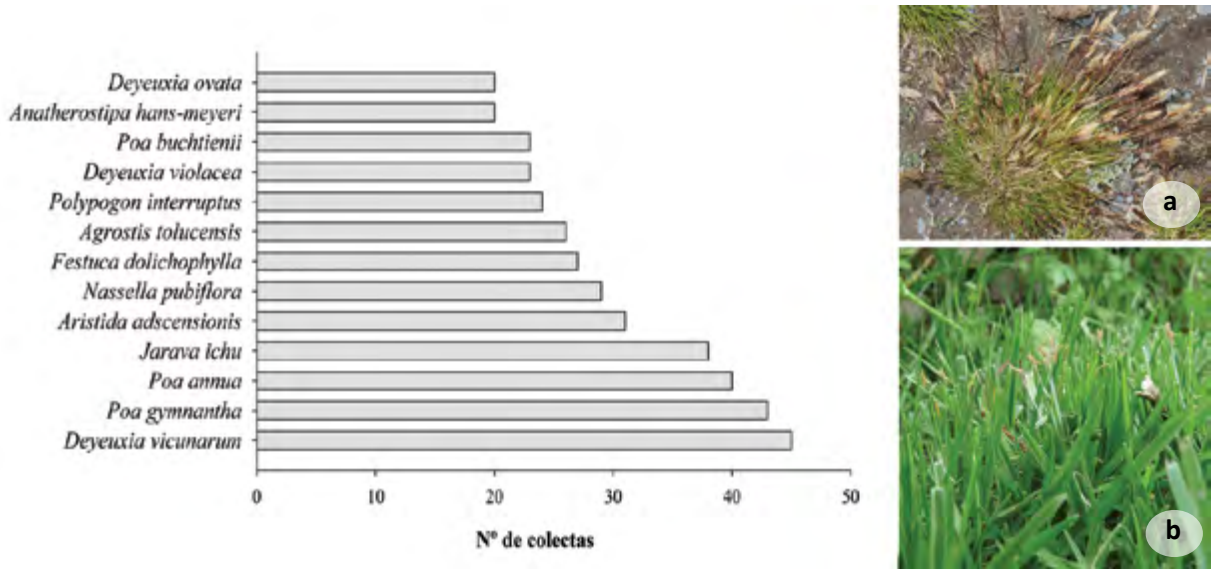


Figura 5. Especies con mayor frecuencia y abundancia (con mayor número de colectas) en el valle de La Paz. Fotografías **a**: *Deyeuxia vicunarum* (Foto: E. Jordan); **b**: *Pennisetum clandestinum* (Foto: A. Lliully).

5.2. Distribución de especies por ecorregión y piso altitudinal:

Las gramíneas del valle de La Paz se distribuyen desde el piso subnival de la ecorregión altoandina hasta el piso montano de los Valles Secos. En el piso subnival, las gramíneas crecen entre rocas, formando matas aisladas; mientras que en los pisos andino y altimontano dominan gramíneas que forman pastizales abiertos a densos (Figura 6). Por otra parte, en el piso montano del Valle Seco, las gramíneas se encuentran sometidas a estrés por falta de agua y su presencia se reduce a un crecimiento entre arbustos y cactáceas; no obstante, en áreas de inundación o áreas relacionadas a los lechos de río pueden llegar a formarse humedales con pastizales altos.

Los rangos altitudinales de las especies que pertenecen al área de estudio, reportados en el catálogo florístico oscilan entre los 2200 y 5200 m. Algunas de estas especies están presentes en altitudes menores y en otras ecorregiones que no corresponden al valle de La Paz, y por lo tanto no se mencionan aquí. Comparando la amplitud del rango altitudinal (piso altitudinal, altura sobre el nivel del mar) de las especies en el catálogo florístico con los datos de muestras de herbario, se observa que varias especies no fueron halladas o recolectadas en todos los pisos altitudinales donde deberían estar presentes.

En las siguientes páginas se presenta la fisonomía de las formaciones vegetales con predominancia de gramíneas (Figura 6) y una tabla (Tabla 1) con la distribución de algunas especies en el valle de La Paz dispuestas según el piso altitudinal en que se localizan. Entre las especies que predominan en el piso subnival, pero que también se extienden hasta el piso andino superior de la ecorregión altoandina, se pueden mencionar a *Dielsiochloa floribunda*, *Poa lepidula* y *Deyeuxia chrysantha* que habitan en las partes más altas (Figura 7).

Deyeuxia chrysantha presenta dos variedades, una de ellas, la variedad *cephalotes*, ha sido registrada fuera del valle de La Paz, hasta en el límite superior de la ecorregión de la Puna. Las siguientes especies tienen una distribución más amplia que las anteriores, se desarrollan desde el piso subnival hasta la Puna en el piso andino inferior: *Deyeuxia glacialis, D. nitidula*, *D. ovata* además *de Poa kurtzii*, *Poa chamaeclinos* y *Poa gymnantha. Deyeuxia violacea* se mantiene en la ecorregión altoandina, pero puede descender hasta los 3600 m en ecorregiones fuera del valle de La Paz. En general todas estas especies pueden desarrollarse en las zonas más altas únicamente si encuentran hábitats favorables que les permitan contrarrestar los factores climáticos menos propicios (heladas). Ellas crecen en morrenas jóvenes con vegetación pionera, en laderas húmedas pedregosas y rocosas poco consolidadas, también en lugares planos o en superficies pastoreadas formando pequeños manchones de plantas.

En los lugares más húmedos de los pisos subnival, andino superior y andino inferior, muchas veces junto a cursos de agua se hallan especies del género *Deyeuxia*, como *D. eminens* y *D. spicigera*, además de *Festuca peruviana*. También es posible encontrar a *Deyeuxia heterophylla* y *Festuca rigescens*. Sitios de menor inclinación, también húmedos pero no anegados, favorecen a diferentes especies de *Poa* así como a *Deyeuxia rigescens*, que posee una distribución más amplia y desciende hasta el piso altimontano.

Otros espacios de menor humedad están cubiertos de un césped compuesto por *D. minima*, *D. curvula* y *Aciachne pulvinata* o poblados por *Anatherostipa hans-meyeri* (Figura 7f), cuyas pequeñas matas se encuentran entre afloramientos rocosos. Éstas dos últimas especies no alcanzan el piso subnival.

En regiones con laderas pedregosas que abarcan desde los Valles Secos hasta la ecorregión de la Puna (andino inferior) sobresalen *Nassella pubiflora* y *Jarava ichu* (Figura 7g), aunque ambas especies pueden alcanzar el límite inferior del piso andino superior.

En ambientes más expuestos, tanto de los Valles Secos como en la Puna y en la ecorregión del Altoandino (andino superior), se desarrolla *Festuca dolichophylla. Cortaderia jubata*, la gramínea de inflorescencia plumosa, se destaca en quebradas y en borde de ríos. En las planicies donde se forma una cubierta herbácea se desarrollan *Bothriochloa barbinodis*[4], *Pennisetum chilense*, *Aristida adscensionis* y *Bouteloua simplex*. En las laderas de mayor humedad crecen *Muhlenbergia rigida, M. fastigiata, M. peruviana* y *Melica chilensis*[5], en suelos salinos *Distichlis spicata*.

Las siguientes especies están restringidas al piso montano y altimontano con condiciones climáticas menos extremas, aunque más secas y con mayor influencia humana. En laderas pedregosas se registran *Tripogon spicatus* así como *Aristida mandoniana*. En lugares alterados se hallan *Cenchrus myosuroides*. Entre pequeños arbustos, limitadas al piso montano, crecen *Chloris ciliata, Leptochloa dubia*, además de *Pappophorum philippianum.* Otras especies de este piso altitudinal son *Setaria barbinodis, Melinis repens, Trichloris crinita* y *Pappophorum krapovickasii*.

4 Especie presentes únicamente en los pisos montano y altimontano de los Valle Secos

5 Idem. nota 4.



Figura 6. Formaciones vegetales con abundancia de gramíneas en el valle de La Paz. **a**: Matas aisladas de gramíneas en terreno rocoso del piso subnival (Foto: D. Ibáñez); **b**: Pajonal abierto en la ecorregión altoandina, piso andino superior; **c**: Pajonal alto en restos de bosques de *Polylepis* en la Puna **d**: Pajonal abierto con bromeliáceas en el piso altimontano de la ecorregión de Valles Secos (Foto: F. Zenteno); **e y f:** Quebradas y bordes de riachuelos con *Cortaderia* spp. (Fotos b, c, e y f: N. Mérida).

Tabla 1. Distribución de algunas especies características de los pisos altitudinales del valle de La Paz
Las cifras señalan los límites máximos y mínimos de los rangos altitudinales de las especies, entre paréntesis se presentan las altitudes registradas en las muestras de herbario.

Especie	Subnival	Andino superior	Andino inferior	Altimontano/ Subandino	Montano
Deyeuxia chrysantha var. *chrysantha*	5000 (4800)	4300 (4500)			
Deyeuxia densiflora	5000 (4810)	4500 (4600)			
Dielsiochloa floribunda	5200 (5200)	4500 (4550)			
Poa boliviana	(5200)	(4800)			
Poa lepidula	5000 (4950)	4400 (4400)			
Poa trollii	5000 (4800)	4500			
Anatherostipa bomanii		4500	4000 (4262)		
Deyeuxia hirsuta		4500	3500 (4070)		
Deyeuxia recta		4500	3500 (3800)		
Festuca potosiana		4600 (4600)	3500		
Helictotrichon scabrivalve		4500 (4100)	3500 (3720)		
Agrostis exasperata		4200 (4200)	3500		
Festuca arundinacea		4000	3500 (3900)		
Aristida achalensis				3500 (3400)	2200 (3100)
Aristida mandoniana				3500 (3100)	2200
Bothriochloa barbinodis				3500 (3500)	2200 (3050)
Bothriochloa laguroides				3500 (3500)	3000
Cenchrus myosuroides				3500	2200 (2750)
Eragrostis lugens				3500 (3400)	2200 (3050)
Eragrostis pastoensis				3500 (3500)	2500 (3000)
Eragrostis patula				3500 (3400)	2200 (3150)
Melica chilensis				3500 (3500)	2500 (2900)
Microchloa indica				3500 (3400)	2200 (3000)
Muhlenbergia phleoides				3500 (3500)	2200
Phragmites australis				3500	2500 (2900 - 2800)
Polypogon elongatus				3500 (3300)	2200
Chloris ciliata					3000 - 2500 (3000 - 2750)
Eragrostis montufari					3000 - 2200 (3000)
Leptochloa dubia					3100 - 2200 (3050 - 2750)
Melinis repens					3100 - 2200 (3100)
Pappophorum caespitosum					3200 - 3000 (3050 - 2750)
Pappophorum krapovickasii					3000 - 2200 (2900)
Pappophorum philippianum					3100 - 2200 (3050 - 2750)
Setaria barbinodis					3000 - 2200 (2600)
Trichloris crinita					3000 - 2200 (2800)
Tripogon spicatus					3200 - 2200 (3200 - 3050)



Figura 7. Especies de gramíneas características en el valle de La Paz. **a**: *Poa lepidula* antes conocida como *Anthochola lepidula* (Foto: S. Beck); **b**: *Dielsiochloa floribunda*; **c**: *Deyeuxia chrysantha* (Fotos b y c: H. Alberto); **d**: *Deyeuxia nitidula* (Foto: P. Pozo); **e**: *Deyeuxia ovata* (Foto: D. Ibáñez); **f**: *Anatherostipa hans-meyeri* (Foto: E. Jordan); **g**: *Jarava ichu* (Foto: N. Mérida); **h**: *Poa gymnantha* (Foto: T. Ortuño); **i**: *Polypogon elongatus* con *Pennisetum clandestinum* (Foto: F. Zenteno); **j**: *Cortaderia speciosa* (Foto: A. Lliully).

6. Usos

La alimentación humana es quizás el aspecto más relevante de las gramíneas para el hombre. Representantes del género *Avena* y *Zea,* son cultivados como alimento dentro del valle de La Paz (Figura 8 izquierda). Diversas variedades tradicionales o autóctonas de maíz, plantadas en el pasado en pequeñas parcelas, perdieron la batalla en la zona baja del valle frente a la variedad de maíz de grano grande procedente de Cochabamba; no obstante, los maíces nativos (choclo pequeño) se mantienen en las zonas altas.

En el valle de La Paz una elevada cantidad de especies



Figura 8. Principales usos de las gramíneas en el valle de La Paz: Izquierda: Cultivos para alimentación humana, en la fotografía se ve un cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) en Liquicachi (Foto: N. Mérida). Derecha: Materiales de construcción, para techado, elaboración de adobes de barro (Foto: arriba: E. Beck, centro: F. Zenteno). Forraje para ganado doméstico, en la fotografía el forraje lo constituyen los pastizales naturales del piso andino superior (Foto: N. Mérida).

de gramíneas se constituyen como forrajeras, una de las principales fuentes de alimentación de herbívoros (Figura 8 derecha). Por ejemplo los bofedales, un tipo de vegetación constituido por pastizales naturales con abundancia de gramíneas indica un elevado valor forrajero (13). En estos bofedales, se desarrollan debido a la humedad constante, especies palatables de los géneros de *Deyeuxia*, *Poa* y *Festuca.* Otros pastos nativos de la Puna también ofrecen alimento para el ganado, por ejemplo: *Bromus lanatus, Jarava leptostachya*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Muhlenbergia peruviana.* Asimismo, en barbechos recientes o jóvenes, existe abundante oferta de forraje; *Bromus catharticus*, una especie oportunista que se desarrolla en este tipo de barbechos, es también apetecida por los animales (14). Se trata de una especie forrajera de primer orden.

Las plantas adventicias no son propias de la localidad, sino han sido traídas accidentalmente por el hombre y en algunos casos son también conocidas como malezas. Especies adventicias como *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata* y *Phalaris canariensis*, presentes en el área de estudio, pueden además de brindar alimento para la fauna, evitar la erosión del suelo y aumentar su materia orgánica. *Pennisetum clandestinum* y *Poa annua* son especies naturalizadas y cosmopolitas. Esta última crece en diversos hábitats, es maleza de los cultivos, pero también forrajera, además de pertenecer a las especies más comunes en el mundo. El pasto común (*Pennisetum clandestinum*), también palatable, se encuentra en jardines y bordes de cultivos de todo el valle de La Paz y puede resultar invasiva si no se realiza una limpieza en los cultivos.

Existen además en el valle de La Paz especies cultivadas con valor forrajero como *Avena sativa*, *Phalaris aquatica*, *Lolium perenne* y cebada *(Hordeum vulgare).* Las praderas y los pajonales suelen presentar frag-

mentaciones por ser formaciones vegetales que se ven afectadas por el sobrepastoreo, sobre todo de ganado ovino y vacuno en la Puna, así como de ganado camélido en la parte altoandina. En estas áreas con pastoreo intensivo además de continuo penetran especies con matas punzantes (como por ejemplo *Jarava leptostachya*) que subsisten al sobrepastoreo y a la quema.

Asimismo el sobrepastoreo reduce la biodiversidad de la tierra y es una de las causas de la propagación de especies no nativas y malezas. *Phalaris aquatica*, una especie adventicia, además de cultivada, suele escapar de los cultivos y tiende a desplazar, en áreas disturbadas, sujetas a inundaciones estacionales o sobrepastoreo, a algunas especies nativas de los géneros de *Deyeuxia* y *Poa.*

Además de servir de alimento ya sea para el hombre o el ganado, las gramíneas pueden tener diversos usos. Algunas se emplean en el área medicinal como ser el maíz y el alpiste (*Phalaris canariensis*) con sus cualidades diuréticas. Por otra parte, *Avena barbata* tiene utilidad como laxante y *Avena fatua* combate el mal aliento.

Las gramíneas resguardan el suelo descubierto. Por ejemplo, las especies de *Cortaderia* son utilizadas para protección de suelos inestables en el valle de La Paz (15). *Eragrostis curvula*, una especie africana e introducida como forrajera, puede escapar ocasionalmente de los cultivos (1). Se trata de una planta de fácil establecimiento con raíces profundas apta para el control de erosión.

La especies arbóreas de esta familia, presentes en el piso montano y altimontano (subandino) de los Valles Secos, son *Phyllostachys aurea* y *Arundo donax*. Esta última se emplea en construcciones livianas y *P. aurea* en la construcción de cerco vivo o como planta ornamental. *Festuca dolichophylla* (iru ichu) adquiere múltiples usos, se emplea en la confección de recipientes que sirven para cocinar al vapor. El vapor incide sobre el recipiente donde se colocan verduras, tubérculos o pescado. Otras utilidades para esta especie se dan en la manufactura de moldes de queso, escobas de mano y colchones. Con *F. dolichophylla* también se cubre la papa para evitar que germine, se protegen las hortalizas cuando se transportan, o se emplea como soga para amarrar balsas de totora en el lago Titicaca. Además con esta especie se fabrican adobes para la construcción. Para techar se utiliza *Jarava ichu* (Figura 9 der.).

Entre las aplicaciones menores de las gramíneas, sobre todo de los géneros *Festuca y Jarava*, se puede mencionar su uso como combustible, ya que sirven para encender el fuego. Finalmente, las especies de *Cortaderia* se aprovechan en la elaboración de adornos florales, además para la confección de canastas (“cixi”) donde se almacena tunta, chuño, maíz, haba, arveja y cebada.

Cactáceas del valle de La Paz, plantas suculentas y espinosas

Freddy Santiago Zenteno[1]-Ruiz & A. Laura Moya Huanca[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

1. Generalidades

Las cactáceas son plantas dicotiledóneas (Angiospermae) de origen americano, de morfología crasa, hoja y/o tallo carnoso; la mayoría de las especies están provistas de espinas pequeñas y grandes, son suculentas (capaces de almacenar líquidos), y mayormente xerófitas.

Las especies de cactáceas son conocidas como cacto y/o cactus, palabra que procede del término griego kaktos (1) que hace alusión a una especie espinosa mediterránea conocida como "alcachofa" (*Cynara cardunculus,* Compositae), mencionada antes de Cristo por el filósofo griego Teofrasto, denominación que es usada actualmente para las especies de la familia Cactaceae.

Las cactáceas eran conocidas y usadas desde el periodo precolombino y posiblemente Cristóbal Colón fue quien llevó unos ejemplares a Europa. Después de casi dos siglos y medio, en el siglo XVIII del año 1753, Linneo describió el género *Cactus* y el siglo XIX del año 1812 Adrian H. Haworth formalizó la familia Cactaceae. Esta familia, actualmente se divide en cuatro subfamilias: Opuntioideae, Maihuenioideae, Cactoideae y Pereskioideae la única subfamilia que presenta hojas como tal.

La familia Cactaceae presenta una variedad de formas de vida, desde arbustos, hasta hierbas, arborescentes, y a veces epífitas. Pueden encontrase especies desde 0,5-1 cm de diámetro como *Blossfeldia liliputana* que es considerado el cactus más pequeño del mundo, se encuentra en los cerros colorados del sur de Bolivia y Argentina; hasta el más grande *Carnegiea gigantea* que puede medir hasta 15-20 m de altura con un diámetro mayor a 50 cm y que se encuentra en los desiertos de Arizona de los Estados Unidos (1).

A partir de 1900, numerosos botánicos visitaron nuestro país, como por ejemplo J.N. Rose, C. Backeberg, E. Werdemann y J. West. Durante sus campañas de campo descubrieron varias especies de cactus y algunas especies tipo son del valle de La Paz, Miraflores, Següencoma y Calacoto. En 1941 M. Cárdenas registró nueve especies de cactus en el valle de La Paz, 5 especies de *Opuntia*, 1 *Corryocactus*, 1 *Trichocereus*, 1 *Oreocereus* y 1 *Echinopsis,* y reconoce el potencial del lugar en cactáceas y los problemas taxonómicos (2) que hoy en día continúan.

Los cactus son especies con numerosas adaptaciones morfológicas, presentan raíces principales y adventicias, un cuerpo o tallo con costillas y tubérculos presentes, que son parte del tallo subterráneo que acumula sustancias de reserva, sin o con ramas suculentas. Son plantas afilas (sin hojas) o casi afilas reducidas a escamas o modificadas en espinas, solo en el género *Pereskia* las hojas son membranosas.

Una característica importante en los tallos son las aréolas (células meristemáticas), que pueden formar hojas, flores, gloquidios (diminutas espinas o cerdas) y espinas. Las espinas son de origen epidérmico, presentan dos posiciones: centrales (al centro de la aréola) cuya principal función es defensiva y, radiales (como sombrilla) de color blanco cuya función es de protección de la radiación solar.

Presentan generalmente flores grandes, olorosas y vistosas, solitarias y acíclicas, en inflorescencias en el género *Pereskia*. Las frutas son cápsulas o bayas, carnosas, indehiscentes o dehiscentes, con numerosas semillas (Figura 1).

2. Distribución general

Esta familia cuenta con 125-130 géneros; hasta el momento no se ha definido el número de especies que van desde 1400–1500 a 1800–1900 (3). Se distribuyen desde el sur de Canadá hasta el sur de Sudamérica con excepción de una especie epifita de cactus *Rhipsalis baccifera*, que se encuentra en África, Sri Lanka y Madagascar (3). Actualmente la distribución se ha ampliado en casi todo el mundo, debido a su adaptación a diferentes tipos de hábitats, su reproducción vegetativa y regenerativa es fácil. En el continente americano se las puede encontrar en variados paisajes desde bosques, sabanas, matorrales y vegetación altoandina, entre otras, tienen mayor distribución por las zonas desérticas y eriales.

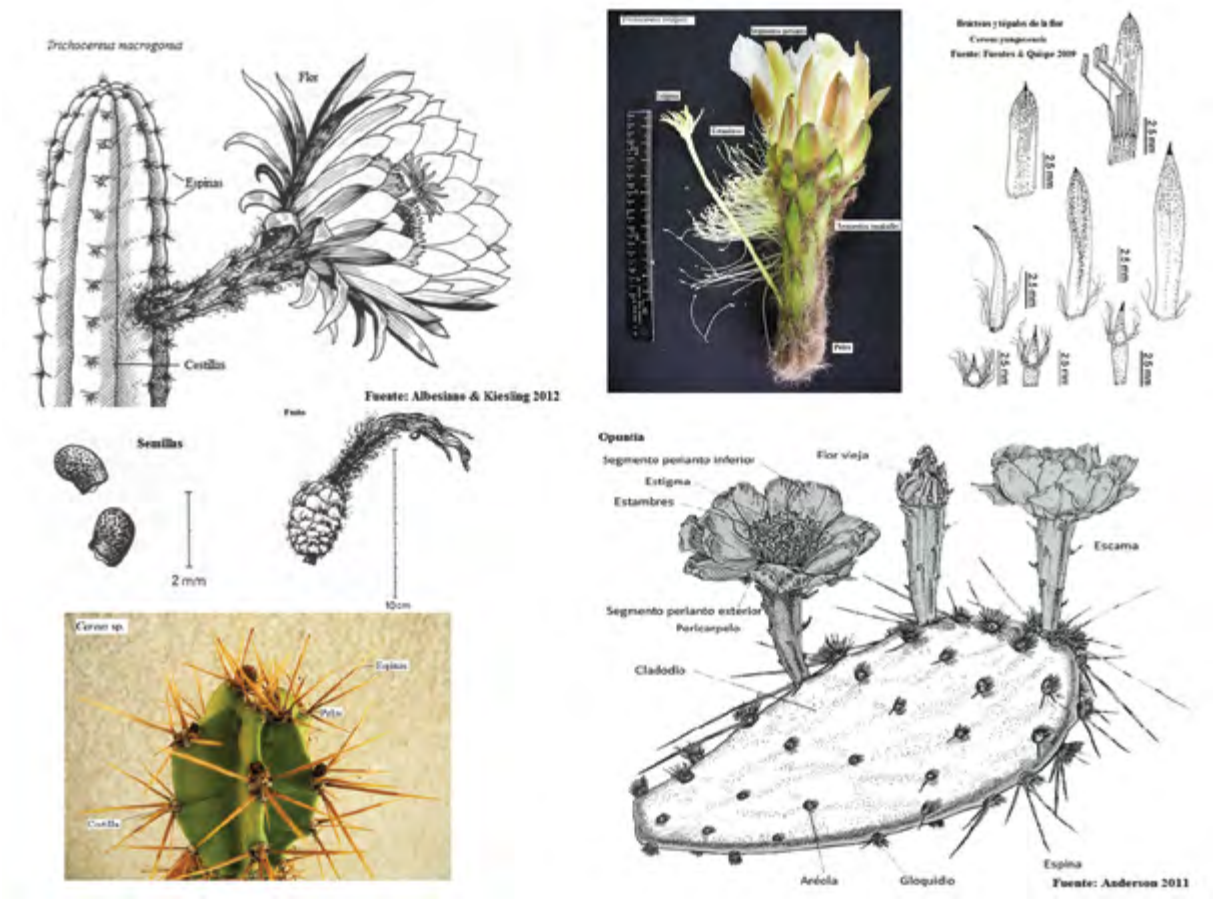


Figura 1. Detalles y formas de las partes botánicas de las especies de cactáceas del Valle de La Paz.

3. Distribución y hábitats en el valle de La Paz

En Bolivia existen cerca de 47 géneros y 229 especies, aproximadamente de las cuales 55% son endémicas (5). Más del 41% de las cactáceas se distribuyen en la ecorregión de los bosques secos interandinos.

En el valle de La Paz se han registrado 18 especies de cactáceas, de las cuales dos se encuentran a nivel de género y una con identificación tentativa. Se distribuyen en la ecorregión de la Puna y los Valles Secos. Asimismo, la diversidad de estas especies de cactáceas se incrementa conforme se va bajando de altitud del piso andino; sin embargo, los hábitats de los Valles Secos son idóneos para que estas especies se desarrollen en el piso montano y altimontano.

Las especies de cactáceas del valle de La Paz se restringen a las laderas, roquedales y algunas planicies. Crecen solitariamente, en grupos y asociadas a otras plantas e inclusive forman parte de ciertas áreas urbanas y rurales, debido a que se las usa como barreras de protección y como ornamentales.

En el valle de La Paz existen varios sitios donde pueden observarse numerosas especies de cactus al igual que las Bromeliaceae, por ejemplo, hacia el norte en el piso andino inferior y altimontano, los sectores de Alto Achachicala, Hampaturi, Siete Lagunas, Represa Incachaca y Pampalarama, hacia el este en la Muela del Diablo, Cañón de Ovejuyo, Palca, Pinaya y Llujo, las especies más frecuentes son, *Lobivia maximiliana, Lobivia backebergii, Cumulopuntia boliviana* entre otras. Hacia el sur en el piso altimontano, alrededor de la ciudad en los cerros colorados de Aranjuez, Sendero del Águila y Següencoma y con más frecuencia en el piso montano camino a Río Abajo, Huajchilla, Mecapaca, Palomar, Huaricana hasta llegar al extremo sur-este de la población Luquicahi o por el otro extremo Ovejuyo camino a Santiago de Collana hacia Tahuapalca. En todas estas laderas se pueden observar diferentes comunidades y pequeñas poblaciones fragmentadas o reducidas de *Oreocereus fossulatus, Corryocactus melanotrichus, Austrocylindropuntia subulata, Austrocylindropuntia shaferi, Opuntia sulphurea, Trichocereus bridgesii;* por debajo de los 2600 m se puede observar comunidades aisladas de *Cleistocactus* sp., y *Cereus* sp. (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de las especies de cactáceas por hábito, altitud y ecorregión en el valle de La Paz.

Género	Nombre científico	Hábito	Rango altitudinal (m)	Ecorregión	
				Valles Secos	Puna
***Austrocylindropuntia* Backeb. (6/0)**	*Austrocylindropuntia shaferi*	Hierba suculenta	2900-4000	x	x
	Austrocylindropuntia subulata	Árbol suculento	3300-3500	x	
	Austrocylindropuntia vestita	Hierba suculenta	3000-3600	x	x
***Cereus* Mill. (11/5)**	*Cereus* sp.	Árbol suculento	2200-2400	x	
***Cleistocactus* Lem. (17/14)**	*Cleistocactus* sp.	Subarbusto suculento	2200-2600	x	
***Corryocactus* Britton & Rose (3/3)**	*Corryocactus melanotrichus* (*)	Arbusto suculento	2900-3780	x	x
***Cumulopuntia* F. Ritter (5/0)**	*Cumulopuntia boliviana*	Arbusto suculento	3500-4000		x
	Cumulopuntia pentlandii	Arbusto suculento	3500-4000		x
***Cylindropuntia* (Engelm.) F.M. Knuth (1/0)**	*Cylindropuntia tunicata* (**)	Hierba suculenta	3000-3400	x	
***Echinopsis* Zucc. (16/11)**	*Echinopsis bridgesii* (*)	Hierba suculenta	3000-3300	x	
***Lobivia* Britton & Rose (23/17)**	*Lobivia backebergii (*)*	Hierba suculenta	3300-3900	x	x
	Lobivia caespitosa (*)	Hierba suculenta	3700-4000		x
	Lobivia maximiliana	Hierba suculenta	3300-3900	x	x
	Lobivia pentlandii	Hierba suculenta	3800-3900		x
***Opuntia* Mill. (9/0)**	*Opuntia ficus-indica* (**, ***)	Árbol suculento	3000-3600	x	x
	Opuntia sulphurea	Hierba suculenta	3300-3850	x	x
Oreocereus (A. Berger) Riccob. (3/0)	*Oreocereus fossulatus*	Arbusto suculento	3000-3200	x	
***Trichocereus* (A. Berger) Riccob. (18/10)**	*Trichocereus bridgesii*	Árbol suculento	3000-3450	x	

Se resalta el género y entre paréntesis (número total de especies en Bolivia/ número de especies endémicas) según Kiesling et al. 2014. Nótese: (*) especie endémica, (**) especie naturalizada, (***) especie cultivada.

4. Conocimiento local y uso

La mayor parte de las cactáceas tienen importancia económica como especies ornamentales, alimenticias, forrajeras y medicinales, entre otras (4).

El nombre de cactus o cacto fue adoptado para reconocer esta familia, aunque en ciertos lugares algunas personas mencionan como cactus a todo lo que presenta una forma crasa o espinosa, por ejemplo algunos géneros y especies de *Agave, Crassula, Puya, y Euphorbia*. En el valle de La Paz se las conocen en general por varios nombres: en Aymara: "qara" (al igual que las puyas de la familia Bromeliaceae), "qaqaparaqara", "qhiyalla" y "anuchapi". Podemos rescatar algunos nombres locales por especie como "kealla" *Austrocylindropuntia exaltata,* "airampo" *Opuntia soehrensii*, "achuma" para *Trichocereus brigdesi.*

Varias especies de cactus son utilizadas con fines ornamentales, medicina tradicional para la fiebre, sinusitis, resfríos, calor, infecciones bucales, riñón, hígado; en construcción (cercos vivos); en artesanía para muebles y adornos de casa; con fines cosméticos para fortalecer el cuero cabelludo; comestibles (frutos) donde destacan dos especies nativas el *Corryocactus melanotrichus* "cusacusa" y *Opuntia sulphurea* "airampo" (6) y una especie introducida de Mesoamérica "tuna" *Opuntia ficus-indica.*

La tuna es considerada una especie promisoria por todos sus usos, por ejemplo se utilizan los cladodios (tallo foliáceo aplanado), como alimento del ganado, en ocasiones es consumida como verdura por el hombre y usada en medicina tradicional, entre otros (7). Por otro lado, contiene aceite comestible de buena calidad (8), con numerosos usos agroecológicos y un mercado potencial (4).

En décadas pasadas en el valle de La Paz (piso altimontano), se impulsó el cultivo de la tuna por su valor alimenticio y para aprovechar un valor agregado tintóreo,

para este fin, se parasitó la especie con la "cochinilla" un insecto del orden Hemiptera (*Dactylopius* spp.) que produce un tinte rojo (ácido carmínico y otros derivados con bondades farmacéuticas); sin embargo, los pequeños productores se vieron afectados por una proliferación agresiva hacia sus tunares, entre estos efectos la disminución de los azúcares del fruto (sabor desagradable) e inclusive hasta la misma muerte de la planta. Aún no se conoce si hubo efecto sobre otras poblaciones de cactus en los alrededores de estos cultivos.

Por otro lado, los cactus tienen importancia en ritos y ceremonias. Por ejemplo, tener una especie de cactus en la casa, aleja las malas vibraciones o sirve de protección contra cualquier mal. Existen especies alucinógenas relacionadas con la espiritualidad o el viaje al "más allá", la más conocida en el mundo es el "peyote" *Lophophora williamsii* originaria de México y el sur de USA. En el valle de La Paz se utiliza un cactus columnar (*Trichocereus* spp.), para extraer una brebaje alucinógeno (mescalina) con fines rituales o de diversión; localmente, esta actividad es conocida como "san pedrear" y "achumar". Similar uso se da en algunas localidades del Perú (9). Actualmente en ciertas fiestas sociales se sirve como aperitivo. En general las especies de cactáceas presentan diferentes alcaloides (destaca la mescalina), compuestos nitrogenados betalainas (betacianina y betaxantina), triterpenos, esteroles, esteroides y mucílagos (10).

5. Algunas particularidades de las cactáceas en el valle de La Paz

Las especies de cactus del valle de La Paz se pueden encontrar en diferentes formas y tamaños desde reducidos o pequeños < 0.10 m y grandes hasta de 6 m de alto, con formas de crecimiento columnar, globoso y oval. Las flores más grandes llegan a medir cerca de 17 cm y las más pequeñas cerca de 1,5 cm, son muy atractivas y coloridas, algunas especies abren sus flores una sola vez al día, otras se abren y se cierran, la mayoría en el día o son crepusculares o nocturnas, con un periodo corto de floración, atraen polinizadores específicos como insectos, picaflores y murciélagos. Las frutas pueden ser grandes o pequeñas, coloridas o no, son bayas y/o cápsulas carnosas lisas, pubescentes, con brácteas, con numerosas semillas y algunas especies presentan quepus (Opuntioideae). Del fruto pueden proliferar tallos, en otras dan raíces adventicias cuando caen al suelo, lo que explica su crecimiento agregado (en grupos) en algunas especies de *Trichocereus, Austrocylindropuntia, Opuntia*.

A continuación se describen a las especies nativas del valle de La Paz de acuerdo a su tipo de crecimiento.

5.1. Especies de tamaño reducido y al ras del suelo:

- *Austrocylindropuntia shaferi,* cactus pequeño hasta 0,25 m, con tallo cilíndrico, numerosas espinas, flores y frutos de color rojo brillante que presentan lanosidad.
- *Austrocylindropuntia vestita,* pequeño cactus de tallos cilíndricos sin segmentar, numerosas espinas delgadas, areolas lanosas y con flores de color rojo; destaca la presencia de gloquidios.
- *Cumulopuntia pentlandii,* crece en cojines más o menos densos, formando grupos en forma de bulbos y en la parte superior de ellos tienen más espinas, flores amarillas y/o rojas.
- *Cumulopuntia boliviana* muy similar a la anterior especie, forma montículos densos, pétalos de color amarillo oscuro, frutos verde amarillos con pelos rígidos y flores amarillas.
- *Echinopsis bridgesii,* de tallos cilíndricos simples globosos o alargados, raro con pocas ramas, hasta 0,30 m de alto, 4 a 6 costillas, con espinas alargadas y dispuestas en cada segmento, flores grandes con petaloides segmentados de color verde (como pétalo, en forma y color), lanosos y pétalos de color blanco, frutos maduros dehiscentes; florece por lo general por la noche hasta la mañana (endémica).
- *Lobivia backebergii,* pequeña solitaria, crece enterrada 0,05 m de alto, 13 a 15 costillas, flores grandes de color rojo carmín y frutos pequeños (endémica).
- *Lobivia caespitosa*, de 0,25 m de alto, formando pequeñas colonias, con tallos cespitosos, 13 a 14 costillas, flores delgadas y pétalos de color rojo (endémica).
- *Lobivia maximiliana*, de 0.40 m de alto, con tallos globosos, formando pequeños grupos, 12 a 20 costillas, flores de color rojo y rosa en los bordes y anaranjado-amarillo en la parte media y basal, fruto rojizo verde pubescente.
- *Lobivia pentlandii*, de 0,20 m de alto, con tallos globosos, formando colonias, 12 a 15 costillas, flores delgadas de color variable desde rosa ligeramente violáceo a rojo, naranja o amarillo, frutos pequeños pegajosos.
- *Opuntia sulphurea* conocida como "airampo" tallo ligeramente articulado y cladodio de forma ovoide-plana, postrado o decumbente hasta 0,60 m de alto; flores amarillas y frutos rojos (medicinal y comestible).

5.2. Especies columnares de 0,5 - 2 m:

- *Austrocylindropuntia subulata,* columnar ramificado, de 1-2 m de altura, pétalos de color rojo-naranja y frutos oblongos a veces con espina (uso ornamental).
- *Cleistocactus* sp., columnar, suculento, de hasta 1,50 m, no se conoce el color de la flor y el tipo de fruto, pero hay pequeñas poblaciones aisladas, bajando hacia el sur de los Valles Secos.
- *Corryocactus melanotrichus,* cactu columnar hasta 2 m de alto, suculento muy ramificado, con 6 a 8 costillas, areolas espinosas, flores de color rojo-



a) *Opuntia sulphurea* b) *Cumulopuntia boliviana* c) *Austrocylindropuntia subulata* d) *Austrocylindropuntia shaferi*

e) *Echinopsis bridgesii* f) *Echinopsis bridgesii* g) *Corryocactus melanotrichus* h) *Corryocactus melanotrichus*

i) *Oreocereus fossulatus* j) *Trichocereus bridgesii* k) *Lobivia maximiliana* l) *Lobivia backebergii*

m) *Lobivia* sp. n) *Opuntia ficus-indica* o) *Cleistocactus* sp. p) *Cereus* sp.

Figura 2. Especies de cactáceas del valle de La Paz (Fotos: F. Zenteno-R, excepto *Lobivia backebergii* de A. Fuentes).

translúcido y frutos de color verde con numerosos gloquidios, la pulpa contiene numerosas semillas (endémica y fruto comestible).

- *Cylindropuntia tunicata* de crecimiento muy variable de 1,5 a 2 m de alto, ramificándose en colonias densas-crecimiento vegetativo, numerosas espinas, flores rosadas y frutos alargados de color rojo con gloquidios.
- *Oreocereus fossulatus*, crecimiento columnar hasta 2 m de alto, suculento-ramificado, con 10 a 13 costillas, la pubescencia sobresale en la parte apical, flores de color rojo y frutos color verde.

5.3. Especies columnares de más de 2 m:

- *Cereus* sp., tallo columnar, suculento muy ramificado, de hasta 3-4 m de alto, no se conoce el color de la flor y el tipo de fruto, pero hay pequeñas poblaciones e individuos aislados, bajando hacia el sur de los Valles Secos.
- *Trichocereus bridgesii,* tallo columnar, densamente ramificado, hasta 4 m de alto, costillas de 5 a 9. Segmentos petaloides, flores blancas y fruto con perianto persistente y pubescente (uso ornamental).

5.4. Especies cultivadas:

Opuntia ficus-indica, especie naturalizada y cultivada, crece hasta 2 m de alto, con un tronco segmentado y de forma discoide, tiene cladodios con pocas espinas, flores de color amarillo y naranja, la fruta presenta numerosos gloquidios (quepus), comestible y de importancia económica, de color verde y cuando madura es amarillo, anaranjado, rojo.

6. Importancia ecológica

Debido a la forma de crecimiento y la particularidad de las formas vegetativas crasas y espinosas, se convierten en especies facilitadoras (ver capítulo de facilitación) o de protección de otras plantas. Además proporcionan refugios para algunas especies de pequeños mamíferos y reptiles, inclusive son usados como sitios de anidamiento como por ejemplo *Austrocylindropuntia subulata*, *Oreocereus fossulatus*, *Trichocereus bridgesii*, entre otros, para ciertas especies de aves (*Patagona gigas* citado en 11). Asimismo, la forma de las flores y frutos son muy llamativas para pequeños insectos y sin lugar a duda para los picaflores, y murciélagos que serían los encargados de la polinización.

Las cactáceas son un claro ejemplo de adaptación a condiciones climáticas extremas, ya que presentan un alto grado de resistencia a la sequía, a las altas temperaturas y su capacidad de adaptación incluso a los suelos no muy fértiles. Además, son importantes para la protección del suelo y son productoras de alimentos para el hombre y los animales (comestible y forraje).

7. Amenazas y estado de conocimiento

Las desordenadas y fuertes presiones por una expansión urbanística y agropecuaria son las principales amenazas para la destrucción del hábitat donde crecen las cactáceas. Además de la creciente demanda por sus diferentes beneficios económicos con fines ornamentales, donde la mayoría de los especímenes son extraídos de su hábitat. También, es común la venta de algunas especies de cactus columnares y ovales-aplanados, en el sector de las "chifleras" o "mercado de las brujas" de San Francisco con fines de medicina tradicional.

Por otro lado, en el valle de La Paz aunque no hay especies de gran volumen, algunas de estas sobre todo los cactus columnares, sirven para realizar pequeñas artesanías (lámparas y joyeros, entre otros), actividad que en algunos colegios practican para la materia de artes plásticas fomentando una amenaza y extracción desordenada de las poblaciones de cactus.

Muchas especies de esta familia son poco conocidas o estudiadas y sobre todo se carece de buen material en los herbarios. De seguro, su arquitectura y su forma tan singular de crecimiento craso y espinoso, no solo han ahuyentado a algunos aventureros con diferentes fines, sino también a la comunidad científica.

Actualmente, se cuenta con bastante bibliografía en revistas y monografías especiales dedicadas a las cactáceas y otras suculentas, donde presentan trabajos taxonómicos con registros fotográficos (3, 12). Sin embargo, todavía se tienen bastantes confusiones en la identidad taxonómica y existe un sin número de sinónimos que pueden confundir a cualquier lector, como muestra la mayoría de las especies endémicas del valle de La Paz y Bolivia aceptados en el catálogo de la flora de Bolivia (13) y en numerosos trabajos sobre las cactáceas en general (1, 12, 3), son poco conocidos a nivel taxonómico. Un claro ejemplo del valle de La Paz es *Trichocereus bridgesii* (nombre aceptado) o *Echinopsis lageniformis* (sinónimo), su identidad taxonómica aun es incierta, posiblemente se trate de una nueva especie y/o T*richocereus macrogonus* citado en 14.

Sin lugar a dudas las cactáceas de nuestro país, merecen atención no solo de la comunidad científica, sino también de nuestras autoridades locales, por ser especies endémicas, amenazadas y con un potencial ornamental, medicinal y alimenticio poco desarrollado en el país.

Familia Asteraceae (Compositae) del valle de La Paz

Dora Beatriz Ibáñez[1]

[1]*Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.*

1. Generalidades

El nombre de la familia Asteraceae deriva de la palabra griega **aster**, que significa estrella, haciendo referencia a la forma del capítulo. Éste capítulo es una agrupación de pequeñas flores que distingue a todas las especies de esta familia botánica. Gracias a esta característica, las compuestas son un grupo muy bien definido, diverso y conspicuo en la mayor parte del mundo. Incluso antes de la era cristiana, el filósofo griego Theophrastus (371-287 a.C), observó la sencillez de la agrupación (1). Ya en la mitad del siglo XVI Jean Ruel (1474-1537), un botánico francés, realizó muchas observaciones originales sobre estas plantas y acuñó una copiosa y nueva terminología sobre la morfología vegetal (estudio de las formas). Así mismo, Jean Ruel, presentó la descripción de varias asteráceas, identificando claramente al capítulo compuesto de varias pequeñas flores de diferentes tipos. Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), es el siguiente estudioso de las plantas de esta familia, (1). Las contribuciones más importantes al conocimiento y la sistemática (la clasificación) de la familia comienzan con el francés Henri Cassini a través de numerosas publicaciones durante el periodo 1812-1831 que incluyen descripciones muy detalladas de la morfología de estas plantas. Otro gran contribuyente al conocimiento de esta familia fue George Bentham (1873), quien junto a Joseph Dalton Hooker (1862-1883), trató a las asteráceas en su monumental obra *Genera Plantarum* (2). Después de Bentham, una larga lista de botánicos continuó profundizando el conocimiento de las Compositae hasta nuestros días. Ejemplos de los estudiosos más recientes de la familia Asteraceae han sido Arthur Cronquist (1919-1992), Angel Lulio Cabrera (1908-1999) y José Cuatrecasas Arumí (1920-1996) (1). Actualmente, existen varios especialistas de la familia Asteraceae, entre ellos podemos nombrar a Harold Robinson, Vicki A. Funk (US National Herbarium, Smithsonian National Museum of Natural History en Estados Unidos, respectivamente), D.J. Nicholas Hind (KEW Royal Botanical Gardens en Inglaterra), Jochen Müller especializado en las tholas y chilcas del género *Baccharis* (Friedrich-Schiller-Universitat Jena en Alemania), entre muchos otros. También hay botánicos bolivianos y extranjeros que trabajan con la familia y cuya labor es invaluable.

La familia de las asteráceas o compuestas es una de las más grandes del mundo, tanto por su número de especies, como por la cantidad de individuos de la misma que podemos encontrar en un determinado lugar. La familia, desde el punto de vista taxonómico (ordenación por jerarquías), contiene el mayor número de especies descritas y aceptadas entre todas las familias botánicas. Se estiman entre 24 000 y 30 000 como el número total de especies. Se conocen de1600 a 1700 géneros de Compositae distribuidos alrededor del mundo, exceptuando el Polo Antártico.

Asumiendo que hay 250 000 a 300 000 plantas con flores en el mundo, una de cada 8 o 10 especies es una compuesta (3). La sistemática (la clasificación) de la familia es muy compleja, y no es sorprendente que existan muchos problemas en todos los niveles y en todas las áreas de investigación con esta familia, ya que posee 30 000 especies ubicadas en 2000 géneros aproximadamente, que varían entre distintos autores (4). En Bolivia, se estiman en 260 géneros con 1250 especies aproximadamente. El estimado de 295 especies endémicas (especie exclusiva de una determinada zona) indica el 28,28% de endemismo en la familia (5, 5a).

1.1. Caracteres importantes para identificar la familia:

La familia se caracteriza por tener flores pequeñas dispuestas en un receptáculo rodeado de brácteas (3), estas últimas son hojas diferenciadas que nacen del pedúnculo (tallo de la inflorescencia), y rodean al conjunto que se denomina ***capítulo*** (Figura 1 a, b y c). Este tipo de inflorescencia (agrupación de flores) es la principal característica que las especies de esta familia de plantas comparten. En el capítulo, el receptáculo generalmente redondo y aplanado, se insertan de pocas (tres a cuatro) a muchísimas (>50) flores pequeñas (Figura 1 d y e) (6). Existen tres tipos de flores: las ***liguladas*** (Figura 1 d), las ***tubulares*** (Figura 1e) que son hermafroditas (masculinas y femeninas a la vez), y las flores ***filiformes*** que sólo son femeninas. Cada una de las flores hermafroditas poseen su parte masculina anteras (Figura 1 g) fusionadas en un anillo, del cual el polen es empujado o barrido por el estilo (Figura 1f) de la parte femenina, que pasa por el medio del anillo de anteras estirándose durante su desarrollo (Figura 1h).

La última característica común es la presencia de aquenios, frutos secos que no se abren a la madurez, también llamados indehiscentes (7) y que generalmente poseen un papus (Figura 1 k y l), que es un ramillete

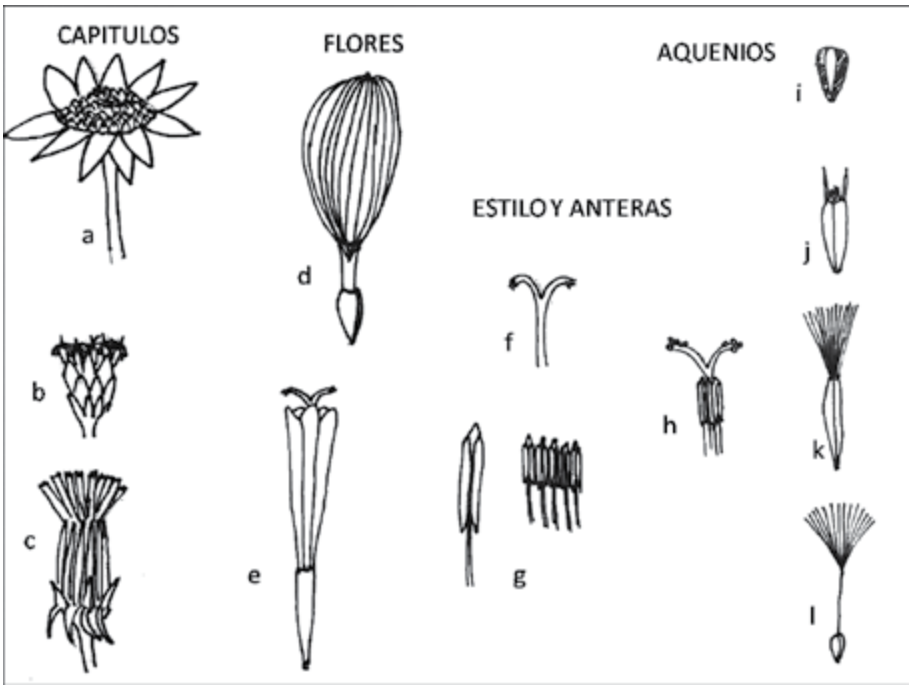


Figura 1. a) capítulo con dos tipos de flores, en el borde liguladas y en el centro tubulares, b) capítulo solo con flores tubulares, c) capítulo solo con flores liguladas, d) flor ligulada, e) flor tubular, f) estilo, g) antera suelta y anteras soldadas por sus costados, h) anteras fusionadas en anillo con estilo que pasa arrastrando el polen, i) aquenio sin papus, j) aquenio con papus de cerdas, k y l) aquenio con papus plumoso. Fuente: elaboración propia.

de pelos(3), o pajitas, aristas, escamas (Figura 1 j) o puede estar ausente (Figura 1i) (8). Las semillas poseen embriones grandes (9) y son exalbuminadas, es decir, que son semillas que no presentan endosperma en su madurez (tejido nutricional o de reserva). Las hojas pueden ser desde enteras a disectas (con divisiones) en formas variadas (8). A pesar de que la familia está bien definida hay una gran variación entre sus miembros. Globalmente, el ***hábito*** varía de hierbas o arbustos, lianas y algunas pocas especies de epífitas verdaderas, algunas incluso son árboles. Se estiman 21 géneros de compuestas arbóreas para nuestro país (7).

Sólo en el valle de La Paz ya encontramos que las Compositae pasan desde pequeñas hierbas en miniatura, como *Belloa piptolepis* que es una diminuta roseta a ras del suelo de menos de 3 cm de diámetro, con hojas casi blancas y recubiertas de pelos; a arbustos arborecentes como *Dasyphyllum ferox*, de hasta 3 m de alto, ver Figura 2a (7).



Figura 2. a) *Dasyphyllum ferox* arbusto de dos metros armado de muchas espinas fuertes (Fotos: S. Beck) **b)** *Sonchus oleraceus* es una especie herbácea ampliamente distribuida en el valle paceño. Es una planta adventicia, que puede crecer incluso en las grietas de las paredes. (Fotos: D. Ibáñez y S. Beck).

1.2. Dispersión:

La dispersión es el movimiento de individuos entre poblaciones vegetales (10). Entre las compuestas, la dispersión, la germinación y el establecimiento de nuevas plantas son estrategias relacionadas. Esta relación está reflejada en las modificaciones evolutivas exhibidas por las especies de esta familia tanto en sus capítulos, como en sus frutos, así como en sus aquenios (semillas). Por ejemplo, los aquenios individuales que son dispersados por viento han desarrollado un papus con pelos. Así también evolucionó dentro de Compositae la modificación y pérdida del papus, el cambio de la estructura de los aquenios, el desarrollo y la modificación de las brácteas del receptáculo, la heterocarpía (frutos de diferente forma), la sinaptospermia (varios gérmenes inseparables en una diáspora) y la anficarpía (dos clases de flores que dan dos clases de frutos). Estas modificaciones están asociadas con los cambios en la estrategia de dispersión. Por ejemplo, los frutos dispersados por hormigas han desarrollado estructuras carnosas en el fruto conocidas como elaiosomas. Los frutos dispersados por agua han desarrollado costillas corchosas para flotar. Cuando los dispersores son vertebrados, se han desarrollado los frutos drupáceos (frutos carnosos), los ganchos, barbas y superficies pegajosas (6).

Entre la gran variabilidad de síndromes y estrategias de dispersión en la familia Compositae en general, en La Paz tenemos predominancia de dispersión por viento. Es la adaptación más evidente a las condiciones del medio. En segundo lugar se presenta la zoocoria (transporte de semillas por animales).

2. Importancia ecológica

Numerosas Asteraceae tienen un papel destacado en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; en efecto, vastas extensiones de vegetación natural y seminatural están dominadas por estas plantas. Asimismo, las asteráceas pueden también acompañar a las especies principales de otras familias botánicas en las asociaciones de plantas dominantes, configurando con frecuencia la fisonomía de los ambientes naturales, lo que les confiere un valor ecológico y ambiental inapreciable. En muchos casos alcanzan importantes valores de cobertura (porcentaje de superposición sobre un área determinada) y cumplen funciones fundamentales en la retención y estabilización del suelo, en el incremento de su contenido de materia orgánica, en la producción de oxígeno, en la depuración de la atmósfera, etc. (11).

En algunos géneros presentes en el valle de La Paz: *Achyrocline, Gamochaeta, Helichrysum, Hypochaeris y Senecio* existe simbiosis micorrícica, tanto vesículo-arbuscular como ectomicorrícica con hongos de los géneros *Glomus y Laccaria* (ectomicorrizante) (11).

3. Estado de conservación y amenazas

Si los ecólogos ahora aceptan que la estructura y la función de los ecosistemas pueden ser reguladas por fuerzas externas como los incendios y las inundaciones, entonces, las actividades humanas deben ser consideradas como importantes agentes del cambio en el ecosistema. Ningún ecosistema en la tierra está libre de las acciones humanas (12), directamente relacionada con el accionar del hombre está la expansión urbana. El crecimiento de la ciudad hacia las afueras, modifica las condiciones de vida para plantas y animales. Algunos de los principales problemas asociados a la extensión urbana son: a) pérdida de las áreas naturales y de la biodiversidad, fragmentación y degradación de las áreas naturales restantes, b) pérdida de la terrenos agrícolas y de los suelos productivos, c) impactos negativos en la hidrología, como el deterioro de la calidad del agua superficial y el aumento de la escorrentía de agua de lluvia, d) incremento de la contaminación del aire, particularmente por el aumento del tráfico, e) aumento de la isla de calor urbano, es decir mayor temperatura en la ciudad que en las áreas despejadas circundantes (13). Por ende, todas las especies, pueden verse afectadas por estos fenómenos negativos. Sin embargo, el grado de influencia negativa sobre las Compositae, también dependerá de la sensibilidad de cada especie y de su habilidad para adaptarse a diferentes tipos de hábitats.

Las especies de compuestas con requerimientos de hábitat específicos, están amenazadas donde éste está siendo degradado o destruido. Los bofedales o turberas, son sitios donde un río de montaña se expande en un área muy densamente vegetada por plantas muy pequeñas y adaptadas a inundaciones periódicas y/o permanentes (ver capítulo de bofedales). Las especies exclusivas de este tipo de hábitat que están presentes en el valle de La Paz podrían llegar a extinguirse localmente si los bofedales desaparecen en esta zona. Estos sitios son muy fácilmente deteriorados por el desvío de las aguas que los alimentan y por la venta de turba.

Así mismo, algunas especies nativas que crecen en las laderas del valle y en terrenos baldíos dentro de la ciudad, van disminuyendo con el cambio de uso del suelo. Grandes áreas naturales y seminaturales, que inicialmente tenían poca o ninguna intervención humana, cambian drásticamente a zonas de construcción e intenso uso antrópico. En toda regla hay excepciones, existen algunas especies nativas y pioneras que se benefician mientras la intervención humana es moderada, aprovechando los nuevos espacios abiertos para la colonización temprana.

Las compuestas, como ya dijimos, son una familia cosmopolita, representada en todos los continentes con

excepción del Antártico (9). A nivel global, las Compositae son capaces de crecer en casi cualquier tipo de hábitat, desde bosques hasta praderas de altura (3). No existen especies marinas y las acuáticas de agua dulce o dulceacuícolas son muy escasas. Las Asteraceae suelen ser muy abundantes en las regiones montañosas (hasta un 20% de la flora en algunas zonas andinas) y en zonas áridas (9) y, en cambio, son menos comunes en bosques húmedos tropicales (3).

Ciertamente algunas especies se benefician del disturbio (Figura 2b), y algunas incluso son plagas globales, pero la mayoría de las especies tienen una distribución restringida (3). Muchas asteráceas son pioneras oportunistas y gran número resultan ser malezas de cultivos y/o tóxicas para el ganado (11). La mayoría de los hábitats del mundo contienen especies de esta familia que son importantes miembros de la flora (3).

Debido a su gran variedad de formas de vida y hábitos de crecimiento, las compuestas ocupan todos los pisos altitudinales del valle paceño. Como ejemplos podemos citar: a) para la zona subnival a *Baccharis caespitosa* de tallos rastreros muy ramificados formadora de cojines de hojas muy apretadas; b) para la zona altoandina *Belloa piptolepis*, una hierba perenne pigmea que crece al ras del suelo y *Senecio candollei*, pequeña roseta de hasta 8 cm cubierta de pelos muy densos y que generalmente crece en grupos al abrigo de rocas; c) llegando a la Puna encontramos especies herbáceas de porte mayor como *Gnaphalium cheiranthifolium* , planta herbácea perenne de hasta 80 cm de altura; d) en las laderas del valle encontramos subarbustos como *Mutisia acuminata* que es achaparrado de 1 m de alto y *Pluchea odorata* , un arbusto perenne de hasta 1,8 m de alto, y también, bajando a los Valles Secos tenemos a *Jungia polita y Barnadesia polyacantha,* arbustos de gran porte que crecen arriba de 1 metro de alto.

Podemos generalizar diciendo que la talla de las especies disminuye con la altitud. De este modo, en el valle paceño las formas de vida predominantes son: a) hierbas pigmeas y perennes, generalmente en el nival, subnival y andino superior (4000 m.s.n.m. en adelante, Figura 3 a); b) hierbas anuales y perennes (15 a 80 cm aprox.), desde el piso altitudinal andino inferior al andino superior (3100-4200 m.s.n.m., Figura 4) y c) arbustos que varían desde pequeñas tallas (15 a 30 cm) a grandes (1,5 a 2 m) en las laderas de la ciudad y en los valles (altimontano y montano 2000-3100 m.s.n.m., Figura 4 y 5)



Figura 3. Dos especies distribuidas alrededor de los 4000 m.s.n.m. con dos hábitos de crecimiento distintos: a) *Belloa kunthiana* (DC.) Andreb. & S. E. Freire muy pequeña y al ras del suelo, b) *Senecio rufescens* DC. arbusto leñoso que generalmente está cerca de sitios rocosos (Fotos: D. Ibáñez).



Figura 4. *Viguiera pazensis* Rusby a) hábito arbustivo y b) capítulos con vistosas flores lígulas amarillas (Fotos: D. Ibáñez).



Figura 5. *Mutisia acuminata* var. *candolleana* (Gardner) Cabrera arbusto de hasta 1,5 m de alto, se encuentra por todas las laderas del valle; a) capítulo cerrado, b) capítulo con flores de color naranja y simetría bilateral y c) aquenios maduros con papus plumoso desplegado. Se distingue fácilmente por sus hojas terminadas en un zarcillo (Fotos: a) y c) D. Ibañez, b) S. Beck).



Figura 6. a) *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. es una especie de uso medicinal y alimenticia también considerada una maleza por quienes no la conocen (Foto: D. Ibáñez). b) *Baccharis linearifolia* (Lam.) Pers. subsp. *polycephala* (Wedd.) Jochen Müll. Individuo masculino. Nombre común thola (Foto: D. Ibáñez).

4. Usos

La mayoría de los grupos de plantas contienen algunas especies útiles, algunas "malezas" (Figura 6a) y algunos taxa raros (3). A pesar del gran número de especies que posee la familia de las compuestas, éste no se traduce de manera proporcional en el número de especies útiles a la gente. Las familias Poaceae, Leguminosae y Solanaceae, todas familias menores, poseen más especies económicamente importantes para el hombre (14). Sin embargo, muchas Asteraceae son valiosas como ornamentales, por ejemplo tenemos los géneros: *Aster*, *Chrysanthemum*, *Dahlia*, *Coreopsis*, *Gerbera*, *Helichrysum, Tagetes*, *Zinnia, Rudbeckia* (15). Como ya dijimos, comparando con otras familias existen pocas especies domesticadas como cultivos en Compositae. La mayoría de los cultivos de compuestas proveen hojas y tallos comestibles y aceites de semillas (14). Dentro de éstos, las especies comestibles pertenecen a los géneros *Lactuca, Cynara, Cichorium, Tragopogon, Helianthus y Carthamus* (15). En trabajos clásicos sobre los cultivos tropicales se listan solo cinco especies de la familia de las compuestas: el cártamo o alazor *Carthamus tinctorius*, el piretro (*Chrysanthemum cinerariifolium*), la semilla de Niger (*Guizotia abyssinica*), el girasol (*Helianthus annuus*), y las lechugas (*Lactuca sativa*). Un uso relativamente nuevo es el de la estevia (*Stevia rebaudiana*) como edulcorante. Además, centenares de especies de Asteraceae rinden metabolitos secundarios de uso farmacéutico o industrial (11). Sin embargo, de las compuestas no se extrae fibra, madera o productos de madera (14). Por último, el uso etnobotánico de muchas de las Asteraceae ha ayudado al progreso y sustento de gran número de pueblos en todo el mundo (11).

4.1 Los usos de la familia Asteraceae en el valle de La Paz

El mayor uso de las asteráceas en el valle de La Paz es el medicinal. Son varias especies las que se aprovechan para mejorar nuestra salud, principalmente a través de mates o infusiones. Las plantas más conocidas responden al nombre común de wira wira (*Gnaphalium* spp.), éstas se usan para combatir el resfrío y la tos. Varias especies son consideradas digestivas, así como reguladoras del hígado y del riñón (*Achyrocline satureoides* (Lam.) DC., *Xanthium spinosum* L., *Taraxacum officinalis* Weber ex Wigg., *Tagetes pusilla* Kunth., *Perezia coerulescens* Wedd.). Otras se usan de forma externa como parches y fricciones para dolores reumáticos y para curar heridas (*Parastrephia quadrangularis* (Mey.) Cabrera, *Senecio rhizomatus* Rusby, *Werneria apiculata* Sch.Bip.). Otro uso importante es el alimenticio, condimentos muy populares son la huacataya (*Tagetes* spp.), y la quilquiña (*Porophyllum ruderale* Cass.). Así también, existen otros usos menores conocidos por médicos tradicionales que están detallados en libros especializados donde se puede profundizar el tema.

Las plantas del valle de La Paz

Stephan G. Beck[1,2] & Freddy S. Zenteno-Ruiz[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia; [2]Instituto de Ecología, UMSA.

1. Introducción

En todas las culturas las plantas cumplen un rol esencial para la alimentación, salud, vestidos, construcción y adornos entre otros, además de cumplir con un sin número de interrelaciones con la fauna y con los beneficios ambientales. Los pueblos en Bolivia nombraron a diversas especies de acuerdo a su uso y su percepción local. Una clasificación parecida al sistema binario de Carl Linnaeus (1707-1778) se encuentra en publicación original de 1966, compendio de plantas, y otros elementos naturales de uso medicinal y mágico de los Kallawayas, organizado e interpretado por casi 20 años por Louis Girault (1) con apoyo de informantes. Numerosos naturalistas y botánicos de Bolivia, coleccionaron muestras de plantas del valle de La Paz, algunos prepararon herbarios que se conservan hasta hoy en día (2).

Se conocen especímenes del valle de La Paz y sus alrededores de los siguientes colectores: Pentland, Joseph Barclay (1797-1873); d´Orbigny, Alcide (1802–1857); Weddell, Hugh (Hugo) Algernon (1819–1877), Isern Batlló y Carrera, Juan (1821–1866); Bang, Miguel (1853–1936); Rusby, Henry Hurd 1855–1940); Conway, William Martin (1856-1937); Buchtien, Otto (1859–1946); Pflanz, Karl (1872-1925); Asplund, Eric (1888-1974) y Cárdenas, Martín (1899-1973). Las muestras herborizadas de estos colectores no se encuentran en herbarios de Bolivia, excepto unos pocos especímenes de Juan Isern, Henry Rusby y de Otto Buchtien. A fines del siglo XVIII y a comienzo del siglo pasado, Henry Rusby realizó una intensa exploración botánica en Bolivia, incluyendo el área de La Paz. Analizó también las colectas de Miguel Bang y algunas de Otto Buchtien, este último publicó un catálogo de especies desde el (ex) nevado Chacaltaya hasta los Yungas, incluyendo varias especies del valle de La Paz (3).

Díaz Romero (4) describió varias especies de angiospermas distribuidas en la ciudad de La Paz y sus alrededores. En su introducción caracteriza la vegetación y anota condiciones climáticas en su recorrido por diferentes barrios de la urbe paceña. Describe mayormente hierbas introducidas y también algunas nativas. Generalmente no indica de donde provienen los nombres científicos, algunos nombres los adaptó de acuerdo a las descripciones de Rusby y Buchtien, incluye numerosos nombres comunes en español y aymara y algún uso. Cárdenas (5) publicó sobre las cactáceas de algunos lugares de La Paz y Río Abajo.

2. Plantas del valle de La Paz

En una superficie de 1470 km² (ver mapa) hasta marzo de 2015, se registraron 1348 especies de plantas vasculares, de las cuales 938 son nativas (896 Angiospermae, 3 Gymnospermae y 39 Pteridophytae) y 410 introducidas, especies “no nativas” (389 Angiospermae, 20 Gymnospermae y 1 Pteridophytae). Más de una tercera parte de los registros provienen de áreas urbanas y zonas alteradas; Campell (6), considera un mínimo de 100 colectas por 100 km² como inventario mínimo para conocer la diversidad florística en una región tropical boscosa. De acuerdo a estos datos tenemos un inventario bastante discreto en el valle de La Paz, con 69,6% de plantas nativas y 30,4% de introducidas. Sin embargo, observando los sitios y vacíos de colecciones, entendemos que debemos incrementar nuestras colecciones en áreas naturales. La flora de la ciudad y sus alrededores cercanos está bastante bien inventariada, existen todavía grandes vacíos en las zonas de difícil acceso, como las faldas del Illimani y Mururata, pero también en los cerros empinados de los Valles Secos de Río Abajo y Palca y en las faldas de El Alto hacia la cuenca, como se aprecia en el mapa de vacíos de colecciones, los cuadros rojos corresponden 1 a 10 especímenes /km² de colectas botánicas (Figura 1a); además se muestran las tres clase de plantas como los Pteridofitas sin flores y frutos (con soros), las Gimnospermas con estructuras primitivas de flores y frutos y las angiospermas con flores y frutos verdaderos (figuras b al h).

Las Pteridofitas.- Sorprende el número especies de helechos con 40 especies nativas y la única especie cultivada *Nephrolepis cordata*, que es un helecho ornamental plantado en macetas en los hogares y casualmente en los jardines de la urbe paceña. La mayoría de los helechos están relacionados a ambientes húmedos. Fueron diferenciados en 12 familias, y 23 géneros donde el más rico en especies es *Asplenium* (6 especies), Seguida de *Pleopeltis* con tres especies. También se registraron cuatro especies de helechos acuáticos, las flotantes de *Azolla* y las sumergidas de *Isoetes*, pero

también algunas como *Myriopteris aurea* y *Selaginella selloii,* que crecen en lugares bastantes áridos (ver capítulo Jiménez en el mismo libro).

Las Gimnospermas.- En el valle de La Paz solo crecen dos especies nativas de gimnospermas, "cola de caballo, sanu sanu y/o pinco pinco" del género *Ephedra*: *E. americana* es arbustiva de 0,5 hasta 2 m de alto, de consistencia dura y muy ramificada, se la encuentra en los alrededores de los barrios de Cota Cota, Aranjuez y Río Abajo; la otra especie; *E. rupestris*, es un arbusto enano que crece al ras del suelo en la Puna y el Altoandino. No hay especies nativas de "pino" en el valle, las 20 especies registradas provienen de Europa, Centro, Norteamérica, Asia y Oceanía, bajo este nombre se conocen varias especies del género *Pinus*, como el "pino de Monterey", *Pinus radiata*, también se conoce a muchos cipreses (*Cupressus*) como "pino". Las especies más frecuentes se agrupan en *Pinus y Cupressus*. Además de estas especies se encuentran otras especies como "pino de Brasil" *Araucaria angustifolia* y "pino de isla de Norfolk" *Araucaria heterophylla* (ver capítulo Zeballos y Zeballos en el mismo libro).

Las Angiospermas.- Son grupo de plantas con flores, cuenta con 890 especies nativas y 381 introducidas. Las familias nativas con mayor número de especies en el valle de La Paz son las asteráceas y poáceas seguidas por fabáceas con 246, 146 y 48 especies respectivamente, similar patrón siguen las introducidas con 31, 28 y 25 especies. Son muy frecuentes familias y géneros con una sola especie en las nativas, por ejemplo Betulaceae, Krameriaceae, Sapotaceae, pero también en las introducidas Buxaceae, Linaceae, Simaroubaceae, entre otras. Los géneros con mayor número de especies son *Senecio* con 28 especies, *Deyeuxia* con 26 y Poa con 20, distribuidas sobre todo en la Puna y el Altoandino, en las introducidas se registraron *Prunus* con 8 especies, *Eucalyptus* con 7 y *Pelargonium* con 6 distribuidas en los Valles Secos y en la parte baja de la Puna (ver capítulo Beck et al. en el mismo libro).

Las endémicas como las asteráceas cuentan con 14 especies endémicas, las poáceas con 11, siguen bromeliáceas con 6 y cactáceas con 4 especies. Destacan tres especies endémicas cultivadas de las cuales dos son árboles de "queñua" *Polylepis incarum* y *P. neglecta* provenientes de Oruro y la segunda de áreas más cálidas del centro sur del país, además de una especie de malvácea arbustiva de flores moradas llamativas proveniente de Sorata, *Andeimalva mandonii*. Entre las especies endémicas que destacan en el valle de La Paz está un árbol, *Polylepis pacensis*. Algunas especies endémicas solamente se conocen por una colección, que corresponde al material Tipo (Typus = material botánico de un espécimen colectado y conservado en un herbario, en el cual se basó la descripción original de una especie) depositado en herbarios de otros países. Por ejemplo, una diminuta asterácea *Chaetanthera perpusilla* del valle de Chuquiaguillo coleccionada en 1851 de Weddell, no fue re-coleccionada o reconocida hasta hoy en día y la única muestra está depositada en el Museo de Historia Natural de París (P), Francia. Otro ejemplo es "saitilla, pirka, pega pega", *Bidens buchtienii* colectada por Buchtien al borde de una chacra (pequeño campo de cultivo) en 1919, está depositada en el US National Herbarium (US) en Washington. Varias especies coleccionadas presentan datos escasos o incluso están sin datos del lugar de colección como las de Bang, p.ej. la endémica *Conyza lignescens*, se asume que proviene del valle de La Paz.

Las especies introducidas o algunas de las especies "no nativas" fueron introducidas hace más de 300 años como el "trigo", "cebada" y con estas accidentalmente especies de los géneros *Medicago, Meliolotus, Silene,* entre otros. Otras especies se cultivaron o implantaron con fines de salud ("ajenjo", "manzanilla", "ruda"), fines ornamentales ("margarita", "pensamiento", "carnavalito"), para alimentación humana ("haba", "repollo", "chia") y para los animales domésticos ("alfalfa", "avena", "kikuyo"), para producción de materiales de construcción ("eucalipto", "ciprés", "pino", "caña hueca"), para protección de laderas ("kentara", "maguey", "retama"). Estas especies introducidas se han diferenciado en tres categorías:

Especie cultivada.- Se propaga con el apoyo del hombre, corresponde sobre todo a los cultivos, árboles fructíferos y maderables, plantas ornamentales y medicinales.

Especie naturalizada.- Se propaga naturalmente sin apoyo del hombre, y se encuentra ampliamente distribuida, se ha adaptado a la ecología del valle como "kanapaco" *Sonchus asper*, "retama" *Spartium junceum*, "trebol blanco" *Trifolium repens*.

Especie adventicia.- Especie de difícil propagación, transportada a veces accidentalmente, con problemas de adaptación al medio para establecerse, se citan alguna especies ornamentales como el "pajarillo" *Tropaeolum majus,* "malvon" *Malva assurgentiflora*, "cardo" *Carduus nutans*.

Nombre común y uso.- la categoría con más uso es la alimenticia sobre todo en las cultivadas "apio, huailla huaikea" *Apium graveolens,* "pepino" *Cucumis sativus*, "granado, granadilla" *Punica granatum* y en algunas nativas destaca "papalisa, ullucu" *Ullucus tuberosus*, "algarrobo, takjo" *Prosopis alba*, entre muchas otras. Al igual muchas de estas especies pueden tener diferentes usos, en las introducidas destacan

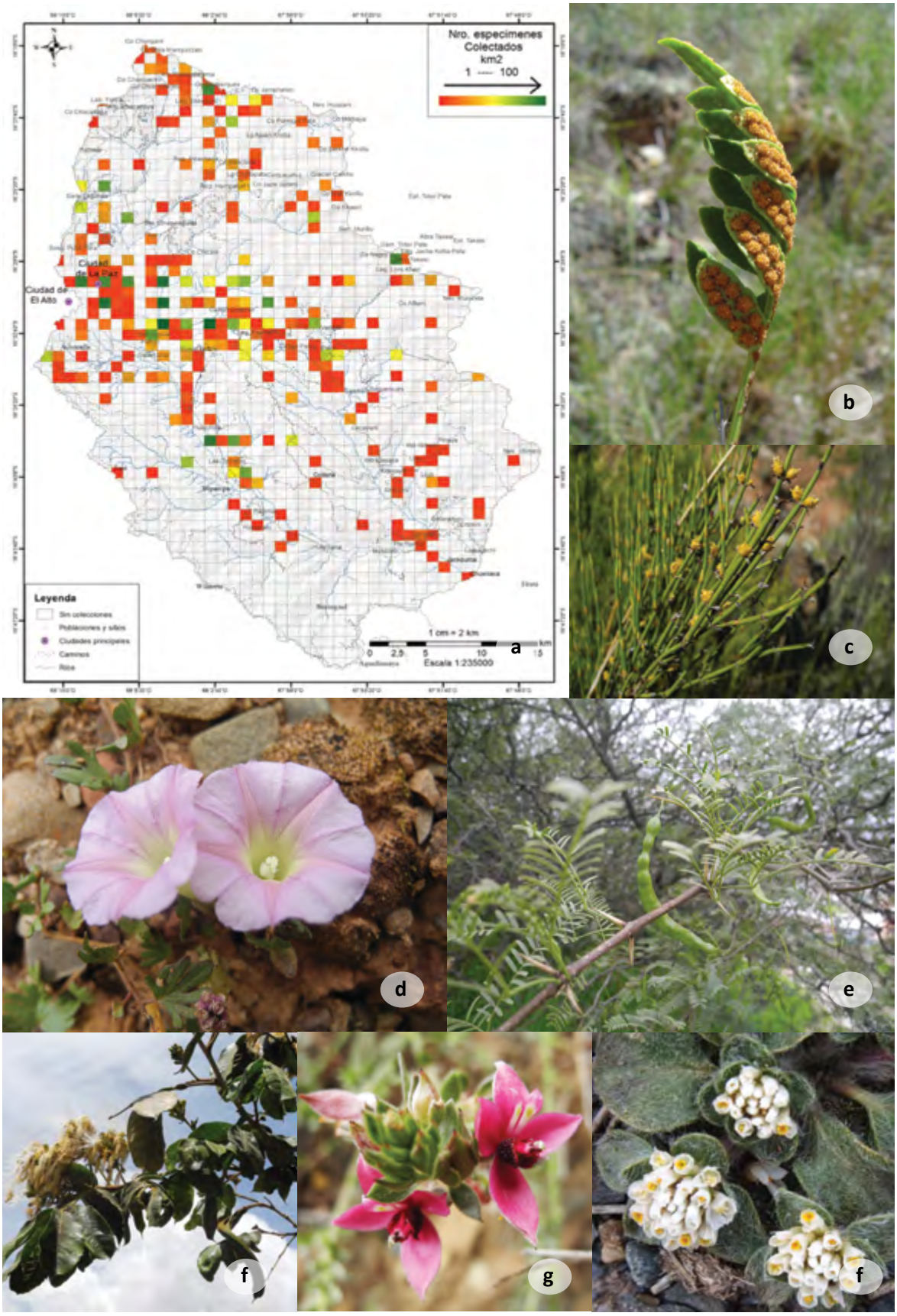


Figura 1. a) Número y ubicación de colecciones de plantas en el valle de La Paz; **b)** Pteridofita: *Polypodium* sp., Foto A. Fuentes, **c)** Gimnosperma: *Ephedra americana;* *Angiospermas*: **d)** *Ipomoea pubescens*, **e)** *Prosopis alba*, **f)** *Inga feuillei* **g)** *Krameria lappacea* Fotos de F. Zenteno y **h)** *Gomphrena meyeniana*, Foto T. Ortuño

"ciprés" *Cupressus sempervirens* (artesanal, forestal, medicinal, ornamental), "perejil" *Petroselinum crispum* (alimentación, medicinal, ornamental); en las nativas "k'elluk'isca, churisiki" *Berberis boliviana* (cerco vivo, ornamental, seto ecológico), "muña, koa" *Clinopodium bolivianum* (condimento, medicinal, ornamental, tradicional) entre muchos otros. El rescate del conocimiento de los nombres comunes y uso es un patrimonio de los paceños y se deben implementar algunos proyectos de investigación para documentar este conocimiento que se está perdiendo con el transcurso del tiempo.

Eco-región y pisos altitudinales.- El número más alto de especies nativas e introducidas, cerca de 830, se encuentra en las eco-regiones de los Valles Secos y la parte baja de la Puna, que corresponde a la zona urbana y peri-urbana de la ciudad con las condiciones climáticas más benignas. En los Valles Secos crecen casi el mismo número de especies nativas e introducidas, en la Puna dominan especies nativas.

Resaltamos que en la eco-región altoandina exclusivamente se registraron 110 especies nativas y compartidas entre la Puna y la eco-región altoandina 174 especies nativas, ejemplos antiguos de algunas especies altoandinas (con imágenes fotográficas accesibles), se encuentran en el herbario de Kew, Inglaterra, donde se conservan, gracias al explorador y montañista Martin Conway, que coleccionó en la subida al Illimani el año 1899 los siguientes especímenes, *Baccharis tola*, *Cerastium mucronatum, Gentiana sedifolia*, *Nototriche flabellata*, *Perezia coerulescens*, *Senecio rufescens*, (7), representan a las especies más típicas y ampliamente distribuidas hasta hoy en día.

En la Eco-región de los valles secos se registraron relativamente pocas especies nativas, sobretodo en el piso montano. En la parte baja del valle dominan especies cultivadas, hortalizas, papas, frutales, pero también muchas especies naturalizadas como el "chanchito, esphinkhu" *Medicago polymorpha*, "llantén" de hojas angostas *Plantago lanceolata*, gramíneas de *Cynodon dactylon*, *Pennisetum clandestinum* y la "caña hueca, carrizo" *Arundo donax*. Sin embargo, en las laderas más áridas, de acceso difícil, crecen esparcidamente las nativas hasta endémicas como en machones grandes la bromeliácea espinosa *Puya meziana* "kara", entre otras.

La mayoría de las especies se distribuyen en uno o dos pisos altitudinales, algunas hasta en tres pisos, y unas pocas como las compuestas ej. *Gamochaeta simplicicaulis* y el pasto naturalizado *Poa annua* se encuentran en cuatro pisos altitudinales, desde el fondo del valle del piso montano hasta en los cerros del andino superior; *Epilobium denticulatum*, se encuentra desde el piso montano hasta el piso subnival.

3. Consideraciones finales

En el valle de La Paz, se han registrado actualmente 938 especies nativas y 410 introducidas ("no nativas"), que seguramente no representan el número final. Desde la primera edición del libro publicado el año 1991, se incrementó el número de especies de 855 a 1348, que equivale a 36,4%. Este incremento se debe a la determinación de especies antes no registradas, y el incremento de la superficie del área de estudio en el valle de La Paz en un 25% aproximadamente. Todavía faltan explorar varias áreas de difícil acceso (ver Figura 1a), la mayor parte de las colecciones se realizaron al borde de los caminos, alrededor de la ciudad y muy pocos en lugares alejados como Pampalarama, Pinaya, cerca de la serranía Murillo y Río Abajo por el sector de Jankouma, entre otros. La actualización de las determinaciones del material en el herbario, es un proceso demoroso y seguramente se registrarán más novedades florísticas para el valle de La Paz. Aún falta mucho trabajo por realizar porque no se conocen los nombres correctos de varios grupos de plantas y el nombre científico (identidad taxonómica) abarca a veces un complejo de especies donde frecuentemente sus determinaciones están basadas en especies identificadas en otros herbarios y con bibliografía "actual", que a veces es de más de 100 años atrás. Los primeros indicios de posibles nuevos registros o especies, fueron descubiertos durante este último año y son especies de *Mastigostyla, Stelis* y *Puya* de las laderas alejadas de los Valles Secos y de la Puna de La Paz.

Especies ornamentales en el valle de La Paz

Mónica del Rosario Zeballos Montes de Oca[1,2] & Jacinto René Zeballos Alvarez[1]

[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Herbario Nacional de Bolivia

1. Introducción

Las plantas ornamentales son aquellas que el hombre ha utilizado desde la antigüedad para la decoración o adorno de su entorno más inmediato (viviendas, calles, plazas, etc.); representan la piedra angular de la jardinería ornamental y se presentan en una variedad de formas, tamaños y colores adecuados para una amplia gama de climas, paisajes y las necesidades de la jardinería (1). Es así que la importancia de éste tipo de plantas se ha incrementado con el desarrollo de la sociedad, el crecimiento de las áreas verdes, las jardineras en las ciudades y el uso de plantas de exterior e interior por personas particulares y los municipios.

El descubrimiento de América en 1492, trajo al viejo mundo una nueva fuente de plantas ornamentales completamente diferentes de las que se cultivaban hacia milenios. Aráceas, Begonias, Bromelias, Fucsias, Orquídeas y muchas otras fueron llevadas a Europa volviéndose extremadamente populares. De Europa fueron introducidas a nuestro continente y actualmente hay más de 3000 plantas en el mundo que se consideran de uso ornamental, entre las que se incluyen: árboles, arbustos, trepadoras, palmeras, hierbas, plantas de interior y otras (2).

En el Valle de La Paz, existe una gran variedad de plantas ornamentales que se distribuyen desde las áreas periurbanas hasta las urbanas: calles, avenidas, principales, plazas, parques, jardines públicos y privados, que mejoran la imagen del paisaje urbano de la ciudad y en conjunto hacen un total de 365 especies que están distribuidas en 90 familias y 229 géneros, de los cuales 285 son de origen introducido y 80 de origen nativo, reflejándose claramente que las plantas introducidas (exóticas) están representadas en mayor número que las de origen nativo, porque han encontrado en el valle un ambiente privilegiado donde se han adaptado y desarrollado.

2. Especies introducidas, naturalizadas y nativas

Las especies introducidas llamadas también exóticas, son aquellas que han sido transportadas más allá de su distribución geográfica nativa por acción humana, que han logrado aclimatarse o naturalizarse.

La introducción de las plantas puede darse de las siguientes maneras:

- Intencional, por acción de individuos que creen que esta introducción trae algún beneficio. Por ejemplo las plantas ornamentales, medicinales, etc.
- Accidental, como consecuencias del desplazamiento de los seres humanos. El hombre es un agente activo en la dispersión de las semillas, pudiendo estas ser transportadas a largas distancias de una región a otra, en los calzados, adheridas a la ropa, etc.

Las especies naturalizadas, son especies aclimatadas en un ambiente que no es el suyo. Se mantienen por ellas mismas sin la ayuda del hombre, como si fuese una especie nativa. Las especies nativas o autóctonas son aquellas que se encuentran dentro de su área de distribución natural o área de potencial distribución, a la que pueden llegar por sus propios medios como resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

3. Plantas ornamentales en Bolivia

En Bolivia, son pocos los trabajos referidos a plantas ornamentales. Para la ciudad de La Paz, se tienen los trabajos de Solomon (3), en el que presenta un anexo con aproximadamente 184 especies entre árboles, arbustos y trepadoras leñosas, de potencial ornamental; Arce y Weeda (4), en su manual arbolado urbano de la ciudad de La Paz, proporcionan información sobre las características de árboles aptos para espacios públicos y jardines privados e incluyen elementos de la flora que existen en la ciudad utilizados en la ornamentación de éstos ambientes. Montero et al. (5), presenta descripciones sencillas de 25 especies de árboles ornamentales nativos del oriente boliviano. A su vez, Rodríguez (6) brinda información sobre el valor ecológico ornamental y de uso tradicional de las especies nativas de la ciudad de La Paz. Zeballos y Zeballos (en prensa), se refieren con amplitud al tema de las especies ornamentales del área andina de nuestro país.

Aproximadamente en el año 1950, en el Valle de La Paz fueron introducidas las gimnospermas como las

araucarias. El actual parque urbano central fue el primer vivero de la alcaldía municipal, donde existían muchas plantas ornamentales, árboles, arbustos, que eran importados por la alcaldía, desde la Argentina en vagones del ferrocarril, que llegaban a la Estación Central, además de semillas y herramientas de jardinería. Previa a la llegada de las plantas, en el vivero se abrían zanjas para alojarlas allí, y después ser trasplantadas en las principales avenidas, calles y plazas (com. pers. R. Zeballos, 2017).

Actualmente la cobertura vegetal de la ciudad de La Paz, ha sido modificada por el crecimiento urbano y la intensa actividad humana, son pocas las especies nativas que forman parte del ornato público, por lo que no es muy usual verlas dentro del mismo, esta vegetación se distribuye principalmente en las laderas, quebradas, terrenos baldíos y remanentes naturales, la misma que ha sido desplazada y reemplazada dentro del ambiente urbano por plantas introducidas y cultivadas con fines ornamentales y de protección de laderas. La vegetación nativa está representada por la keñua (*Polylepis besseri*, *P. racemosa*), el molle (*Schinus areira*), la kiswara (*Buddleja coriacea*), la tara (*Tara spinosa*), la takarkaya (*Senna aymara*), la chacatea (*Dodonaea viscosa*), el k'opi (*Kageneckia lanceolata*), las tholas y chilcas (*Baccharis* spp.), la kantuta (*Cantua buxifolia*, *C. bicolor*), las chinchircomas (*Mutisia* spp.), chachacomas (*Escallonia* spp.), cactáceas como la achuma (*Trichocereus lageniformis*), la kusa kusa (*Corryocactus melanotrichus*) y el huaraco (*Austrocylindropuntia floccosa*) entre otras.

En la actualidad el estrato arbóreo de calles, avenidas principales, parques, plazas y jardines de la ciudad de La Paz, está constituido por álamos (*Populus balsamifera*, *P. deltoides*, *P. alba*, *P. nigra*), sauces (*Salix babylonica*, *S. humboldtiana*), fresnos (*Fraxinus americana*, *F. excelsior*, *F. pennsylvanica*), olmos (*Ulmus pumila*, *U. glabra*), algunas palmeras (*Phoenix canariensis*, *Butia eriospatha*, *Trachycarpus fortunei*), eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), acacias (*Acacia* spp.), pinos, (*Pinus radiata*), cipreses (*Cupressus sargentii*, anteriormente conocido como *C. macrocarpa*) , y otros.

Entre los arbustos introducidos están los ligustros (*Ligustrum ovalifolium*, *L. lucidum*), el evonymus (*Euonymus japonicus*), la retama (*Spartium junceum*), la malva real (*Lavatera assurgentiflora*) y otros. Entre las hierbas más comunes se encuentran las margaritas (*Chrysanthemus* spp.), pensamientos (*Viola tricolor*), bocaisapo (*Anthirrinum majus*), coquetas (*Papaver rhoeas*) y un pasto muy común, el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que crece de manera agresiva gracias a sus tallos rastreros que le permiten expandirse rápidamente (modificado de López; 7).

Los ambientes en los que se concentran la mayor cantidad de especies ornamentales en la ciudad de La Paz son el Jardín Botánico Municipal de la zona de Miraflores, que alberga muchas de las especies anteriormente descritas, el Jardín Japonés en la zona de Calacoto en donde la mayoría de las plantas fueron traídas desde el Japón y el Jardín Botánico La Paz, en el Campus Universitario de Cota Cota, éste último a diferencia de los demás albergan una mayor cantidad de especies nativas que introducidas.

A nivel de gimnospermas que son consideradas como un grupo de plantas antiguas, de porte muy variado, siendo la mayoría árboles como es el caso de los pinos, cipreses, estos están distribuidos en diferentes zonas de la ciudad de La Paz, tanto en jardines públicos como privados. Cabe resaltar que dentro de este grupo también existen árboles muy interesantes y bastante antiguos con aproximadamente 60 años de existencia, como las Araucarias que son menos usuales de encontrarlas, es el caso de *Araucaria angustifolia* cuyos individuos más altos se encuentran en el frontis de la Alcaldía Municipal en la calle Mercado, *A. araucana* en el Jardín Botánico Municipal en la zona de Miraflores y *A. heterophylla* en el frontis de la Academia Nacional de Ciencias, en la Av. 16 de Julio, El Prado. Otros árboles raros de encontrar son los podocarpus, conocidos comúnmente como "pino de cerro o pino de monte", para el Valle de La Paz se tiene registrada solo una especie *Podocarpus parlatorei* que se encuentra en el Jardín Japonés de la zona de Calacoto.

Las palmeras son también llamativas por su porte y las podemos encontrar en la Plaza del Estudiante, Plaza Isabel La Católica, Jardín Botánico Municipal de Miraflores, en los jardines de la Universidad Católica San Pablo en Obrajes. En jardineras centrales de la Avenida Ballivián zona Calacoto, es donde se concentra mayor número de la especie *Phoenix canariensis* y el único individuo de *Butia eriospatha* se encuentra en un domicilio particular de la zona de Miraflores.

Muchas especies han creado descendencia, semillas, estacas, esquejes (con la participación del hombre) como los álamos y olmos y otras formas de producirse y reproducirse. Otras en cambio no han encontrado las condiciones apropiadas para reproducirse, por lo que se mantienen estériles.

PLANTAS ORNAMENTALES DEL VALLE DE LA PAZ



a) *Tecoma stans*, **b)** *Cantua buxifolia*, **c)** *Petunia × hybrida*, **d)** *Chrysanthemum coronarium*, **e)** *Eucalyptus ficifolia* **f)** *Robinia pseudoacacia (Fotos: M. Zeballos)*

Cultivos vegetales nativos e introducidos

Araceli Laura Moya Huanca[1] & Freddy Santiago Zenteno-Ruiz[1]

[1]Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Cota Cota calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia.

1. Generalidades

Antes de la aparición del hombre las plantas y los animales crecían y vivían sin ninguna intervención humana. Cuando el ser humano apareció por primera vez en la tierra, tuvo que aprender a convivir con su entorno y pasaron miles de años hasta que empezó a mejorar sus técnicas de caza (por ejemplo, fabricar puntas de flechas y lanzas), así como aprender y descubrir las bondades que tenían numerosas especies de plantas. Existen datos que indican que las mujeres eran las encargadas de recoger frutos, semillas silvestres y plantas medicinales. El sedentarismo y la experimentación dieron origen a los primeros cultivos de plantas alimenticias; en épocas y lugares diferentes comenzaron con la domesticación de plantas, y con la cría de animales (1).

Hace más de 7000 años antes de Cristo (a.C.), la subsistencia se realizaba con la caza en un 65% y la recolección de plantas silvestres 35% (2). Podemos destacar algunos cultivos ancestrales como el arroz en Tailandia hace más de 6000 años, y el maíz que se produjo por primera vez en América Central hace unos 8000 años (1). Por otro lado, se tiene registros de cultivo de papa que datan de 8000 a 12 000 años en el sur de Sudamérica.

El paso de la caza-recolección a la agricultura, avanzó de forma lenta ya que las malezas fueron antecesoras de algunos cultivos, especialmente plantas anuales (2). En los continentes se emplearon diferentes técnicas de labor y cultivo, y el intercambio de experiencias de estos "agricultores" como se los conoce actualmente dieron origen a los principales alimentos del mundo con una infinidad de variedades, subespecies y formas; entre estos destacan el "arroz" (*Oryza sativa*), "trigo" (*Triticum aestivum*), "maíz" (*Zea mays*), y la "papa" (*Solanum tuberosum*).

En el continente americano se conoce poco de la historia de la domesticación de las plantas y de las culturas que trabajaron con el "*maíz*" y la "*papa*", cuyos registros datan de más de 8000 años. Sin lugar a duda, después de los 100 años después de Cristo (d.C.), algunas culturas no tan antiguas como los Mayas, Aztecas y los Incas consolidaron sus tecnologías en el arte de cultivar (3, 4, 5).

En las regiones altoandinas de Bolivia se pueden observar diferentes métodos ancestrales y tradicionales de cultivo, como las terrazas en idioma aymara llamadas "tacanas", que se remontan a tiempos preincaicos (5), construidas en laderas y pendientes de manera ordenada y escalonada, las cuales se pueden observar en la región Andina (6). En las planicies (llanos) son más comunes los camellones o "Wara wara", surcos paralelos profundos con paredes redondeadas ubicadas en microcuencas (7), por ejemplo alrededor del lago Titicaca y en los Llanos de Moxos.

En muchas laderas andinas incluso algunas en el valle de La Paz, en el sector de Hampaturi, se pueden observar algunas terrazas antiguas de cultivo (ver Lemus & Aranda en este libro), estas fueron construidas con mucho esfuerzo y precisión conservándose algunos rastros hasta la actualidad, por su estructura el suelo en estos sitios está menos erosionado, el impacto de las heladas es reducido (que en zonas abiertas); favoreciendo el desarrollo de muchas especies de plantas silvestres y cultivadas, las que se han conservado mejor en estos sitios.

Con la llegada de los españoles (aproximadamente 500 años atrás) se introdujeron numerosas especies alimenticias y animales domésticos (chanchos, vacas, caballos, ovejas, etc.), debido a esto, se cambiaron y adoptaron nuevas tecnologías de labrado, por ejemplo, el arado por yunta que es un "arado de palo de madera" jalado por un animal (toro, burro) y en ocasiones por el hombre. Estos sistemas se siguen utilizando actualmente por la mayoría de los agricultores de Centro y Sudamérica. Muchas de las especies alimenticias introducidas de diferentes lugares del mundo se adaptaron perfectamente a las características del suelo y hábitat boliviano, tanto así, que muchas personas piensan que estas especies cultivadas son nativas o de origen andino, es el caso del arroz, trigo, caña, brócoli, lechuga, tomate, durazno y manzana entre otros.

Los cultivos están relacionados con el uso y función de la tierra, que dependen de dos tipos de propiedades: privada y comunal. La primera conocida como "sayañas" (de posesión individual o familiar), son utilizadas para pastoreo, cultivo o construcción de una vivienda.

La segunda denominada “Aynocas”, son terrenos destinados al cultivo; se dividen en parcelas y se reparten de forma rotativa entre las familias cada año con un sistema sectorial de barbecho (8). En el siglo XVIII empezaron a mantenerse por generaciones y estar protegidos por algún cerco o muro de piedra que aún se puede apreciar en diferentes lugares del valle de La Paz y en la parte andina de Bolivia.

Los diferentes usos de la tierra y técnicas para cultivar las plantas fueron fundamentales en la civilización, influyendo en la domesticación de especies silvestres y mejorando las cultivadas (2). Los cultivos son requerimientos físicos y biológicos necesarios que se dan a la tierra y a las plantas para que se desarrollen. Su contribución fundamentalmente es a nivel: biológico y ecológico porque están asociados a la protección del suelo, conservar diferentes variedades tradicionales (agrobiodiversidad), y asociada a un sin número de roles con la fauna local nativa e introducida. En segundo lugar cumple una función de proveer alimentos de los cuales destacan diferentes tipos de cultivos, desde las tuberosas, raíces, granos, hortalizas y frutas.

2. Plantas alimenticias cultivadas

2.1. Cultivos nativos:

Los cultivos nativos históricamente formaron parte de la dieta de las poblaciones originarias, en la actualidad, son consideradas como alimentos de alta calidad ya que presentan resistencia a la sequía, helada, salinidad, enfermedades y plagas. Un cultivo nativo debe cumplir varias condiciones, ya que es aquel cultivo que ha evolucionado en los centros de origen y el cual es conservado por los agricultores de una larga tradición de uso y consumo, al ser nativa, es probable que existan **variedades**, que se distinguen entre sí por ciertos caracteres y que se perpetúan por la herencia, o **cultivares** que son especies que fueron muy manipuladas, como la papa y la quinua (9), este manejo incrementa la riqueza de la agrobiodiversidad.

La “quinua” y la “cañahua” son cultivos nativos de la región andina (centro de origen Perú y Bolivia), las mismas podrían ser cultivadas dentro del área del valle de La Paz, como se menciona en el primer libro. Sin embargo, en el área de estudio no se observó ningún indicio de ello. En los Andes de Sudamérica y en diferentes trabajos de Perú y el norte de La Paz se catalogan diferentes especies, subespecies, híbridos y variedades de “papa”(10, 11, 12) que concuerdan con algunas especies en los pisos andino inferior y superior del valle de La Paz, y se cultivan diferentes especies de “papas” *Solanum tuberosum* subsp. *andigena, S. ajanhuiri, S. stenotomum,* además de otras especies como “tarwi” (*Lupinus mutabilis*), “papalisa” (*Ullucus tuberosus*), entre otros (Tabla 1). La preferencia de estas especies radica en que tienen un uso múltiple,

Tabla 1. Distribución de las especies nativas del valle de La Paz. **Piso altitudinal**: Montano (Mo), Altimontano (Al), Andino inferior (Ai), Andino superior (As). **Nótese**: especie registrada en el catálogo de la segunda edición (Ct) y no (**) y cultivo no confirmado (*).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m) y Piso altitudinal	Centro de origen
Amaranthaceae	*Chenopodium pallidicaule* (*)	cañahua		Bolivia y Perú
	Chenopodium quinoa (*, Ct)	quinua		Bolivia y Perú
Basellaceae	*Ullucus tuberosus* (Ct)	papalisa	3600 (Ai)	Bolivia y Perú
Fabaceae (Leg.)	*Lupinus mutabilis* (**)	tarwi	3600 (Ai)	Los Andes
Oxalidaceae	*Oxalis tuberosa* (Ct)	oca	2800 (Mo)	Bolivia y Perú
Solanaceae	*Capsicum cardenasii* (Ct)	ulupica	2800 (Mo)	Bolivia y Perú
	Capsicum pubescens (Ct)	locoto	2800 (Mo)	Bolivia y Perú
	Solanum ahanhuiri (**)	ajahuiri	3600 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum tuberosum (Ct)	papa	3300-3800 (Ai , As)	Bolivia y Perú
	Solanum x ajanhuiri (**)	jancko ckati	3600 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum x chaucha (**)	huaico	3600-3800 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum phureja (**)	phureja, pitiquilla	3600-3800 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum stenotomum (Ct)	muruka, phinu, quene, surimana, chojllo	3500- 3800 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum tuberosum subsp. *andigena* (**)	huila imilla, imilla roja,	3800 (Ai)	Bolivia y Perú
	Solanum tuberosum var. *chiar-imilla* (**)	chiar imilla, pala	3800 (Ai)	Bolivia y Perú
Tropaeolaceae	*Tropaeolum tuberosum* (Ct)	isaño	4300 (As)	Bolivia, Ecuador y Perú

con una demanda alta de producción y consumo. En las partes altas los tubérculos son transformados en "chuño", "tunta" (por lo general se usan las "papas" amargas) y "kaya" de la "oca" *(Oxalis tuberosa)*, los mismos son conservados por periodos largos para la venta o el autoconsumo.

Las familias Amaranthaceae, Basellaceae, Oxalidaceae y Solanaceae son originarias de Perú y Bolivia y algunas especies de la familia Fabaceae-Leguminosae (Leg.) y Tropaeolaceae son originarias de los Andes (Tabla 1). Las especies nativas como *Tropaeolum tuberosum* fueron registradas a una mayor altitud (4300 m) en el piso andino superior. Las especies que cubren un mayor rango altitudinal son *Ullucus tuberosus, Lupinus mutabilis* y ocho especies del género Solanum entre los 3300 a 3800 m, en los pisos altimontano y andino inferior. A una menor altitud se registraron *Oxalis tuberosa, Capsicum cardenasii y C. pubescens* en el piso montano (Tabla 1).

2.2. Cultivos introducidos:

Antiguamente el ser humano seleccionaba diferentes especies de plantas con el fin de satisfacer sus necesidades, muchas de estas han sido manipuladas genéticamente para adaptarse a diferentes ambientes fuera de su centro de origen y de su ecosistema. Actualmente, muchas especies han sido introducidas por intercambio o beneficios económicos. Las familias con mayor número de especies introducidas son Rosaceae y Fabaceae (Leg.) (ambas con 4 especies). Las especies de Rosaceae son pequeños árboles o arbustos frutales "durazno" (*Prunus persica*), "pera" (*Pyrus communis*), "manzana" (*Malus sylvestris*) y "ciruelo" (*Prunus domestica*) y para la familia Fabaceae una especie arbórea "pacay" (*Inga feuillei*) y tres herbáceas que fijan nitrógeno "arveja" (*Pisum sativum*), "haba" (*Vicia faba*), Asteraceae con 3 especies, destacan dos especies de hortalizas "lechuga" (*Lactuca sativa*) y "alcachofa" (*Cynara scolymus*) y una oleaginosa y/o ornamental "girasol" (*Helianthus annuus*), las demás familias se encuentran con dos y una especie (Tabla 2).

En total se registraron 31 especies introducidas en el valle de La Paz, estas plantas fueron desplazando a las especies nativas porque presentan un mejor mercado. Las especies que cubren un mayor rango altitudinal fueron "lechuga" (*Lactuca sativa*), "maíz" (*Zea mays*) y "cebada" (*Hordeum vulgare*) desde los 2700 a 3700 m en los pisos montano, altimontano, andino inferior. A menores altitudes en el piso montano se registraron "beterraga" (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *vulgaris*), "cebollín" (*Allium schoenoprasum*), "chirimoya" (*Annona cherimola*) entre otros. La mayoría de estas especies ocupan casi todos los pisos altitudinales y provienen de diferentes centros de origen como Europa, Asia, África, del mediterráneo algunos de Centroamérica y el sud de los Estados Unidos entre otros (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de las especies introducidas del valle de La Paz. Piso altitudinal: Montano (Mo), Altimontano (Al) y Andino inferior (Ai). Nótese: especie registrada en el catálogo (Ct) y las que no están en el catálogo (**).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m) y Piso altitudinal	Centro de origen
Amaranthaceae	*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris var. vulgaris* (**)	beterraga	2300-2800 (Mo)	Europa, Asia y África
	Beta vulgaris ssp. *vulgaris* var. *cicla* (**)	acelga	2200-3400 (Mo, Al)	Mediterráneo y en las Islas Canarias
Amaryllidaceae	*Allium schoenoprasum* (Ct)	cebollín	2500 (Mo)	Siberia
	Allium cepa var. cepa (**)	cebolla	3200-3300 (Al)	Asia central
Annonaceae	*Annona cherimola* (Ct)	chirimoya	2200-2500 (Mo)	Vertiente oriental de los Andes
Apiaceae	*Daucus carota* (Ct)	zanahoria	2200-2800 (Mo)	Asia e Irán
	Petroselinum crispum (Ct)	perejil	2200-2800 (Mo)	Mediterráneo
Asteraceae	*Lactuca sativa* (Ct)	lechuga	2800-3700 (Mo, Al, Ai)	Costas del sur y sureste del mar Mediterráneo
	Helianthus annuus (Ct)	girasol	2200-3200 (Al)	Continente americano, centro y norte de México, parte sur y oeste de los Estados Unidos
	Cynara scolymus (**)	alcachofa	2200-3600 (Mo, Ai)	norte de África y sur de Europa

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altitud (m) y Piso altitudinal	Centro de origen
Brassicaceae	*Brassica oleracea* spp. *oleracea* var. *itálica* (**)	brócoli	2200-2500 (Mo)	Asia occidental y Europa
	Brassica oleracea spp. *oleraceae* var. *capitata* (**)	repollo	2800-3200 (Mo, Al)	Asia occidental y Europa
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica* (Ct)	tuna	2500-3200 (Mo, Al)	México y el Caribe
Cucurbitaceae	*Cucurbita maxima* (Ct)	zapallo	3200-3700 (Al, Ai)	Continente americano, solo encontrada en la parte sur de Perú y Bolivia y en norte de Chile
Fabaceae (Leg.)	*Inga feuillei* (Ct)	pacay	2400-2800 (Mo)	Amazonía
Fabaceae (Leg.)	*Phaseolus vulgaris* (**)	poroto	2200-2500 (Mo)	México hasta el norte de Argentina
Fabaceae (Leg.)	*Pisum sativum* (Ct)	arveja	3300-3600 (Al, Ai)	Europa, Mediterráneo y de África Oriental
Fabaceae (Leg.)	*Vicia faba* (Ct)	haba	3300-3800 (Al, Ai)	Europa
Lauraceae	*Persea americana* (**)	palta	2000-2400 (Mo)	México a Colombia
Lythraceae	*Punica granatum* (Ct)	granada	2000-2800 (Mo)	Asia menor, Irán –Turán
Moraceae	*Ficus carica* (**)	higo	2500-2800 (Mo)	Caria (Asia menor)
Passifloraceae	*Passiflora tripartita* (Ct)	tumbo	2400-3500 (Mo, Al)	norte de Sudamérica, hasta el norte de Chile, Argentina y Uruguay
Poaceae	*Zea mays* (Ct)	maíz blanco, maíz rojo (gris)	2800-3700 (Mo, Al, Ai)	México hasta Honduras
	Hordeum vulgare (Ct)	cebada	2700-3600 (Mo, Al, Ai)	Asia y su cultivo en la China
Rosaceae	*Prunus persica* (Ct)	durazno, amarillo, perchico, olincate	2800-3300 (Mo, Al)	China, Afganistán e Irán
	Malus sylvestris (Ct)	manzana	2200-2700 (Mo)	Europa, Asia central
	Pyrus communis (Ct)	pera agua, pera canela, pera manzana	2500-3400 (Mo, Al)	Este de Europa y Asia Occidental
	Prunus domestica (Ct)	ciruelo	2200-2700 (Mo)	Provenientes del medio y extremo oriente. Otros de África y América pero la mayoría serían indígenas
Rutaceae	*Citrus limon* (**)	limón	2200-2400 (Mo)	Pakistán e India, sureste de Asia, entre Burma y el sur de China
Solanaceae	*Capsicum annuum* (**)	morrón, pimentón	2500-2800 (Mo)	Del sur de E.E.U.U. hasta Colombia
	Lycopersicon esculentum (Ct)	tomate	2200-2500 (Mo)	Región Andina del sur de Colombia al norte de Chile, Ecuador

3. Distribución por pisos altitudinales

La variación de la altitud, crea una diversidad de ambientes, desde los fondos de valles cerca de los ríos en las poblaciones de Huajchilla 3100 m, Tahuapalca 2400 m y Río Abajo por el sector de Janko Uma 2200 m, hasta las laderas de cerros por encima de los 3500 m (Pinaya, Llujo, Ovejuyo, Muela del Diablo), y mayor a 4200 m (Siete Lagunas, Hampaturi) los cuales son adecuados para diferentes cultivos (Figura 1 y 2).



Figura 1. Diferentes cultivos por ecorregión y pisos altitudinales en el valle de La Paz. a) Cultivos con barreras de árboles introducidos "pino" y "eucalipto" (Cohoni), Puna y Altoandino – pisos andino inferior y superior; b) Cultivos de "haba" (*Vicia faba*), "papa" (*Solanum tuberosum*), Puna y Altoandino - pisos andino inferior y superior; c) Cultivo de "maíz" (*Zea mays*), Puna - piso andino inferior; d) Diferentes cultivos de "maíz", "papa" y hortalizas, Puna - piso andino inferior; e) Cultivo de hortalizas Valles Secos - piso montano; f) Cultivo de "cebada" (*Hordeum vulgare*), Puna y Altoandino - piso andino inferior y superior; g) Cosecha de "papa" (Cohoni), Puna - andino inferior; h) Cultivo de "maíz" (Tahuapalca), Valles Secos - piso montano; i) Cultivo de "alcachofa" (*Cynara scolymus*), reemplazando a cultivos nativos por su alto precio, Valles Secos - piso montano; j) Cultivo de "lechuga" (*Lactuca sativa*), Valles Secos, piso montano; k) Cultivo de "higo" (*Ficus carica*), Valles Secos – piso montano; l) Cultivo de "pacay" (*Inga feuillei*), Valles Secos – piso montano.

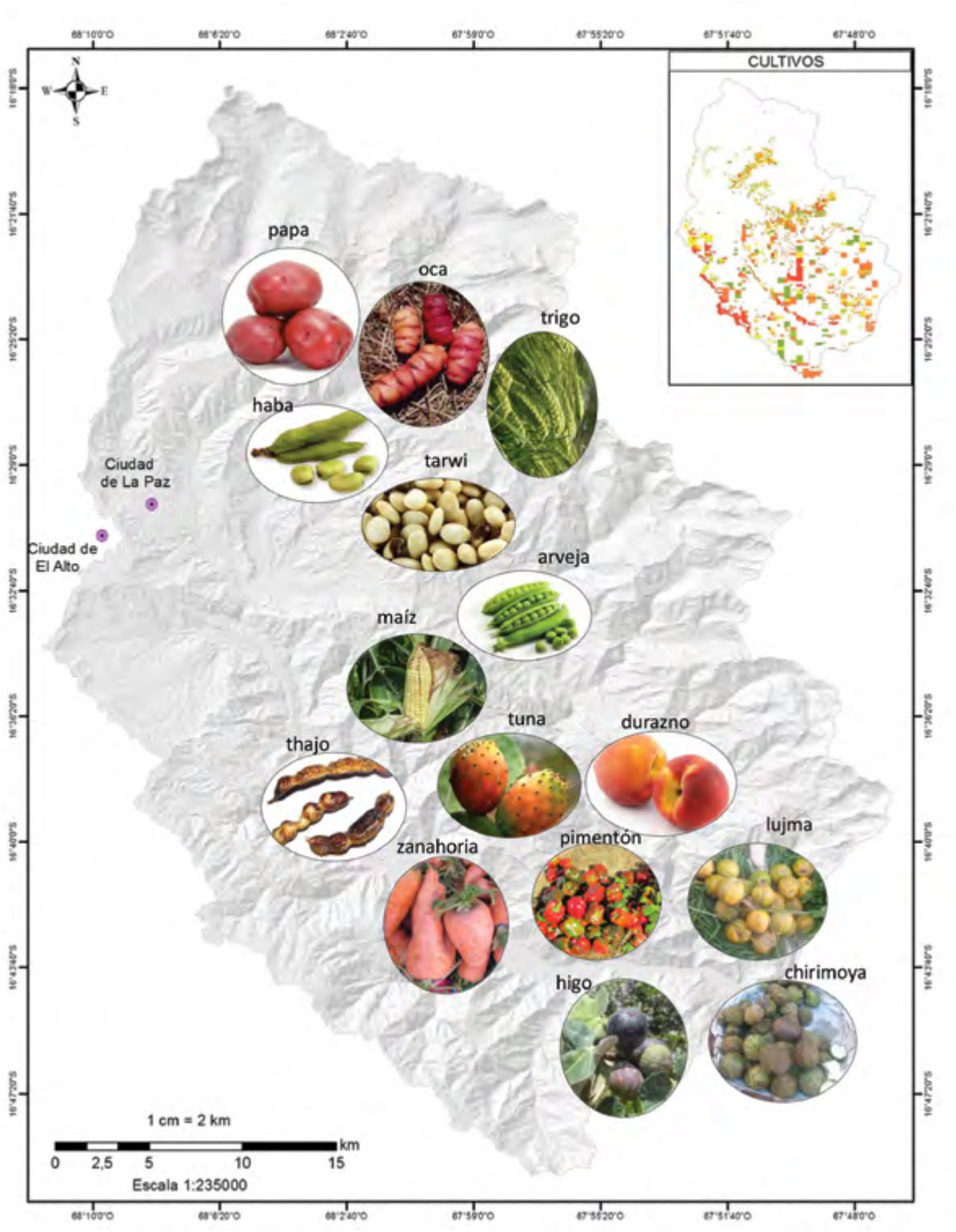


Figura 2. Distribución de cultivos del valle de La Paz. Nótese que la mayoría de los cultivos introducidos "no nativos" se encuentra al sur este.

Interacciones entre plantas y animales

Luis F. Pacheco[1,2,3], James Aparicio[4],Camila Benavides [5], Mariela Escobar[5], Raquel Galeón[2,6], Emilia García[1,3,7], Fernando Guerra[2], M. Isabel Gómez[2,4], Daniel M. Larrea-Alcázar[1,9], Miguel Limachi[2], Diego Maldonado[2], Bruno Miranda[2,4], Daniela Morales[5], M. Isabel Moya[2,4,6], Adriana Rico[1,2,3], Jorge Salazar-Bravo[2,8] & Luciana Tellería[3]

[1]Instituto de Ecología-UMSA; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Carrera de Biología; [4]Museo Nacional de Historia Natural; [5]Carrera de Biología; [6]Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia; [7]Herbario Nacional de Bolivia; [8]Universidad de Texas Tech, [9]Asociación Boliviana para la Inverstigación y Conservación de Ecosistemas Andino Amazónicos.

1. Introducción

Todas las especies interactúan, ya sea para conseguir alimento, reproducirse o escapar de sus depredadores. Las interacciones entre plantas y animales aseguran la permanencia de procesos, e incluyen la herbivoría, la granivoría y los mutualismos. En este capítulo explicamos esas interacciones, con ejemplos del Valle de La Paz.

2. Herbivoría

La herbivoría ocurre cuando un animal se alimenta de una planta, lo que por regla general reduce la sobrevivencia y/o reproducción de la planta. Los herbívoros son el primer eslabón en las cadenas alimenticias (consumidores primarios) y pueden pertenecer a varios grupos taxonómicos, desde mamíferos (p.e. venados, camélidos, y roedores) y aves (p.e. patos), hasta muchas especies de insectos y otros invertebrados. Pocos reptiles son herbívoros y no se conocen anfibios que sean herbívoros en estado adulto, pero una mayoría lo son como renacuajos. Existen también algunos peces herbívoros en Bolivia, pero no existen en el valle de La Paz.

Los mamíferos herbívoros más comunes son domésticos: caballos, cabras, conejos, etc., pero aquí nos ocuparemos solamente de especies silvestres. Un ejemplo es la taruja (*Hippocamelus antisensis*) que se alimenta de plantas como *Rynchelytrum*, *Muhlenbergia*, *Kageneckia lanceolata*, *Tillandsia* y *Astragalus* (C. Benavides, datos no publ.).

Aunque los roedores son más conocidos como granívoros, hay muchos que son herbívoros, como vizcachas, ratas chinchilla, cuises, tujos y ratas cola de pincel, que se alimentan principalmente de plantas fibrosas. Las vizcachas (*Lagidium viscacia*) prefieren las gramíneas (16). Otro roedor herbívoro, el tujo o tocoro (*Ctenomys leucodon*), que habita en colonias, suele llevar alimento a sus cuevas, lo cual podría modificar la vegetación circundante a sus colonias.

Los tocoros cavan sus propias madrigueras y los túneles abandonados son frecuentemente reutilizados por otros animales, como el cuy común (*Galea musteloides*), aves y lagartijas "jararankos". El cuy también modifica la vegetación que rodea sus galerías, y construye montículos sobre plantas como las yaretas, y tapiza sus galerías con gramíneas.

La rata cola de pincel (*Octodontomys gliroides*) consume principalmente hojas y corteza de arbustos; aunque prefiere los cactus (Figura 1), de los cuales obtiene agua; y también come sus frutos, por su alto contenido de azúcares. Otros roedores, como la rata andina (*Andinomys edax*), el ratón de la puna (*Punomys kofordi*) y el ratón andino de los pantanos (*Neotomys ebriosus*), se alimentan principalmente de plantas. Sin embargo, este comportamiento aún no fue registrado para las poblaciones del valle de La Paz.



Figura 1. *Octodontomys gliroides* (juvenil) alimentándose de un cactus en Llacasa. Foto: Josef Rechberger

Si bien las liebres (*Lepus europaeus*) provienen de Europa, son tambien comunes en el valle de La Paz, particularmente en el valle seco. Al alimentarse de plantas herbáceas cultivadas (forrajeras, hortícolas), las liebres pueden reducir el rendimiento de diversos cultivos agrícolas.

Ocho especies de aves del valle de La Paz se alimentan de partes vegetales. El cortarramas argentino (*Phytotoma rutila*) usa su pico aserrado para cortar hojas y brotes de plantas como algarrobos, molles y acacias; aunque también consume insectos, frutos, semillas y flores. La huallata (*Oressochen melanopterus*), se alimenta principalmente de pastos, juncos y plantas acuáticas carnosas (18).

Los patos *Anas georgica* y *Anas puna* comen principalmente partes vegetativas de hierbas, algas y otras plantas acuáticas, aunque también consumen semillas, raíces e invertebrados acuáticos (crustáceos, moluscos, insectos). La focha andina (*Fulica ardesiaca*) se sumerge para comer plantas como *Chara* y *Elodea*; y la focha gigante (*Fulica gigantea*) se alimenta de plantas de la superficie, como *Myriophyllum quitense*, *Callitriche heteropoda* y también de algas filamentosas (29, E. García, Datos no publicados). Otras aves herbívoras son la agachona grande (*Attagis gayi*) y la agachona mediana (*Thinocorus orbignyianus*), que se alimentan de plantas espinosas o suculentas, además de brotes y hojas de hierbas en áreas con vegetación baja o bofedales (8).

Las lagartijas de zonas altas (*Liolaemus forsteri* y *L. ornatus*) son los únicos reptiles omnívoros del valle de La Paz. Su dieta incluye mayor cantidad de plantas a medida que la lagartija crece (3). Un estudio en Oruro mostró que el consumo de plantas por *L. ornatus* es mayor durante el invierno, cuando escasean los insectos y el agua (2).

Todas las mariposas son herbívoras en sus etapas larvales (orugas) y, en algunos casos, pueden causar daño a los cultivos. Por ejemplo, *Leptophobia aripa* se alimenta de repollo, nabo y berros. Las larvas de *Tatochila autodice* se alimentan de repollo y rábano. Las especies del género *Colias* se alimentan de tarwi y alfalfa. Sin embargo, la mayoría solo consumen plantas silvestres (12).

Un ejemplo interesante es la mariposa *Metardaris cosinga*, que deja sus huevos sobre plantas nativas como el ailampo (*Berberis boliviana*), chilca (*Baccharis latifolia*) y *Escallonia resinosa*, pero sus larvas también se habituaron a alimentarse de las hojas de pinos introducidos (*Pinus radiata*); y no es raro que dejen las ramas casi peladas.

Otras plantas exóticas, como *Rapistrum rugosum*, son usadas como hospederas por *Tatochila autodiceernestae*, pero la planta no parece sufrir mucho daño, posiblemente porque la mariposa no es una especialista, sino que usa al menos otras cuatro especies de plantas hospederas y esto podría explicar el éxito de esta planta invasora, que crece en diferentes ambientes del valle de La Paz. Algunas larvas de mariposas nocturnas (*Lasiocampidae*) y diurnas (*Lycaenidae*) se alimentan también de pétalos de las flores, especialmente de la familia Compositae, pero no hemos verificado esta interacción en el valle de La Paz.

Otros insectos herbívoros comunes en el valle y que sólo están presentes en las localidades de Río Abajo, son las hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex*), las cuales actúan de forma parecida a los ¨Sepes¨ (género *Atta*), tan comunes en tierras bajas. En los alrededores de los hormigueros de esas especies en el valle es fácil hallar restos de las plantas (hojas y semillas), que las hormigas utilizan como sustrato para cultivar los hongos con que alimentan sus larvas.

Si bien los saltamontes son conocidos como plagas agrícolas, esto no se ha reportado para el valle de La Paz. Las especies del valle se alimentan mayormente de plantas nativas y nunca se las observa en cantidades tan altas que hagan pensar en una potencial plaga.

Los insectos del orden Hemiptera son típicamente herbívoros, incluyen escamas (insectos sésiles), chicharras y pulgones (áfidos), que se alimentan de savia. Las chicharras son fáciles de ver y oír en los meses más calientes, mientras que los pulgones son comunes todo el año y son plagas habituales de hortalizas y plantas ornamentales. Los pulgones también dañan la retama (*Spartium junceum*, especie introducida), especialmente en años secos. Un grupo de hemípteros (*Aethalion* cf. *reticulatum*) son muy comunes en las chilcas (por ej. *Baccharis latifolia*). Otro hemíptero, la cochinilla *Dactylopius coccus* (Dactylopidae), fue introducida en Río Abajo para producción de pigmentos comercializables. Se la dejó atacar los cactus, tanto nativos (*Opuntia sulphurea*), como la tuna introducida (*O. ficus-indica*). Una vez que bajó el precio del pigmento, las tunas no pudieron recuperarse y su efecto sobre este cactus ha sido devastador entre Jupapina y Palomar.

El impacto de la herbivoría sobre las plantas puede ocasionalmente observarse en la producción de sustancias químicas por parte de las plantas atacadas como mecansimo de defensa. Es posible que esas sustancias sean la base del efecto médico (los flavonoides) de algunas plantas del género *Baccharis* (chillca), las cuales fueron estudiadas para su industrialización por investigadores de la UMSA (10). El producto ya está a la venta, con el nombre de Chilcaflam.

Finalmente, el escarabajo conocido como wakawaka *(Golofa eacus*) se alimenta de hojas y tallos de gramíneas nativas como la següenca (*Cortaderia*) y cultivadas, como el maíz. Normalmente, es poco común, pero en algunos años, su abundancia es muy alta y llega a dañar los maizales (Figura 2).



Figura 2. Wakawaka o torito (*Golofa eacus*) alimentándose de maíz en Taypichullo. Foto: Alejandra Roldán

3. Granivoría

Esta interacción se refiere al consumo de semillas que culmina con la muerte de la semilla. También se conoce como depredación de semillas. Por tanto, es distinto al consumo de semillas con el fruto (frugivoría), que veremos en la sección 4.2.

Los roedores son importantes consumidores de semillas y generalmente las depredan. De las 12 especies de roedores cricétidos del valle, nueve consumen semillas. Algunos ratones del valle seco, especialmente *Oligoryzomys andinus*, podrían llegar a ser plagas, pero es necesario determinar la magnitud del daño que produce esa especie.

Algunas especies de aves del valle de La Paz, como la pichitanka, loritos, semilleros, yales, chiringües, jilgueros y algunas especies de perdices y palomas, son típicamente granívoras. El pico de estas aves suele ser cónico y corto, el cual les permite consumir semillas de frutos con cubiertas duras que son difíciles de quebrar; además también tienen una molleja bien desarrollada. Los loritos tienen un pico corto y curvado, que les permite romper frutos muy duros; se alimentan de semillas de hierbas y arbustos, incluyendo los frutos de asteráceas que presentan un conjunto de escamas para su dispersión (i.e. *Viguiera* spp.).

Los jilgueros o chaiñitas (*Sporagra* spp.) también consumen estos frutos, además de semillas de brasicáceas y otras herbáceas; y ocasionalmente se alimentan de insectos pequeños. Las palomas generalmente recogen semillas del suelo y las consumen enteras. El efecto de las aves granívoras sobre la regeneración de las plantas del valle de La Paz es poco conocido, pero podría ser importante, en el caso de de especies de aves que son abundantes.

Los insectos también tienen especies granívoras, algunas de las cuales parecen especializarse en la granivoría de algunas especies. Por ejemplo, al menos 80% de las semillas del tak'o (*Prosopis alba*) son depredadas por escarabajos (*Rhipibruchus picturatus*; Figura 3; y *Acanthoscelides longescutus*; Coleoptera: Bruchidae). La larva de escarabajo entra al fruto inmaduro y sale en estado adulto, al dejar orificios notorios. Si se confirma que estos escarabajos son especialistas en *Prosopis*, es seguro que la dinámica de sus poblaciones debe estar completamente acoplada a la fenología del tak'o, cuyos frutos maduran entre abril y septiembre.

Otros escarabajos brúquidos aún sin identificar atacan las semillas de la takarkaya (*Senna aymara*). Las hormigas granívoras (*Pheidole, Forelius* y *Solenopsis*) consumen semillas de cactáceas columnares, particularmente de *Corryocactus melanotrichus*.

La karalawa (*Nicotiana glauca*) tiene flores y frutos durante todo el año. Sus frutos son secos (cápsulas), por lo cual sus semillas son el único atractivo para los animales y seguramente son parte de la dieta de los granívoros durante todo el año, y podrían ser clave para su mantenimiento en épocas en que otras especies no tienen frutos (ni semillas).



Figura 3. Izquierda Vainas de *Prosopis laevigata* con huecos que indican la salida del adulto de *Rhipibruchu spicturatus* (der. al microscopio), luego de depredar semillas. Fotos: Diego Maldonado

4. Mutualismos

Son interacciones entre dos especies que otorgan beneficios para ambas partes. En el caso de interacciones entre plantas y animales están la polinización, la dispersión de semillas y la defensa de plantas por animales.

4.1. Polinización.

Ocurre cuando un animal que se alimenta del néctar de las flores, recoge granos de polen y los transporta a otras flores de la misma especie, para promover así la reproducción de la planta (9). Existen especies de plantas que no darán frutos si es que sus flores no reciben polen procedente de otro individuo y se las conoce como **autoincompatibles**. Otras especies forman semillas aunque el polen sea del mismo individuo (incluso de la misma flor), y se las denomina **autocompatibles**. Algunas especies han desarrollado sistemas de polinización mixtos, que combinan sistemas compatibles y autoincompatibles, como los cactus *Corryocactus melanotrichus* (26) y *Oreocereus fossulatus* (14). En otras especies, el polen se transporta por efecto del viento (anemófilas), por lo que no requieren animales para ser polinizadas.

En el valle de La Paz, los grupos de polinizadores más comunes son aves e insectos, aunque actualmente se está estudiando la polinización por el murciélago nectarívoro (*Anoura peruana*). Dependiendo de la época del año, los murciélagos visitan alrededor de 14 especies de plantas, entre ellas *Trichocereus bridgesii*, *Nicotiana glauca*, *N. tabacum, N. otophora, Solanum* spp., *Tecoma* spp., *Puya* spp. y la cultivada *Callianthe megapotamicum*. Al alimentarse, el hocico de estos murciélagos puede impregnarse de polen, moviéndolo distancias de hasta 15 km (11). Es posible que *Anoura peruana* visite el valle de forma estacional, siguiendo la floración de cactus y ágaves, principalmente entre octubre y febrero. Las flores de *Nicotiana*, que suelen tener flores todo el año, podrían actuar como recurso complementario clave para los murciélagos que visitan el valle (R. Galeón, datos no publicados; Figura 4).



Figura 4. *Bombus* sp. visitando flor de *Opuntia sulphurea*, en Llacasa (Foto: Luis Pacheco)



Figura 5. *Anoura geofroyii.* Murciélago nectarívoro muy similar a *A. peruana*, que habita el valle de La Paz (Foto: Raquel Galeón)

Entre las aves, los colibríes están adaptados a una dieta basada en néctar. Seis especies habitan el valle: *Colibri coruscans*, *Patagona gigas*, *Oreotrochilus estella*, *Sappho sparganurus*, *Amazilia chionogaster* y *Lesbia nuna*. Todos son excelentes polinizadores de plantas nativas; e incluso visitan con frecuencia plantas introducidas en áreas verdes urbanas. Detalles de algunas especies que visitan los colibríes en el Valle de La Paz están en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de especies de plantas cuyas flores son visitadas por picaflores en el valle de La Paz. Fuente: D. Morales y M.I. Gómez, datos no publicados

Familia	Especie	Nombre común	*Colibri coruscans*	*Patagona gigas*	*Sappho sparganurus*	*Oreotrochilus estella*	*Amazilia chionogaster*
Agavaceae	*Agave americana*	ágave	x	x	x	x	x
Asteraceae	*Chuquiraga parviflora*	san gerónimo			x	x	
Asteraceae	*Mutisia acuminata*	chinchircoma	x	x	x	x	
Asteraceae	*Mutisia orbygniana*	ch'illka	x		x	x	
Bignoniaceae	*Tecoma fulva*	huaranguay	x	x	x		
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	tuna	x	x			
Cactaceae	*Echinopsis bridgesii*	anu chapi		x			
Cactaceae	*Oreocereus fossulatus*	chapitarwa		x			
Labiatae	*Salvia haenkei*	salvia o chunkachunka	x		x		
Liliaceae	*Aloe vera*	aloe			x	x	
Loranthaceae	*Tristerix penduliflorus*	jamillo	x		x		
Loasaceae	*Caiophora sp.*	itapallu, ortiga				x	
Malvaceae	*Callianthe megapotamica*	campanitas o farolitos	x	x	x		
Malvaceae	*Malva assurgentiflora*	malva real	x				
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	eucalipto	x	x	x	x	x
Polemoniaceae	*Cantua buxifolia*	kantuta	x	x	x		
Scrophulariaceae	*Agalinis lanceolata*	mankap'aki o sojosojo	x		x	x	
Solanaceae	*Dunalia brachyacantha*	tankara	x	x	x	x	
Solanaceae	*Nicotiana glauca*	karalawa	x	x	x	x	x
Xanthorrhoeaceae	*Kniphofia uvaria*	cuetillo o cohetillo	x	x	x		

El caso del cactus columnar *Trichocereus bridgesii* ("San Pedro" o "achuma") es especial. Su floración es masiva, en varios episodios cortos (4-7 días) e intensos, con 50-95% de los individuos en flor, entre octubre y febrero. La inversión de energía es enorme, pues cada individuo produce muchas flores de gran tamaño, pero la producción de frutos es muy baja. Esto se debe, probablemente, a que *T. bridgesii* es una especie que requiere polinización cruzada. La flores de *T. bridgesii* son visitadas de forma efectiva por 18 especies de animales en el valle de La Paz, cuatro órdenes de insectos (Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera) y picaflores, especialmente *Patagona gigas*; pero se cree que también son visitadas por murciélagos (*Anoura peruana*). Sin embargo, los visitantes más frecuentes son diurnos, en especial las abejas nativas *Ischnomelissa* sp. y *Habralictus* sp., aunque también las introducidas (*Apis mellifera*). Las flores de este cactus posiblemente también son visitadas por mariposas nocturnas y escarabajos de la familia Nitidulidae; pero al parecer los escarabajos son polinizadores ineficientes, pues usan las flores más como sitio de apareamiento (Escobar 2014). Otro cactus, *Oreocereus fossulatus*, posee flores tubulares rojas que están abiertas 2 a 3 días y son polinizadas por P. gigas, *C. coruscans* y *S. sparganurus* (14). Las flores de cactus de pequeño porte (especialmente

Echinopsis) son visitadas por avispas, abejas (Figura 5), moscas y escarabajos.

Las abejas domésticas frecuentemente visitan una variedad de flores nativas e introducidas. Una fuente importante de néctar son las flores de *Viguiera*, que florecen intensamente entre diciembre y mayo, y son muy visitadas por abejas. Por estudios en Chile, sabemos que las flores de *Prosopis* son polinizadas por abejas de Andrenidae, Halictidae, Colletidae y Apidae (28, 30); pero esto requiere confirmación para el valle de La Paz.

Las abejas son importantes polinizadoras de especies cultivadas y es necesario investigar si sus poblaciones están disminuyendo, como está ocurriendo en muchas partes del mundo, con importantes consecuencias a nivel agrícola. El masivo uso de agroquímicos en el valle podría estar afectando a abejas, abejorros y moscas nativas, con efectos múltiples sobre su salud y capacidad de forrajeo, como ocurre a nivel global (13).

Las mariposas se alimentan de néctar y su papel como polinizadoras es muy importante. Algunas especies de la familia Lycaenidae suelen aprovechar el néctar de flores de las mismas plantas que usan como hospederas para sus larvas. Son imprescindibles estudios que evalúen el doble rol de esas mariposas como polinizadoras (cuando adultas) y herbívoras (cuando larvas), sobre una misma especie de planta.

4.1.1. Robo de néctar:

El robo de néctar ocurre cuando un visitante floral se alimenta del néctar, sin dejar un beneficio a la planta; estos visitantes no se cargan de polen, por lo cual no actúan como polinizadores. Los individuos que realizan el robo de néctar pueden ser de dos tipos: los ladrones de néctar "primarios", que perforan las flores directamente y extraen el néctar, y los ladrones de néctar "secundarios", que utilizan una perforación ya realizada por un ladrón primario para conseguir el néctar (15, 17). Un caso poco común se da en el valle de La Paz: robo secundario de néctar por un colibrí. Lo interesante es que el colibrí *Sappho sparganurus,* que es un típico polinizador, no logra alcanzar el néctar en flores de *Tecoma fulva*, pero aprovecha los huecos que hace la abeja carpintera del género *Xylocopa* (ladrón primario), y roba el néctar. Otras aves que roban néctar son las tres especies de pinchaflores, del género *Diglossa*, que son ladrones primarios de varias especies de plantas.

Es posible que las plantas que presentan flores a lo largo de todo el año, como *Tecoma fulva* y *Nicotiana glauca*, sean recursos clave para el mantenimiento de los animales nectarívoros. Sin embargo, este rol puede ser reforzado por otras especies introducidas, como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y la retama (*Spartium junceum*), que también tienen flores casi todo el año y son visitados por abejas y abejorros, colibríes (*Colibri coruscans*) y posiblemente murciélagos (*Anoura peruana*). El caso de *Nicotiana glauca* es muy especial, pues algunas aves (colibríes y ladrones de néctar) visitan sus flores para la extracción del néctar (libando o robando), mientras que otras especies como *Zonotrichia capensis*, *Phrygilus punensis*, *Anairetes parulus* y *Poospiza hypochondria* comen insectos que encuentran dentro de las flores y en las ramas. Finalmente, *Saltator aurantiirostris* y *Catamena analis* incluyen semillas, e incluso flores de *N. glauca* como parte de su dieta. Todo esto hace suponer que *Nicotiana glauca* es un recurso clave para las aves y otros animales del valle de La Paz.

4.2. Dispersión de semillas:

Los animales frugívoros suelen ingerir las semillas junto con la pulpa del fruto y defecarlas o regurgitarlas. Si las semillas que salen del tracto digestivo pueden germinar, se dice que el animal es un dispersor legítimo. Otro tipo de animales dispersan las semillas que se adhieren a su cuerpo (externamente). No todas las plantas requieren de un animal para la dispersión de sus semillas, muchas se dispersan simplemente por gravedad o con ayuda del viento.

Entre los mamíferos del valle de La Paz se ha verificado que el zorro dispersa semillas viables de algunas especies (20). El zorro se alimenta de los frutos del tak'o (*Prosopis alba*) y también del molle (*Schinus areira*); y al menos las semillas del tak'o logran germinar luego de ser defecadas (Figura 6), aunque es casi seguro que las de molle también.



Figura 6. Hez de zorro, con semillas de *Prosopis laevigata*. (Foto: Diego Maldonado)

Al menos 13 especies de aves del valle son frugívoras y potencialmente dispersoras de semillas. El azulejo (*Thraupis sayaca*), la tangara naranjera (*Pipraeidea bonariensis*) y el pepitero piquigualdo (*Saltator aurantiirostris*) se alimentan principalmente de frutos. Los

zorzales, yales y chiringües consumen principalmente semillas e insectos, pero también frutos. Estas especies son dispersoras de semillas de molles, cactáceas y epífitas. Con seguridad que el molle es una de las especies más importantes para las aves frugívoras. Si bien la fructificación más intensa del molle ocurre entre marzo y junio, es posible hallar frutos a lo largo de todo el año. Esto podría ser clave para el mantenimiento de los frugívoros en épocas de escasez. Algunas especies de solanáceas de los géneros *Solanum, Dunalia* y *Lycianthes* tienen frutos carnosos (como tomatitos), que son recursos importantes para las aves, especialmente en época de lluvias.

Algo menos común es la dispersión por reptiles. En el valle de La Paz, *Liolaemus aparicioi* parece ser dispersor ocasional de semillas de *Atriplex semibaccata* (B. Miranda y M. Ocampo, datos no publicados), pero esto requiere confirmación.

Entre los invertebrados, al parecer solamente las hormigas de los géneros *Acromyrmex* y *Azteca* podrían actuar como dispersores de semillas, pero solo de forma secundaria. En la zona de Huajchilla, donde las hormigas que parecen ser depredadoras de semillas del tak'o, podrían actuar también como dispersoras secundarias, pues transportan las semillas desde heces de zorro (D. Maldonado, Obs. Pers.). También se han observado hormigas (*Acromyrmex*) llevando semillas de *Echinopsis bridgessii* colectadas directamente del fruto, lo cual podría conducir a dispersión primaria (D. Larrea, Obs. Pers.), aunque el objetivo de las hormigas sea granivoría. Otras hormigas con potencial para dispersar semillas son *Azteca* y *Pogonomyrmex rastratus*.

Los cactus del género *Corryocactus* producen muchos frutos, que crecen hasta alcanzar unos 5 cm de diámetro y maduran en gran cantidad entre abril y junio. Al parecer, varias especies de aves se alimentan de sus frutos, pero no conocemos si son dispersores eficientes; aunque se ha demostrado experimentalmente la necesidad de escarificación de sus semillas y, por tanto, de dispersores.

Algunas aves ayudan a dispersar los "jamillos" (plantas hemiparásitas), los cuales pueden ser un problema para ciertas plantas. Por ejemplo, *Tripodanthus acutifolius* "roba" el agua a las plantas hospederas y no así los productos de la fotosíntesis. Una planta infestada por *T. acutifolius* corre el riesgo de morir, si es que está además en condiciones de extrema sequía.

4.3. Mutualismos de defensa:

Estas interacciones ocurren cuando un animal, comúnmente una hormiga, defiende una especie de planta que le sirve como refugio y/o de la cual obtiene recursos alimenticios. Ejemplos comunes en zonas de bosque son las hormigas del género *Azteca*, que viven y se alimentan en los árboles de *Cecropia* (ambaibo) y las hormigas del género *Pseudomyrmex*, que viven en los árboles de *Triplaris* (palo santo).

Un ejemplo en el valle de La Paz es la interacción entre hormigas *Camponotus*, *Forelius*, *Dorymyrmex* y *Linepithema*, que se alimentan de los nectarios extraflorales de al menos una especie de cactus, *Opuntia sulphurea*; y que ocasionalmente acosan a otros insectos que hallan sobre las plantas. Sin embargo, el beneficio para las plantas no es significativo, pues la presencia de las hormigas no incrementa supervivencia, ni reproducción de la planta (1). Esto se debe, probablemente, a que esas cactáceas no son un recurso principal para las hormigas.

Otra interacción interesante es la triple que se da entre las hormigas *Azteca*, *Dorymyrmex* y *Camponotus*, con el hemíptero *Aethalion* cf. *reticulatum*, que se alimenta de la savia de dos especies de plantas: *Baccharis latifolia* y *Tessaria fastigiata*. Como desecho, los hemípteros excretan un líquido azucarado, que es aprovechado por las hormigas; aunque ocasionalmente se observaron moscas (Diptera) y avispas (Hymenoptera: Vespidae) aprovechando ese exudado. Las hormigas provocan la excreción mediante el movimiento de sus antenas sobre la región posterior de los hemípteros o simplemente aprovechan el recurso acumulado sobre la planta (B. Miranda, Obs. Pers.).

Insectos del valle de La Paz

Juan Miguel Limachi Kantuta[1], Juan Fernando Guerra Serrudo[1], Javier Fernando Corro Ayala[1], Andrea Aduviri Castillo[1], Rosember Hurtado Ulloa[2] & Rosario Seferina Apaza Vera[1]

[1]Colección Boliviana de Fauna; [2]Herbario Nacional de Bolivia.

1. Descripción de la clase

La clase Insecta perteneciente al Subfilum Atelocerata (artrópodos con un solo par de antenas y apéndices de una sola rama (unirameos), se distingue principalmente por presentar cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. La cabeza presenta un par de antenas (raramente ausentes), ojos compuestos, un par de mandíbulas, un par de maxilas, una hipofaringe, un labium y un gonóporo (abertura externa de los órganos reproductivos). El tórax presenta tres pares de patas (seis en total: exapodos), cada una está compuesta por seis segmentos (coxa, trocánter, fémur, tibia, tarso y pretarso), el abdomen consiste de once segmentos; (1, 2), todos recubiertos por una cutícula quitinizada que forma un esqueleto externo (exoesqueleto), como es característica del Filum Artropoda al cual pertenecen (3).

2. Origen evolutivo

Los insectos son un grupo muy antiguo y diverso. Después de los primeros artrópodos terrestres como los escorpiones, arañas y milpiés que aparecieron en el Silúrico, los primeros hexápodos emergieron en el Devónico. Aunque se tiene más fósiles registrados del Carbonífero y periodos posteriores (1), hay autores que indican que los primeros hexápodos estuvieron presentes desde el Silúrico (4). Se piensa que surgieron a partir de un ciempiés con un par de apéndices sobre cada segmento del cuerpo (5). Sin embargo, en los últimos años, debido a investigaciones en biología molecular, neurobiología, morfología comparativa y análisis cladísticos, se reconoce que los hexápodos están más relacionados con los crustáceos (cangrejos y camarones) que con los miriápodos (Figura 1) (5).

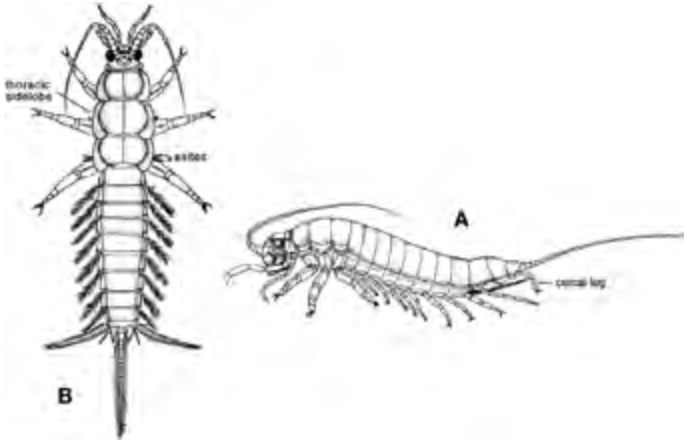


Figura 1. Reconstrucción de (A) *Dasyleptus* sp. (Monura); y (B) *Ramsdelepidion schusteri* (Zygentoma). Tomado de Kukalova 1987 (5)

Por otro lado, su transición del medio acuático hacia la tierra, tomó lugar a partir de un ancestro de los insectos y sus parientes más cercanos los Entognatha (hexápodos no considerados insectos, por ejemplo: Protura, Diplura y Collembola). A la vez, se debe recalcar que dicha colonización a la tierra ocurrió independientemente en los Miriapoda e Insecta (3).

El tamaño pequeño en los insectos, es un atributo crucial y un factor que les permite evitar la competencia con los vertebrados, debido a que pueden dominar másnichos ecológicos. Otro atributo importante es su rápido ciclo reproductivo, el cual no solo acelera el crecimiento poblacional, sino que les permite una adaptación evolutiva más rápida (2). Además de estos dos factores importantes, otros autores coinciden en que el éxito de este grupo reflejado en su alta riqueza de especies, abundancia de individuos, y capacidad de colonizar un amplio espectro de microhábitats, se debe a la condición alada, metamorfosis y multiplicidad de formas de vida (6).

Todas las capacidades y atributos mencionados hacen que los insectos estén presentes en muchos sustratos comoser: la hojarasca y el suelo, en la vegetación, en sustratos leñosos (xilófagos), en descomposición

(coprófagos), en los hongos (micetófilos), en cavernas, e incluso en cadáveres (necrófagos) (6). Así mismo, no hay duda de que los insectos son la mayor parte de la diversidad del mundo, con aproximadamente 950 000 (56%) de todas las especies descritas (4). En la actualidad se conocen entre 29 a 34 órdenes de insectos (6).

3. Importancia ecológica

Los insectos no son solo numéricamente más diversos que los otros organismos, sino que también llevan a cabo un gran número de roles funcionales, como la herbivoría, predación, parasitismo, descomposición y polinización, entre otros (4, 7, 8). Dichos roles implican asociaciones ecológicas a nivel de individuos, poblaciones y comunidades (4).

En su interacción con el hombre, los insectos desempeñan distintos papeles como plagas (aunque este término es enteramente antropocéntrico), cuando los insectos provocan daños a su cosecha, ganado o a ellos mismos, o como vectores, por la capacidad de transmitir enfermedades de un hospedero a otro. Pero también existen asociaciones que traen beneficio al humano, como ser la polinización en cultivos, el control de plagas (predadores y parasitoides), la industria de la seda, así mismo, como herramientas en el campo de la entomología forense (moscas necrófagas); en el campo de la investigación científica; como bioindicadores (escarabajos peloteros, mariposas, hormigas) e incluso, en la robótica espacial, en la que se construyen robots, a través de la imitación de los movimientos de locomoción de los insectos (5). Estéticamente han sido apreciados para la decoración desde miles de años atrás, en el tiempo de los faraones egipcios, romanos y chinos. Como alimento, hay un número sorprendente de especies que proveen de proteína al ser humano, como escarabajos, hormigas, saltamontes, grillos, polillas, entre otros (4).

Por último, es imprescindible subrayar que los insectos inevitablemente afectan su medio ambiente, cuando responden a los cambios de este ya sea producidos naturalmente o por actividad antropogénica, mediante formas que dramáticamente alteran las condiciones del ecosistema, tales como cambios bruscos en su abundancia, estructura, distribución, entre otros (9).

4. Entomofauna del valle de La Paz

Debido a la variación de pisos ecológicos, formaciones geológicas, fisiografía, microclimas y variación altitudinal del valle de La Paz, es posible encontrar gran diversidad de especies pertenecientes a diferentes grupos de insectos, varios aun no identificados taxonómicamente (mosquitos, microavispas, trips, etc.), otros en proceso de estudio (avispas sin alas y mariquitas, entre otros) pero, por sobre todo, muy poco conocidos para la gente que vive tanto en áreas rurales, periurbanas y/o urbanas de nuestra ciudad.

Uno de los grupos de insectos voladores más llamativos por sus formas y colores son las libélulas (Odonata). En el valle de La Paz, se encuentran tres especies de libélulas: *Rhionaeschna peralta, Sympetrum* sp., y una especie de zygoptero de la familia Coenagrionidae de la cual no se tienen colectas para el valle, aunque ha sido observada en la Laguna de Alto de Animas. Las larvas han sido reportadas en la región de Achocalla y laguna Jachcha Kkota (10). Las tres especies están asociadas a cuerpos de agua como lagunas naturales y artificiales, estanques y humedales, entre otros, que están presentes en el piso andino, subandino y sobre todo en el montano (Valles Secos), donde se nota mayor presencia y abundancia de estos individuos.

Por su parte, los escarabajos (Orden Coleoptera) del valle han sido poco estudiados a pesar de que es uno de los órdenes más diversos y numerosos. Para el valle se han registrado dos especies de la familia Buprestidae (escarabajos joya), ambas en el piso montano. También se han registrado dos especies de la familia Cerambycidae, ambas en el piso montano. Finalmente, se incluye a cuatro especies de la familia Tenebrionidae, quedando pendiente un inventario (estudio, evaluación) a profundidad de la familia en el valle de La Paz.

Otro de los grupos más conspicuos y llamativos por su tamaño y colores, son las mariposas, que se distribuyen a lo largo de todo el gradiente altitudinal del valle. En total se han registrado 59 especies de mariposas diurnas (Rhopalocera); la familia Pieridae con 19 especies, seguida de Lycaenidae con 18, luego Nymphalidae con 12 y finalmente Hesperiidae con 10 especies.

De todas ellas, cinco especies no son residentes del valle (*Tatochila stigmadice, Glutophrissa drusilla drusilla, Chlorostrymon simaethis simaethis, Ortilia gentina* y *Perichares deceptus* cf. *luscinia*). Dos especies están presentes en todos los pisos ecológicos (*Vanessa braziliensis* y *Vanessa carye*); y 15 son de distribución restringida a un solo piso ecológico. Dos especies están presentes únicamente en el piso subnival (*Piercolias forsteri y Piercolias huanaco*); son consideradas endémicas de Bolivia y quizás son las especies que vuelan a mayor altitud a nivel mundial. Cuatro especies son exclusivas del piso altoandino (*Tatochila distincta fieldi, Punapedaliodes flavomaculata, Yramea sobrina y Punargentus angusta angusta*), las últimas dos son especies endémicas de Bolivia. Dos especies se encuentran únicamente en el piso andino o puna (*Madeleineakoa* y *Rhammalorena*), la última es endémica de Bolivia. En el piso montano son siete especies exclusivas (*Leptophobia aripaelodina, Strymonrufos fusca*, *Strymonheodes*, *Strymoneremica,*

Calycopis sp., *Actinote pellenea* ssp. y *Urbanus Dorantes dorantes*).

En cuanto a las mariposas nocturnas (Heterocera), se consideraron únicamente dos familias Saturniidae y Sphingidae, la primera con una especie (*Leucanella stuarti koehleri*), presente en todos los pisos ecológicos excepto en el subnival y Sphingidae con cinco especies distribuidas en los pisos subandino y montano.

Los himenópteros en el valle también se encuentran ampliamente distribuidos, entre ellos los mutílidos (abejas, avispas y ormigas) son una familia de himenópteros vespoideos conocidos vulgarmente como hormigas de felpa u hormigas aterciopeladas, cuyas hembras carecen de alas y se asemejan a las hormigas. Para el valle se ha registrado tres especies de mutílidos, una de amplia distribución y dos restringidas al piso ecológico altoandino (*Ephuta* sp.) y al piso andino (*Timulla* sp.).

También las hormigas (Formicidae) son otro grupo de himenópteros diverso en cantidad de especies (aproximadamente 16) y por supuesto dominante en cantidad de individuos. Están presentes en la Puna y la Prepuna (*C. compositor, C. atriceps, S. interrupta, P. rastratus, Technomyrmex* sp.), como en los Valles Secos cercanos al centro de la ciudad (Achumani, Cota Cota) y los de Rio Abajo (*Camponotus mus, Azteca* sp., *Acromyrmex* sp. *Pheidole aberrans*), donde se registra la mayor cantidad de especies documentadas hasta el presente estudio. Como ocurre en muchas otras ciudades del país y Sudamérica, dentro de las casas y jardines se encuentra la hormiga argentina (*Linepithema humile*), especie de hormiga introducida, de origen argentino.

Una de las estrategias documentadas como adaptación al clima frío y seco del valle, es la construcción de hormigueros de varias especies de hormigas (*C. compositor, C. atriceps, S. interrupta*), bajo piedras de tamaño grande o bajo ciertas especies de plantas como ser *Echinopsis lageniformis* (*C. mus*) (12). Esta estrategia permite estabilizar la temperatura del nido en las noches, debido al descenso brusco de temperatura, al ocultarse el sol en el primer caso, o en el otro, para tener de forma cercana al nido, el recurso alimenticio, ya sea este nectario extra floral o exudaciones azucaradas emanadas por otros insectos fitófagos, que viven sobre dichas especies vegetales.

Por otro lado las moscas necrófagas que recientemente han adquirido importancia en el campo de la criminalística (entomología forense), en el valle de La Paz, han sido registradas básicamente en los pisos Andino y subandino, tanto en estudios particulares sobre entomofauna cadavérica, como en salidas de relevamiento que fueron parte del presente libro. La especies documentadas para estos pisos son *Sarconesia chlorogaster, Compsomyiops fulvicrura, Sarconesiopsis magellanica y Calliphora nigribasis*, estas dos últimas caracterizadas por ser las primeras en colonizar cadáveres.

De manera complementaria se documenta también la presencia de dos especies de moscas visitantes de las flores como *Eristalis* sp. y *Copestylum bolivianum*, ambas presentes abundantemente en los pisos Andino, subandino y de Valles Secos, sobre todo en época húmeda y de transición cuando ocurre masivamente la floración de especies arbustivas como ser *Baccharis latifolia, Viguiera australis, Senecio clivicolus*, entre otras.

ORDEN ODONATA

Autor: Rosember Hurtado U.

Las libélulas (orden Odonata) conocidas también como caballitos del diablo, son un grupo con pocas especies. Poseen una fase de vida larval en el agua, respirando por branquias externas o internas. Su desarrollo varía entre un par de meses hasta tres años según la especie (10). La fase adulta presenta vida terrestre-aérea y su tiempo de duración es corto desde unos días hasta algunos meses (10). Son insectos depredadores, generalmente de régimen insectívoro, capturan sus presas al vuelo o en reposo utilizando las patas (11). Se alimentan de mosquitos, otras libélulas (12, 13), langostas, polillas y varias especies de lepidópteros (14).

El cuerpo es largo, delgado y poseen dos pares de alas membranosas de similar tamaño con gran número de venas transversas formando reticulación característica. La cabeza es grande y de gran movilidad, los ojos grandes, las antenas muy cortas y en forma de pelo. El tórax es robusto e inclinado hacia atrás, por lo que las alas se localizan en la parte posterior y las patas muy cerca de la boca. El abdomen es largo y delgado. Generalmente presentan una coloración vistosa, en muchas especies ambos sexos poseen diferente color (15).

Las poblaciones de odonatos, especialmente en su fase larvaria, juegan un papel fundamental en la organización de numerosos cuerpos de agua (16), de tal modo que han sido presentados frecuentemente como buenos indicadores de las condiciones naturales de los medios acuáticos donde habitan (16, 17). Otra de las importantes aplicaciones de las larvas, es la de controladores de mosquitos que transmiten diferentes enfermedades, realizando un efectivo control sobre ellos, especialmente sobre larvas de mosquitos (12, 18).

Nombre científico: *Rhionaeschna peralta*
Nombre común: Libélula (español)

Descripción

Son libélulas de tamaño grande, con cuerpo alargado y muy robusto. La cabeza es esférica, con los ojos grandes y unidos en la parte dorsal, suelen ser muy brillantes y de colores vivos. La región delantera de la cabeza es amplia y plana, generalmente de color claro o vivo(15). Es la libélula de mayor tamaño en el valle de La Paz, mide alrededor de 7.6-8.0 cm de envergadura y el cuerpo 5.5-5.7 cm. Los machos presentan color celeste con manchas negras en el tórax y abdomen, mientras que las hembras poseen tonos de color celeste claro.



Figura 2. *Rhionaeschna peralta* en apareamiento (Foto: R. Hurtado).

Distribución

Rhionaeschna peralta se distribuye en Perú y Bolivia (20). En Bolivia se tiene registros en la orilla del Lago Titicaca y lagunas Huni, Ajuan Kota y Jacha Kota (10), también fue observada en bosques de *Polylepis* en el Parque Nacional Sajama. En el Valle se la ha observado en la zona de Mecapaca, Campus Universitario de Cota Cota (21), e incluso en la mancha urbana de la ciudad de La Paz en las zonas del mercado Rodríguez y la zona San Pedro.

Generalmente se lo observa sobrevolando los cuerpos de agua naturales y artificiales y ocasionalmente pueden observarse en lugares relativamente abiertos como pastizales y arbustales.

Historia natural

Rhionaeschna peralta es una especie territorialista y depredadora, se pueden encontrar de uno a dos individuos en cuerpos de agua de pequeño tamaño. Los machos se encuentran patrullando permanentemente sobre el espejo de agua y alrededores para evitar el ingreso de otros machos al territorio. En el espacio también cazan otros insectos como moscas (dípteros). Las hembras ingresan al territorio generalmente para aparearse y para depositar los huevos sobre sustrato en la superficie del agua como algas, macrófitas u otros objetos que floten. Las larvas se encuentran con mayor frecuencia en cuerpos de agua con abundantes macrófitas, se ha registrado individuos en lagunas con totora (*Schoenoplectus californicus*) y *Nasturtium officinale* (22). Durante la fase final las larvas salen a la superficie del agua sobre las macrófitas y pasan al estadio adulto.

La actividad de la especie en un cuerpo de agua, está muy relacionada a las condiciones meteorológicas, es decir que los individuos se mantienen activos a mayor intensidad de luz solar, elevada temperatura y reducida velocidad de viento (21). *R. peralta* se encuentra en lista de la UICN bajo la categoría de Preocupación Menor (20).

***Nombre científico: Sympetrum* sp.**
Nombre común: Libélula (español)

Descripción

Es una libélula poco conocida y no muy frecuente en la zona, pertenece a la familia Libellulidae que es la más grande del orden Odonata. Mide alrededor de 6 cm de envergadura y 3.7 cm de longitud corporal y presenta tórax y abdomen de color rojizo. En posición de reposo la posición de las alas es ligeramente inclinada hacia adelante.



Figura 3. *Sympetrum sp.* (Foto: R. Hurtado).

Distribución

El género *Sympetrum* se encuentra distribuido en todo el mundo excepto Australasia (23). La especie que se encuentra en el valle de La Paz ha sido observada en el Campus Universitario de Cota Cota, en la laguna artificial del Jardín Botánico y larvas fueron observadas en laguna natural donde crece *Rorippa nasturtium-acuaticum* (22).

Historia natural

Sympetrum sp., es un insecto depredador que se alimenta de otros insectos. Es muy territorialista, los machos establecen su territorio en la orilla del estanque y mantienen una distancia de 1.5 a 2 m entre individuos evitando el ingreso de otras libélulas de la misma especie o de otra especie, agrediendo constantemente. Suelen pasar mucho tiempo posados en ramas o piedras vigilando su espacio para repeler a otros individuos. Las hembras ingresan a los territorios de los machos para aparearse y/o dejar los huevos en las algas que flotan en el agua o cerca de macrófitas. La puesta de huevos normalmente ocurre en pleno vuelo donde la hembra se acerca al agua intermitentemente, sumergiendo parte del abdomen al agua o sustrato flotante, es frecuente que el macho sujete a la hembra usando sus apéndices abdominales por el protórax para asegurarse que deposite los huevos en su territorio y no se aparee con otros machos. La actividad de los individuos se observa en días soleados y con elevadas temperaturas, en caso de elevada nubosidad y vientos fuertes los individuos se alejan del cuerpo de agua, la mayor actividad ocurre entre las primeras horas de la tarde (13:00 – 14:00 h).

ORDEN COLEÓPTERA

Autores: J. Fernando Guerra S., Javier F. Corro A.

Los escarabajos (Coleoptera) (del griego koleos: caja o estuche, pteron: ala), contienen más especies que cualquier otro orden en todo el reino animal, seguido por los lepidópteros (mariposas y polillas), himenópteros (abejas, avispas y hormigas) y dípteros (moscas, mosquitos). El nombre vulgar de escarabajos se usa como sinónimo de coleópteros, pero muchos tienen sus propios nombres, como gorgojos, carcomas, barrenillos, mariquitas, sanjuaneros, aceiteros, ciervos voladores, luciérnagas, rompefocos, waca wacas, etc. Los coleópteros presentan una gran diversidad morfológica y ocupan cualquier hábitat, incluidos los de agua dulce y su presencia en ambientes marinos es mínima. La mayoría de los coleópteros son fitófagos y muchas especies pueden constituir plagas de los cultivos, siendo las larvas las que causan la mayor parte de los daños agrícolas y forestales.

Los coleópteros tiene las piezas bucales de tipo masticador y las alas delanteras (primer par de alas) transformadas en duros escudos, llamados élitros, que forman una armadura que protege la parte posterior del tórax, incluido el segundo par de alas y el abdomen. Los élitros no se usan para el vuelo pero deben (en la mayoría de las especies) ser levantados para poder usar las alas posteriores. Cuando se posan, las alas posteriores se guardan debajo de los élitros. La mayoría de los coleópteros pueden volar, pero pocos alcanzan la destreza de otros grupos, como por ejemplo las moscas y muchas especies vuelan sólo si es imprescindible. Algunos tienen los élitros soldados y las alas posteriores atrofiadas, lo que les inhabilita para volar. La enorme variedad de nichos ecológicos que los coleópteros ocupan en la naturaleza, se refleja en una gran variedad de regímenes alimenticios.

Familia Buprestidae

Los bupréstidos son una familia de coleópteros polífagos - fitófagos tanto en estado adulto como larvario, y en algunos casos, pueden ser plagas para la agricultura. Muchas especies están brillantemente coloreadas siendo verdaderas joyas para los coleccionistas.
Los bupréstidos son ágiles, buenos voladores y eminentemente diurnos, volando a pleno sol (heliófilos) y cuando la temperatura es alta (termófilos), siendo activos en la horas centrales del día. En caso de peligro repliegan antenas y patas y se dejan caer al suelo donde permanecen inmóviles y pasan inadvertidos.

Las hembras depositan los huevos en las grietas de la corteza, los tallos de plantas bajas, en el cuello de las raíces o sobre las hojas. En la mayoría de ocasiones eligen árboles o vegetación muerta, enferma o debilitada por el ataque de otros insectos, incendios, etc., con lo que contribuyen al saneamiento de los bosques. No obstante, algunas especies atacan plantas sanas y constituyen plagas.

El modo de vida de las larvas es variado. Las larvas de Judolinae son endogeas, es decir, viven en el interior del suelo. Muchas larvas de bupréstidos son xilófagas, o sea, excavan galerías en el interior de la madera (ya sean troncos, ramas o raíces), de la que se alimentan; tal es el caso de muchos Buprestinae, Acmaeoderini, Chrysobothrini o Agrilini. Otras larvas perforan y devoran la médula de plantas herbáceas anuales, sin leño; son ejemplo de esta categoría los Coraebini y Aphanisticini. Finalmente, algunas especies, como las de la tribu Trachydini son minadoras de hojas. El Género *Dactylozodes* Chevrolat, 1838, exclusivo de Sudamérica, es uno de los cinco pertenecientes a la tribu Stigmoderini Lacordaire 1857, que incluye adicionalmente a: *Conognatha* Eschscholtz 1829, *Agrilozodes* Théry 1927, *Hiperantha* Gistel 1834 y Semiognatha Moore & Lander 2005 (24).

Nombre científico: Dactylozodes (Parazodes) okea

Descripción:

D. okea, es muy parecida a la especie chilena *D. ornata,* pero *D. okea* tiene pubescencia elitral, convexidad lateral y falta de impresión mediana en el pronoto, desarrollo de la 3ª. costilla de los élitros, y regularidad y pequeñez de la escultura en los mismos, ausencia de ribete rojo en el pronoto y menor acuminación en el ápice de los élitros, cuya sutura es costiforme, frente surcada, ojos no perfectamente paralelos y escudete impuntuado.



Figura 4. *Dactylozodes (Parazodes) okea* (Foto: F. Guerra).

Distribución:

La especie se encuentra en Bolivia y Argentina. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2000 – 3000 m, en laderas arbustivas, quebradas arbustivas y planicies arbustivas.

Historia natural

Los estados inmaduros probablemente se alimentan de alguna especie de Asterácea (como *Baccharis o Eupatorium*). Los adultos vuelan cuando el clima es favorable y hay bastante calor, donde se alimentan del polen de varias especies de plantas. Presente en el piso ecológico montano.

Familia Cerambycidae: Subfamilia Cerambycinae

Los cerambícidos o escarabajos de antenas largas, son coleópteros polífagos (dieta alimenticia variada), están provistos de llamativas antenas, casi siempre más largas que el cuerpo. Las larvas son mayormente xilófagas, es decir, se alimentan de madera y para ello perforan troncos y maderos, siendo importantes agentes recicladores en los ecosistemas forestales. Algunos se consideran plagas, ya que daña muebles y vigas de madera. La duración del ciclo larvario es variable dependiendo del huésped: si es herbácea, un año; si es perenne, variable. Los adultos pueden ser diurnos o nocturnos y, a menudo, presentan colores llamativos.

Nombre científico: *Eriocharis lanaris*

Descripción

Longitud corporal 16 mm; cabeza y pronoto negros con fina y abundante pilosidad amarillenta, antenas de color rojo y negro. Élitros con tres franjas amarillo–anaranjadas longitudinales, en el fondo negro; base de los élitros con pilosidad abundante amarillenta hasta la cuarta parte. En las patas la coloración presenta, el fémur rojo–negro y la tibia y los tarsos rojos.



Figura 5. *Eriocharis lanaris* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Anteriormente Bolivia era registrada como localidad y en Argentina estaba Mendoza. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2800–2000 m. Es posiblemente endémica de los bosques secos, puede encontrarse en las laderas arbustivas, quebradas arbustivas y planicies arbustivas.

Historia natural

*Es posible que l*os estadios inmaduros se alimenten de especies de leguminosas, como en *Eriocharis richardii, de la que se reporta en Argentina que se alimenta* de plantas similares a *Gleditsia triacanthos* o *Prosopis alpataco*. Los adultos comen durante el día el polen de plantas del género *Senecio*. Actualmente ha sido sugerida para ingresar en el Libro Rojo de Los Insectos e Invertebrados de Bolivia (en preparación).

Nombre científico: *Eurysthea nicolai*

Descripción

Longitud corporal 23 mm; cuerpo estrecho y poco convexo color castaño-marrón brilloso y con pelos grises. Élitros con franjas angulares transversales amarillo-dorado en la parte media. En los laterales de los élitros una franja amarillenta desde la parte media hasta la 7/8 parte. Esquina externa posterior de los élitros, espinoso.

Distribución

Anteriormente registrada solamente en los departamentos de Santa Cruz y Beni en Bolivia y el norte de Argentina (Jujuy). Se encuentra entre los 2800 y 1000 m, es posiblemente endémica de los bosques secos, puede ser observado planicies arboladas y planicies arbustivas.

Historia natural

Los estados inmaduros se alimentan de alguna especie de Leguminosae (como por ejemplo *Eurysthea hirta* se alimenta de *Senegalia visco*). Es una especie nocturna y es atraída a las fuentes de luz. Se encuentra durante la época de lluvias. Se encuentra en el piso ecológico montano.



Figura 6. *Eurysthea nicolai* (Foto: F. Guerra).

Familia Tenebrionidae

Los tenebriónidos tienen predominantemente coloración obscura, de donde deriva su nombre (escarabajos de la oscuridad) aunque ocasionalmente tienen coloraciones vistosas. Se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritívoros), viven en el suelo y son diversos en ambientes esteparios y desérticos. Las antenas tienen normalmente 11 segmentos y son relativamente cortas. Tiene cinco artejos en los tarsos anteriores y medios, y cuatro en los posteriores (fórmula tarsal 5-5-4, raramente 4-4-4). Los élitros presentan usualmente costillas longitudinales. Muchas especies poseen glándulas defensivas en el abdomen que producen secreciones repugnatorias de carácter defensivo. Las larvas son cilíndricas y están bien esclerotizadas.

Existen diversos géneros que viven en relación con hormigas (mirmecófilos), y en ambientes habitados por el hombre. Hay especies que viven bajo cortezas de árboles y otras están estrechamente relacionadas con hongos. Varias especies son cosmopolitas y constituyen graves plagas para cultivos o productos almacenados, como la harina y arroz. Están adaptados a la falta de agua; poseen una cutícula muy gruesa y durante el día se refugian bajo piedras o se entierran en la arena para evitar la desecación; son un eslabón clave en la cadena trófica ya que son la base de la alimentación de numerosos reptiles y aves. La mayoría son malos voladores y muchos tienen las alas reducidas o atrofiadas, por lo que su capacidad de dispersión es limitada; ello ha propiciado la proliferación de numerosos endemismos con áreas de distribución muy restringidas a hábitats concretos.

Nombre científico: *Pilobalia* cf. *escobari*

Descripción

El adulto es de color negro brillante, longitud corporal de 20 mm (rango: 19-20 mm). Cabeza: con pelos negros aislados en la frente; en el borde de los ojos presenta pelos amarillos que forman una franja que los rodea (estos pelos también se encuentran más dispersos en la sutura clipeal y en el borde del clípeo); clípeo profundo y ancho en su parte media, que se angosta hacia los lados formando un pliegue; segundo y tercer segmento antenal en conjunto con longitud mayor que la suma del cuarto y del quinto. Tórax: ancho de la base del protórax mayor que el lado más ancho de los élitros. Élitros: franja de pelos sedosos que abarcan desde la base de los élitros hasta el extremo distal, a través del borde externo de los élitros; dicha banda no entra en contacto con las costillas; además, hay reminiscencias de este tomento en la zona media de los élitros, donde aparecen algunos pelos canos (9).

Distribución

Distribuida en Chile, Argentina y ahora en Bolivia (8). En el valle de La Paz se encuentra entre los 3800 y 4500 m. Es posible encontrarlo en



Figura 7. *Pilobalia* cf. *escobari* (Foto: F. Guerra).

vegetación de estepa altoandina y puna húmeda con pajonales, laderas rocosas donde abundan los cojines de Azorella y en arenales con hierbas en roseta o vegetación de bajo tamaño muy dispersa.

Historia natural

Es una especie exclusivamente terrestre, se encuentra corriendo entre la vegetación y las áreas abiertas. Es diurna y muy abundante en la época de lluvias. Se encuentra en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Nombre científico: *Pilobalia oblonga*

Descripción

Su coloración general es negra. Pronoto liso, opaco con puntuación muy fina y espaciada, casi imperceptible a simple vista, pilosidad muy escasa, corta y negra, más evidente hacia los lados. Élitros convexos, rugosos y estrechándose notoriamente hacia el ápice, el diseño elitral está formado por pilosidad blanquecina muy densa, y muy evidente que corre muy apegada longitudinalmente al margen lateral, hasta el ápice; disco y zona del declive. El diseño es variable formado por manchas aisladas longitudinales, a veces irregulares, siendo la anterior que nace de la parte elitral muy corta; otra en la zona media de forma poco definida y una longitudinal que comienza en el declive y termina antes de llegar al ápice, sin juntarse con la lateral. Patas castañas con pilosidad corta y densa de color blanquecino y con pequeños pelos negros, en pequeña cantidad y más erectos; antenas negras con abundante pilosidad erecta del mismo color y pequeños pelos canos en menor proporción.



Figura 8. *Pilobalia oblonga* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Especie registrada para Bolivia, Perú y Chile. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3800 y 4500 m, en planicies y quebradas secas.

Historia natural

Es una especie exclusivamente terrestre, se encuentra corriendo entre la vegetación y áreas abiertas del Altoandino y la Puna. Es diurna y muy abundante en la época de lluvias, puede encontrarse refugiada bajo piedras o plantas. Presente en los pisos ecológicos altoandino y andino.

Nombre científico: *Pilobalia decorata*

Descripción

El adulto es color beis con manchas plomas y negras en el dorso. La longitud corporal es 17 mm aproximadamente. Existen individuos más obscuros, las manchas del dorso son triangulares, romboidales o en forma de bumerang y van paralelas a la sutura elitral, el cuerpo presenta pilosidad corta blanquecina y castaña mezcladas

El disco del pronoto es pronunciado. Los élitros son convexos, rugosos y estrechándose notoriamente hacia el ápice, con una costilla cada uno, muy levantada llegando hasta el comienzo del declive. Las carenas o costillas son negras o plomas, con una intersección en los ¾ de los élitros. Las patas son negras – beis, con pilosidad negra y blanquecina.



Figura 9. *Pilobalia decorata* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Especie registrada para Bolivia, Perú y Chile. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3800 y 4500 m, en planicies y quebradas secas.

Historia natural

Es una especie exclusivamente terrestre, se encuentra corriendo entre la vegetación y áreas abiertas del Altoandino y la Puna. Cuando sus poblaciones son abundantes suelen constituir plagas de cultivos del maíz y la quinua. Es diurna y muy abundante en la época de lluvias. Presente en los pisos ecológicos Subnival y Altoandino.

ORDEN HYMENOPTERA

Autores: J. Fernando Guerra S., J. Miguel Limachi K., Rosembre Hurtado U.

Familia Mutillidae

Los mutílidos son una familia de himenópteros vespoideos, conocidos vulgarmente como hormigas de felpa u hormigas aterciopeladas ya que estan cubiertas de vellosidad que puede ser roja, negra, blanca, plateada o dorada. Las hembras carecen de alas y se asemejan a las hormigas, pese a que están lejanamente relacionadas. El tegumento, muy fuerte y rugoso, les confiere protección contra las picaduras de avispas y abejas, cuyos nidos invaden. Los machos tienen alas y no son tan velludos como las hembras. El dimorfismo sexual es tan marcado que machos y hembras no parecen ser de la misma especie. En algunas especies el macho es más grande que la hembra y la acarrea en vuelo durante el apareamiento. Tienen una picadura muy dolorosa y sólo las hembras tienen aguijón pudiendo picar repetidas veces. Tienen un órgano de estridulación en el metasoma o abdomen que produce un chirrido o sonido agudo para prevenir y ahuyentar a posibles predadores.

Son las únicas avispas sin alas con surcos cubiertos de pelos en el metasoma (segundo segmento abdominal) y con los segmentos del mesosoma (tórax) fusionados en el dorso. Las hembras tienen un protórax distintivo y un peciolo alargado similar al de las hormigas. El macho vuela buscando hembras, después del apareo la hembra busca el nido de un insecto (una avispa o abeja solitaria) para depositar sus huevos cerca de la larva o pupa. La larva mútilida se desarrolla como un ectoparasitoide idiobionte, alimentándose del huésped exteriormente hasta matarlo.

Los adultos se alimentan del néctar de flores. Las larvas son ectoparasitoides de abejas y avispas, también de Diptera, Coleoptera, Lepidoptera y Blattodea. Aunque algunas especies son estrictamente nocturnas, las hembras a menudo están activas durante el día. Guido Nonveiller (25), planteó la hipótesis de que los mutílidos son generalmente estenotérmicos y termófilos, que pueden vivir con la luz, pero que están activos con temperaturas que normalmente se producen sólo después de la puesta del sol.

Subfamilia Mutillinae

Es una subfamilia cosmopolita, los machos son, negros y cafés o negros y rojos sin marcas llamativas y las hembras son negras y rojas con manchas pálidas conspicuas. Generalmente diurnas, pero pocas especies del desierto son nocturnas o crepusculares. El dimorfismo sexual es de extremo a marcado.

Nombre científico: *Timulla* sp. (Tribu Mutillini)

Descripción

Longitud del cuerpo 5 mm aproximadamente. Tegumento de la cabeza, antenas, mesosoma y primer segmento metosomal rojo; tegumento de patas color rojo y negro; abdómen con dos grandes manchas tegumentarias subcirculares blanquecinas; y los últimos y terguitos abdominales con franjas blanquecinas.

Distribución

Posiblemente endémica de Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra a los 4000 m de altitud. Dentro de la Puna húmeda, en áreas abiertas arenosas, rodeadas de pajonales, cerca de quebradas profundas.

Historia natural

Las hembras están activas a partir de las 11 de la mañana hasta las tres de la tarde cuando el tiempo está soleado. No fueron capturados ni observados individuos machos. Se las encuentra durante la época de lluvias. Presente en el piso ecológico andino.



Figura 10. *Timulla* sp. (Foto: F. Guerra)

Subfamilia Sphaeropthalminae

Es una subfamilia cosmopolita, los colores varían de negro o café uniforme a brillantemente marcado o metálico, los adultos son usualmente diurnos, pero algunas especies del desierto son nocturnas o crepusculares. El dimorfismo sexual es de extremo a ligero (especies con machos ápteros – sin alas).

Nombre científico: *Pseudomethocina* sp.

Descripción

La longitud del cuerpo varía entre 9-18 mm; tegumento de la cabeza negro con dos franjas blanquecinas que van desde el vértice de la cabeza hacia las mandíbulas; antenas con pelos blanquecinos; el tórax negro con vellosidad blanquecinos y negros, y una gran mancha de pelos naranja en la superficie dorsal. El abdomen negro, con una gran mancha de pelos naranja en forma de embudo, rodeada por una franja de pelos negros y luego blanquecinos. La parte posterior del abdomen con dos franjas negras sublaterales, entre los pelos blanquecinos.



Figura 11. *Pseudomethocina* sp. (Foto: F. Guerra)

Distribución

Posiblemente endémica de Bolivia. Ampliamente distribuida en el valle entre los 2600 y los 4000 m de altitud. Habita desde la Puna hasta los Valles Secos, en áreas abiertas preferentemente arenosas y expuestas al sol.

Historia natural

Las hembras están activas a partir de las 11 de la mañana hasta las tres de la tarde cuando el tiempo está soleado. No fueron capturados ni observados individuos machos. Se las encuentra durante todo el año pero son más frecuentes durante la época de lluvias. Presente en los pisos ecológicos andino, subandino y montano.

Familia Apidae

Autor: Limachi Miguel

Dentro de los Hymenoptera, una familia muy representativa es Apidae (abejas), muy diversa, sobre todo en el Neotrópico. Morfologicamente presentan antenas con 10 segmentos en la hembra y 11 en el macho. La venación del ala anterior es bien desarrollada con 9 a 10 celdas cerradas: el ala posterior presenta una o dos celdas cerradas. Cuerpo cubierto de pelos ramificados, primer tarsomero de la pata posterior más ancho que los demás tarsomeros. Presentan dimorfismo sexual ligero a moderado (26).

Nombre científico: *Apis mellifera*
Nombre común: Abeja común, abeja domestica, abeja melífera (español)

Descripción

Esta es la especie más común, conocida como abeja domestica o abeja melífera. Es de color negro, con bandas transversales anaranjadas en los primeros segmentos del abdomen, presenta pelos ramificados relativamente densos de color blanco. Su longitud es de 10 a 12 mm. tanto en hembras como en machos. La reina que es muy difícil de observar ya que se encuentra dentro del panal, mide de 11 a 13 mm., presentando un abdomen grande y dilatado, debido a que constantemente produce huevos.



Figura 12. ***Apis mellifera*** (Foto: Miguel Limachi).

Distribución

Apis melífera tiene una distribución mundial, desde la alta montaña hasta el nivel del mar (27). Tiene un origen entre los continentes europeo, africano e incluso asiático, lo que promovió la aparición de varias subespecies y variedades geograficas

Historia natural

En 1956, *A. mellifera adamsonii* fue introducida a Rio Claro (Sao Paulo-Brasil), con fines de estudios genéticos, pero al haberse escapado algunos enjambres, empezó un cruzamiento entre esta especie y otras subespecies nativas *A. m. mellifera, A. m. ligustica, A. m. caucasica, A. m. carniola*, entre otras (28).

Nombre Científico: *Bombus opifex*
Nombre común: Abejorro (español); k'apuri (aymara); huayronq'o (quechua)

Descripción
Presenta pilosidad densa en todo el cuerpo como todas las especies de su género, se distingue por tener una banda intermedia de pelos negros en el mesosoma amarillo o dorado. El abdomen en cambio es completamente amarillo. Las alas, son de color castaño amarillento. Tiene una longitud aproximada de 14 a 16 mm., como máximo.



Figura 13. *Bombus opifex.* (Foto: Miguel Limachi).

Distribución
El género *Bombus*, está presente en todo el mundo, sobre todo en áreas templadas de Asia, Europa y América del norte. En el Neotrópico, se distribuye desde el centro de Ecuador hasta el centro de Argentina y Paraguay (29), habiendo también registros en Chile (30). En Bolivia se conoce su presencia en los departamentos de Cochabamba y La Paz (31). En Los Andes se registraron 42 especies en una gran variedad de hábitats, desde el nivel del mar hasta los 4400 m de altitud (34).

En el valle de La Paz se presenta, sobre todo en los Valles Secos de Río Abajo, en localidades como Anantha y Tahuapalca, forrajeando y polinizando flores de relictos de vegetación nativa, como también en algunas plantaciones de flores introducidas.

Historia natural
Las familias asociadas a esta especie son Asteraceae, Cactaceae, Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, entre otras. Estos abejorros, hacen su nido en el suelo y su número puede llegar hasta cientos de individuos. Según Rasmussen (30), se cree que esta especie como otras andinas, entran en hibernación cuando las condiciones climáticas son desfavorables, al igual que las del hemisferio norte.

Nombre científico: *Megachile golbachi*
Nombre común: Abeja solitaria, abeja cortadora de hojas

Descripción
La especie pertenece a tipo de abejas robustas y peludas, de tamaño similar al de *Apis mellifera* (13 mm.). Se la denomina abeja solitaria y se caracteriza por presentar un tegumento de color oscuro lleno de pelos blanquecinos largos en todo el cuerpo (sobre todo en machos) y llevan la escopa bien desarrollada en la parte ventral del abdomen; sus mandíbulas tienen el borde cortante, lo que les permite recortar hojas y pétalos para cubrir las celdas de sus nidos. Su longitud es de aproximadamente 10 a 12 mm.



Figura 14. *Megachile golbachi* (Foto: Miguel Limachi).

Distribución
El género *Megachile*, es de amplia distribución, sobre todo en áreas templadas y tropicales de los continentes y en muchas islas oceánicas, hasta elevaciones arriba de los 5000 m En América, el género se distribuye desde Alaska hasta el sur de Chile y Argentina (35, 36). En el valle de La Paz, está presente en la mayoría de las localidades de Río Abajo, también por Palca, sobre todo en áreas con vegetación arbustiva y herbácea, y anidando en suelos abiertos desprovistos de vegetación.

Historia natural
Sus nidos son hechos en cavidades tubulares usando pedazos de hojas para construir las celdas de sus crías (36), eso incluye plantas muertas, tallos, hojas enrolladas, espacios entre las rocas, termiteros e incluso en madrigueras y en el suelo. La biología de las especies andinas es desconocida.

Nombre científico: *Anthidium* sp.
Nombre común: Abeja solitaria

Descripción
Es una abeja solitaria, que cuenta con bandas transversales amarillentas en el metasoma, las extremidades son de color café rojizo. Las hembras poseen una mandíbula con 5 o más dientes. Su longitud es de 9 a 11 mm.

Distribución
Se encuentran en todos los continentes, excepto en Australia (37,38). Las especies neotropicales pertenecen al subgénero *A.* (*Anthidium*) que también, tiene una amplia distribución geográfica. En el área de estudio *Anthidium* sp., se la encuentra con bastante abundancia hasta los 4000 m, sobre flores de Compositae

Historia natural
Hacen sus nidos en cavidades en el suelo, madera, paredes y tallos secos, aunque pueden cavar sus nidos. Los machos suelen ser de mayor tamaño que las hembras y se encargan de proteger el territorio (39, 40). Con frecuencia se los puede ver forrajeando sobre flores de *Senecio cliviculus* y *Bacharis boliviensis* (41).



Figura 15. *Anthidium* sp. (Foto: M. Limachi).

Nombre científico: *Xylocopa* sp.
Nombre común: Abeja carpintera

Descripción
Se la conoce como abeja carpintera, debido a que construyen sus nidos excavando galerías en madera dura generalmente muerta, como vigas y postes. Una de las características más importantes de este grupo es la perdida de estigma, prestigma, entre otros (43). Mide de 18 a 20 mm. y presenta una pilosidad amarillo-anaranjada en el tórax, siendo el abdomen negro, pero con ligera pilosidad amarillenta; las alas son de color ámbar.

Distribución
Este género está distribuido en todos los continentes incluyendo los trópicos (44, 45, 37). En el Neotrópico se la encuentra en la costa, hasta los 2800 m de altitud. Sin embargo esta especie puede llegar hasta los 4500 m.

Historia natural
Son abejas polilécticas (que visitan gran variedad de plantas), algunas de importancia económica como el maracuyá (43). Durante época seca, cuando existe escasez de flores, el néctar es obtenido mediante hurto a flores que generalmente son polinizadas por picaflores como *Gerarda lanceolata* y *Nicotiana glauca* (41). En tamaño, sonido al volar y hábitos de forrageo es muy parecido al de *B. opifex*. Por información bibliográfica se sabe que las especies de este género polinizan plantas del genero *Passiflora* (maracuyá, badea y granadilla) (46).



Figura 16. *Xylocopa* sp. (Foto: M. Limachi).

Familia Formicidae
Autor: Limachi Miguel

Fomicidae (hormigas), familia representativa del Orden Hymenoptera, quiere decir acido fórmico (en latín), el cual es producido por algunas especies. Estas se caracterizan por tener una glándula metapleural, un peciolo (a causa de constricción del primer segmento metapleural) y una antena acodada (en obreras y hembras) (47). También poseen un par de mandíbulas bien desarrolladas, un tórax separado del gáster por uno o dos pedicelos o peciolos (48). Las obreras carecen de alas y sus antenas tienen escapos muy desarrollados. Todas las especies de hormigas conocidas son altamente sociales o eusociales, varias generaciones comparten un solo nido, comparten el cuidado de la cría, tienen división de trabajo (alimentación cuidado de la cría y defensa del nido) (48).

Nombre científico: *Solenopsis saevissima* var. *interrupta*
Nombre común: Hormiga roja

Descripción

Esta hormiga es conocida como la hormiga roja u hormiga fuego, se caracteriza por ser color rojo con franjas oscuras en los márgenes posteriores de los segmentos abdominales. Las obreras miden 5 mm. y los soldados entre 7-8 mm. La reina presenta forma y color similar a los soldados, excepto por la forma cordada de su cabeza (49), carácter que también la diferencia de las reinas de *S. saevissima* var. *saevissima,* que presentan cabezas de forma subcuadrada y que posiblemente esté presente en el valle de La Paz (49).



Figura 17. *Solenopsis saevissima* var. *interrupta* (Foto: M. Limachi).

Distribución

El género *Solenopsis* es neotropical y nativo de Sudamérica, de característica cosmopolita (50). La especie *Solenopsis saevissima* es una de las especies más variables y más dispersas de la fauna sudamericana de hormigas, la cual viene presentando desde hace mucho tiempo uno de los problemas taxonómicos más difíciles entre las hormigas (49). Dentro del complejo de especies que presenta esta, se encuentra *Solenopsis saevissima* var. *interrupta*, la cual se la ha registrado en todas las localidades que han sido visitadas dentro del valle de La Paz, principalmente en sitios abiertos, planos o con poca inclinación, de suelo descubierto o con vegetación herbácea.

Historia natural

Solenopsis saevissima var. *interrupta*, realiza montículos muy similares a *S. invicta* y a *S. richteri*, donde las condiciones del suelo sean apropiadas (50,51). Recolecta activamente grandes fuentes de recursos y los lleva hacia el nido (50), siendo altamente omnívoro y oportunista (52). Anidan en suelos arenosos y evitan suelos con arcilla (53). Sus nidos pueden estar ubicados en pastizales y bosques abiertos (áreas abiertas) en tierras tropicales y templadas de América del sur (50). Son rápidos colonizadores de tierras perturbadas (54). Esta especie muestra un alto nivel de actividad social, sobre todo en la recolección de alimento, haciéndolo en conjunto, formando columnas en sus trayectos de recolección. En otoño e invierno hibernan, luego de haber acumulado suficiente alimento y tapado todos los accesos de entrada al hormiguero (55). Su comportamiento individual o de la colonia ante el peligro, es agresivo ya que rápidamente empiezan a morder y picar al agresor, causando serias irritaciones en la piel, incluso shock anafiláctico en el caso de personas con alto nivel alérgico (56,57).

Nombre científico: *Camponotus atriceps*
Nombre común: Hormiga grande color café

Descripción

Esta especie se caracteriza por ser de color marrón. Las obreras miden de 8 a 10 mm. Esta especie es polimórfica, distinguiéndose las obreras de los soldados, sobre todo en la longitud del cuerpo y el tamaño de la cabeza, siendo esta robusta y de gran tamaño en esta ultima casta.



Figura 18. *Camponotus atriceps* (Foto: M. Limachi).

Distribución

Este género es ampliamente distribuido a nivel mundial y la especie está presente en toda América, en Sudamérica se tienen registros desde Pernambuco hasta Buenos Aires (58). En el área de estudio, fue registrada en todas las localidades que fueron muestreadas.

Historia natural

Se las encuentra anidando bajo piedras, como estrategia para mantener la temperatura en todo el hormiguero,

debido a que la piedra se calienta todo el día y por la noche se enfría gradualmente evitando la caida brusca de temperatura sobre todo en invierno. Exhiben cierto grado de hibernación en invierno, reduciendo de manera significativa su actividad de forrajeo. En bosques y en áreas con vegetación arbustiva de gran porte, buscan recursos en nectarios extraflorales. En el valle de La Paz, se la vió sobre flores de diferentes especies de cactáceas, como *Echinopsis lageniformis* (59), y llevando semillas de gramíneas. Se ha visto que tienen cierta asociación con una especie de araña la cual vive dentro del hormiguero, incluso depositando sus huevos cubiertos por una membrana con forma redonda (60), por otro lado, también se le ha visto tomar recursos azucarados que exudan pulgones y escamas que parasitan a diferentes especies vegetales en el valle, al igual que *C. compositor.* En cuanto a su comportamiento defensivo, se ha visto que no son agresivas como otras especie de este mismo género presentes en el valle, más aun cuando el nido es atacado, tienden a evacuar a la prole a niveles inferiores del mismo, quedando algunos soldados que eventualmente pueden morder al agresor.

Nombre científico: *Camponotus compositor*
Nombre común: Hormiga grande color negro

Descripción

Esta especie es de color negro en la cabeza, tórax y abdomen y guindo oscuro en las patas como también en las antenas. Especie polimórfica, en la que se distinguen las obreras midiendo desde 5,5 a 8 mm. y los soldados con una longitud de 10 mm. La cabeza es de forma triangular, notándose mucho más en las obreras mayores y en los soldados, presentan algunos pelos medianos y rectos a lo largo del cuerpo, sobre todo en el dorso del tórax y el abdomen.



Figura 19. *Camponotus compositor* (Foto: M. Limachi)

Distribución

El género es de distribución amplia a nivel mundial como ya se mencionó antes. Según Fernández y Sendoya (61), esta especie solo está presente en Brasil. En el área de estudio, está presente en todas las localidades que se muestrearon.

Historia natural

Las castas aladas emergen entre septiembre y noviembre, formando nubes de vuelos nupciales luego de los cuales las hembras fecundadas forman nuevos hormigueros. Al igual que *C. atriceps*, esta especie anida bajo piedras, para aprovechar el calor de las mismas. Anidan en pastizales y arbustales, siendo raro encontrarlos dentro de parches de bosques. Participan en relaciones mutualistas tanto con otros insectos (pulgones), como con plantas p. ej. *Opuntia sulphurea*, en la que la hormiga recibe nectar extrafloral del cactus y a cambio la protege de los ataques de orugas y otros insectos herbívoros. Se le ha visto visitar activamente flores de cactus y de arboles representativos de los Valles Secos. Su comportamiento ante situaciones de peligro es semi agresivo aunque se los ha visto defenderse y/o atacar ferozmente a colonias de *Solenopsis saevissima*.

Nombre científico: *Camponotus mus*
Nombre común: Hormiga grande cola anaranjada

Descripción

Se caracteriza por poseer una pilosidad densa en todo el cuerpo, siendo en el abdomen de color anaranjado a rojizo y en el resto del cuerpo de color blanco. Las obreras son de carácter polimórfico, midiendo 6-8 mm. las obreras y 10 mm. los soldados, siendo estos últimos robustos de cabeza y cuerpo ancho.



Figura 20. *Camponotus mus.* (Foto: Limachi)

Distribución

Su distribución es básicamente neotropical, estando presente desde México hasta la Argentina. Están presentes en áreas urbanas, periurbanas y en campo abierto. En el área de estudio,se la registró en localidades sobre todo de Río Abajo, como Tahuapalca, Avircato, Anantha, etc., como también en Palca.

Historia natural

Anidan en áreas áridas, desprovistas de vegetación, como ser quebradas, orillas de ríos o antiguos promontorios de tierra. Son muy agresivas ante intrusos y rápidamente se puede sentir el olor de la feromona de alarma que exudan para alertar a toda la colonia, llegando incluso a irritar el sentido del olfato. Se alimentan de jugos azucarados producidos por otros insectos (pulgones) o por algunas plantas. Se ha visto nidos al pie del cactus *Echinopsis lageniformis,* alimentándose de sustancias azucaradas que producían los coccidos (Hemiptera: Coccidae) plagas de cactáceas. Eventualmente también se alimentan de otros insectos como larvas de escarabajos.

Nombre científico: *Azteca* sp.
Nombre común: Hormiga acarreadora de semillas

Descripción

Esta especie se caracteriza por sus movimientos muy rápidos cerca al nido. Posee un color anaranjado pálido en todo el cuerpo, debido a que está cubierto por una pilosidad fina de color plateado. También presenta pelos rectos sobre el dorso de la cabeza y el resto del cuerpo. Las obreras tienen la cabeza de forma cordada, miden entre 4 a 5 mm. y son levemente dimórficas, llegando a ser casi indistintas las obreras de los soldados. También tienen la costumbre de correr con el gáster levantado, cuando están en peligro o en ardua actividad.



Figura 21. *Azteca* sp. (Foto: M. Limachi)

Distribución

Este género se distribuye de México Central a Sudamérica (62), siendo la mayoría de sus especies de carácter arborícola. Es el segundo género más grande dentro de la Sub familia Dolichoderinae, con 130 especies descritas. La presente morfoespecie es una de las pocas de hábito terrestre, la misma que está presente en hábitats mésicos.

Historia natural

Anida en áreas abiertas, áridas con vegetación herbácea y levemente arbustiva, en planicies con bastante materia pedregosa. Sus nidos se caracterizan por tener arena fina alrededor de la entrada principal, la cual es depositada producto del continuo crecimiento y limpieza del hormiguero. Al igual que sus congéneres especies arbóreas que exhiben relaciones mutualistas con plantas de hábitos arbóreos como las Cecropias o Acacias por recursos alimenticios o de anidamiento, a esta se la ha visto frecuentemente tomar recursos extraflorales de cactos como ser *Opuntia sulphurea* y/o *O. indica* y otras especies más. Al mismo tiempo acarrean semillas de Malvaceae, *Medicago, Bacharis, Bidens* y de *Atriplex semibaccata* entre otras, a su hormiguero (63)

Nombre científico: *Linepithema humile*
Nombre común: Hormiga argentina u hormiga de casa

Descripción

Son hormigas pertenecientes a la subfamilia Dolichoderinae, con obreras de carácter monomórfico, las cuales miden entre 2,1 a 3 mm. de longitud. Son pequeñas, delgadas, de color café oscuro, con el integumento delgado y frágil, similar a *Azteca* sp., tienen una fina pilosidad de color blanquecina, que solo se observa bajo el estereoscopio, así también presentan algunos pelos rectos, sobre todo en el gáster, siendo estos más notorios en el pigidio.



Figura 22. *Linepithema humile.* (Foto: M. Limachi)

Distribución

El genero sestá desde las tierras altas del norte de México hasta al norte de Argentina (64). La especie *L. humile*, es nativa del río Paraná y está en Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina. Debido a las barreras geográficas y ecológicas que presenta Chile, es el único país en Sudamérica donde no está presente. El en valle está presente tanto en áreas rurales, como urbanas y periurbanas.

Historia natural

Es una especie de plaga importante, por lo que se cuenta con mucha literatura sobre su ocupación en áreas cultivadas, domésticas, bosques de coníferas, bosques deciduos, entre otros, pero la mayoría relacionados a cierto grado de disturbio humano. Tambien pueden invadir hábitats naturales como bosques de Roble y Pino en el Mediterráneo. Los impactos, dada su alta dominancia en densidad de colonias, han conducido a la extinción de otras especies de hormigas, entre ellas algunas nativas. También compiten por recursos (néctar) con otros artrópodos como las abejas, y esto, por supuesto tiende a reducir la diversidad local de artrópodos. Debido a esto, es posible observarlas en la mayoría de localidades visitadas, asi como también se tienen registros anteriores que confirman su presencia desde los 4000 m, en la ciudad de El Alto, hasta los Valles Secos de Río Abajo.

OTROS HYMENOPTERA (ESPHECIDAE, VESPIDAE)

Autor: Rosember Hurtado U.

Nombre científico: *Ammophila* sp.
Nombre común: Avispa excavadora

Descripción

Estas avispas presentan un cuerpo alargado, delgado y de color negro, miden entre 8 y 37 mm. Abdomen y tórax están unidos por un estrecho pedúnculo, y es característica la presencia de un color anaranjado en el inicio del abdomen. Las alas son claras a veces amarillentas (71). Las mandíbulas no son grandes pero si fuertes para la alimentación y excavación, también sirven para sostener piedras con las que tapan y sellan los huecos de su galería (71).



Figura 23. *Ammophila* sp. (Foto: M. Limachi)

Distribución

Ammophila se distribuye en todo el mundo. En Sudamérica se tiene siete especies (71) y en Bolivia no se conoce la cantidad de especies presentes. En el valle de La Paz se encuentran dos morfoespecies en las partes bajas del valle, especialmente en las zonas de Mecapaca, Valencia y zonas aledañas.

Historia natural

Los individuos adultos se alimentan de néctar, polen y jugos de distintas flores (72). *Ammophila* es género de avispas solitarias depredadoras de insectos y arañas, la hembra excava una galería en la arena o tierra desnuda. Después captura y paraliza a una oruga con la picadura de su aguijón y la traslada a la galería. Deposita un huevo sobre la oruga que sirve de alimento a la larva, tapa la entrada de la galería y busca otro sitio para excavar una nueva.

Nombre científico: *Prionyx* sp.
Nombre común: Avispa cazadora de saltamontes

Descripción

Son avispas de tamaño pequeño (de 7 a 12 mm.), se caracterizan por presentar en el abdomen un pequeño pedúnculo delgado que conecta al torax, de colores llamativos como el naranja, con líneas transversales oscuras que resaltan los colores. Las alas son transparentes o de color tenue y el resto del cuerpo es oscuro con vellosidad.

Distribución

Prionyx se encuentra distribuida a lo largo del mundo especialmente en zonas áridas y semiáridas, cuenta con alrededor de 60 especies (73). En América se encuentra desde Argentina hasta el sur de Estados Unidos. En el valle de La Paz ha sido colectada y observada en la parte baja del valle como Valencia y Mecapaca.



Figura 24. *Prionyx* sp. (Foto: M. Limachi)

Historia natural

Se pueden observar individuos donde se encuentran flores de diversas especies y en los sitios de anidamiento. El comportamiento de *Prionyx* es relativamente similar a *Ammophila*, ya que captura a sus presas, generalmente saltamontes (Orthoptera), los entierra en el suelo y coloca un huevo en su interior (74).

Nombre científico: *Polistes* sp.
Nombre común: Avispa, Peto

Descripción

Polistes es un género de avispas sociales que presentan cuerpo alargado, mide desde 5-28 mm. de largo. Presenta gran variación intra e interespecífica de colores que van desde marrón oscuro hasta anaranjado; el abdomen es de forma triangular y las alas anaranjadas.

Los individuos de la colonia presentan poco dimorfismo, así la reina, es poco distinguible del resto de individuos.



Figura 25. *Polistes* sp. (Foto: M. Limachi)

Distribución

Polistes se encuentra distribuido en todo el mundo (75), principalmente en el trópico del Nuevo Mundo. En el valle de La Paz se encuentran en los matorrales de la parte baja del valle en Huajchilla, Mecacapa y Palomar.

Historia natural

No se conoce con exactitudel tipo de alimento de las avispas en el valle, pero las opciones son el néctar de las flores, nectarios extraflorales, saliva de larvas, frutos, larvas de otros himenópteros y larvas de lepidópteros (76).

Las avispas de este género construyen nidos pequeños con un lado abierto que pueden tener desde 1 a 75 individuos adultos. Los nidos generalmente están construidos por un pedicelo vertical u horizontal a 90º del sustrato, que se fabrica a partir de fibras vegetales masticadas (76).

ORDEN LEPIDOPTERA

Autores: Fernando Guerra S., Javier F. Corro A. y Andrea Aduviri

Las mariposas pertenecen al orden Lepidoptera (en griego lepidos = escamas y pteron = alas). Cuando son adultos tienen los dos pares de alas membranosas y cubiertas por finas escamas dispuestas en forma de teja y con tonalidades a menudo brillantes. Presentan cambios a lo largo de su vida, denominada metamorfosis, en el caso de ellas es completa ya que pasa por cuatro fases: huevo, larva (oruga), crisálida y adulto (imago).

Por sus hábitos y estructuras corporales pueden dividirse en dos grandes grupos; mariposas diurnas (Ropalóceros) y mariposas nocturnas o polillas (Heteróceros). Existen al menos 150.000 especies de lepidópteros descritas que se distribuyen en gran variedad de climas y alturas (inferiores al nivel del mar hasta casi los 6000 m). Pese a los recientes estudios de las mariposas diurnas en nuestro país, la información concerniente a la biología, ecología, distribución y comportamiento aún es incipiente. Según Gareca et. al (80), estiman más de 3000 especies de mariposas diurnas en Bolivia, ocupando el cuarto lugar en el mundo con mayor diversidad de mariposas diurnas (81). La región andina boliviana es quizás la menos estudiada del continente, se conocen trabajos de Garlepp (82), Weymer & Massn (83), Gerhard quien colectó para Weeks (84), Fassl (85), Forster (86, 87), Forno (88), Aguirre (89), Quinteros (90), Paz-Soldán (91), Pinto (92) y Guerra et al. (93). Los trabajo más relevantes realizados en el valle de La Paz son el de Forno (94), quién registró a 48 especies de mariposas diurnas, donde cita las plantas hospederas de la mayoría de ellas y Guerra *et al.* (93), que registraron 50 especies. Actualmente se reconoce la presencia de 60 especies de mariposas diurnas residentes del valle.

El comportamiento de los machos es variable, pero básicamente son exhibiciones en el vuelo donde ellos cubren el cuerpo de la hembra con olor de las feromonas que producen y luego viene el apareamiento que dura de una a varias horas. Las mariposas tienen dimorfismo sexual manifestado por la forma de determinadas partes de su cuerpo, como las antenas, la coloración de las alas y el tamaño.

Familia Pieridae

Están ampliamente distribuidas en nuestro país. Tienen colores claros, blanco, amarillo o anaranjado, con marcas marginales obscuras y diversos diseños. Las hembras son más obscuras y manchadas que los machos. Son de tamaño pequeño a mediano, las orugas son delgadas, lisas y cilíndricas, generalmente verdes con rayas longitudinales. Se alimentan de plantas de las familias Leguminoceae, Capparidaceae y Loranthaceae. Las crisálidas se sujetan por un cinturón torácico y poseen un estuche para las alas y una proyección alargada para la cabeza. Algunas son rápidas en su vuelo y otras forman grandes concentraciones a orillas de ríos y charcos de agua o cerca de sus plantas hospederas. Algunas especies migran y a su paso forman grandes congregaciones.

Nombre científico: *Colias euxanthe euxanthe*

Descripción

En machos la cara dorsal de ambos pares de alas es anaranjada, con una franja negra en los bordes externos (donde las hembras tienen cuatro lunares verde-blanquecinos dispuestos longitudinalmente), engrosada en el ala anterior, la hembra es anaranjada-clara o blanca-grisácea. Ambos sexos poseen un punto negro en la celda discal. La cara ventral de ambos pares de alas es verde-amarillenta.

Huevo (15 días), la hembra deposita los huevos, de uno o dos, en el haz de las hojas, recién puestos son de color crema y cuando van a eclosionar son café-rojizos.

Larva (45 días), es verde con una franja blanca a los costados del cuerpo y los espiráculos resaltan en ella con manchas rosadas.

Crisálida (15 días), es verde amarillenta con pequeñas manchas obscuras en el abdomen, espiráculos negros y una franja blanca a los costados del cuerpo.



Figura 26. Colias euxanthe euxanthe.
(Foto: Gottfried Siebel)

Distribución

Perú y Bolivia. En el valle presentes entre los 3400 y 4700 m en laderas, planicies, bofedales y quebradas arbustivas.

Historia natural

Son mariposas de vuelo lento y se mezclan con las otras dos especies de *Colias*. Presentes durante todo el año, en la época de lluvias y de transición, suelen formar grandes congregaciones cerca de sus plantas hospederas. Planta hospedera: Las orugas se alimentan de trébol, layu o chijmo (*Trifolium amabile*), layu (*T. repens*), chijmo (*T. peruvianum*), khela (*Lupinus altimontanus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*).

Nombre científico: *Colias flaveola weberbaueri*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de machos y hembras es blanca-grisácea, con una franja negra en los bordes externos y engrosada en el ala anterior, los machos son más obscuros. Ambos sexos poseen una pequeña mancha negra en la celda discal. La cara ventral es verde-amarillenta, con cinco lunares en el ala anterior y siete en el ala posterior dispuestos longitudinalmente.

Huevo (15 días), los huevos son depositados solitariamente en el haz de las hojas, recién puestos son blanquecinos brillantes y cuando van a eclosionar se tornan amarillentos y luego anaranjados.

Larva (45 días), es verde-obscura con delgadas líneas laterales amarillo-verdosas y los espiráculos se resaltan con manchas amarillentas.

Crisálida (15 días), es verde obscura y cuando el adulto va a emerger se torna más clara.



Figura 27. *Colias flaveola* weberbaueri
(Foto: Gottfried Siebel)

Distribución

Perú, Bolivia y Argentina. En el valle presentes entre los 3000 y 4000 m en planicies, quebradas y laderas arbustivas.

Historia natural

Son mariposas de vuelo lento y se mezclan con las otras dos especies de *Colias*. Se encuentran durante todo el año y suelen formar grandes congregacionescerca de sus plantas hospederas.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de trébol (*Trifolium amabile*), alfalfa (*Medicago sativa*) y khela (*Lupinus altimontanus*).

Nombre científico: *Colias lesbia andina*

Descripción

Mariposa, en los machos la cara dorsal en ambas alas es anaranjada, con una franja negra en los bordes externos (las hembras en ambos pares de alas tienen una serie de lunares amarillo-verdosos dispuestos longitudinalmente) son muy parecidas a Colias euxanthe pero la franja negra es más delgada. Ambos sexos poseen un punto negro en la celda discal. La hembra es anaranjada-clara o blanco-grisácea. La cara ventral es amarilla-verdosa con una mancha plateada en el ala posterior.
Huevo (15 días), la hembra deposita uno o dos huevos en el haz de las hojas, son de color crema y cuando van a eclosionar se tornan anaranjados.
Larva (45 días), es verde claro, afelpada con una franja lateral blanca, los espiráculos son amarillo-verdosos y empupa en las hojas y tallos, generalmente de la planta hospedera.
Crisálida (15 días), es verde muy mimética a su planta hospedera, cuando el adulto va a emerger se nota la coloración de las alas. El abdomen con manchas café obscuro al igual que los espiráculos.



Figura 23. *Colias lesbia andina* (Foto: Gottfried Siebel).

Distribución

Perú y Bolivia. En el valle se encuentra entre los 2800 y 3800 m en planicies herbáceas, laderas, planicies arbustivas.

Historia natural

Son mariposas de vuelo lento y se mezclan con las otras dos especies de *Colias*. Vuela durante todo el año, sus mayores poblaciones se encuentran durante la época de lluvias y transición, donde forman grandes congregaciones cerca de sus plantas hospederas. Presente en los pisos ecológicos andino, subandino y montano. *Planta hospedera:* Las orugas se alimentan de varias especies de trébol, layu o chijmo (*Trifolium amabile*), layu (*T.repens*), chijmo (*T.peruvianum*), la khela (*Lupinus altimontanus*) y tarwi (*L. mutabilis*).

Nombre científico: *Zerene cesonia cesonides*

Descripción

Mariposa, son amarillas con una amplia franja negra irregular (en la hembra poco notoria) sobre el margen externo. Las alas posteriores son amarillas con el margen externo negro. La cara ventral es verdosa-amarillenta con un punto plateado en la celda discal de ambos pares de alas. Son de vuelo lento y errático.
Huevo (20 días), la hembra deposita dos o más huevos en el haz o envés de las hojas de la planta hospedera, son de color crema y cuando van a eclosionar se tornan anaranjados.
Larva (60 días), es verde claro con tubérculos negros, dos franjas laterales unidas entre sí a lo largo de todo el cuerpo (anaranjada y blanca). En las últimas fases larvales tienen franjas transversales amarillas y negras a lo largo del cuerpo.
Crisálida (30 días), es verde-amarillenta, más obscura hacia la cabeza.



Figura 24. *Zerene cesonia cesonides* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Bolivia y Argentina. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2500 y 3500 m en laderas arbustivas, quebradas, planicies herbáceas, planicies arbustivas y zonas periurbanas.

Historia natural

Son de vuelo lento y errático. Se las encuentra durante todo el año y suelen formar grandes congregaciones. Son abundantes en la época de lluvias y de transición. Presente en los pisos ecológicos subandino y montano.

Planta hospedera: Las orugas se alimentan de plantas llamadas cuaresma (*D. bolivian* y *D. pazensis*)

Nombre científico: Tatochila autodice ernestae

Descripción

Mariposa, ojos con anillo anaranjado y la punta de las antenas celeste. La cara dorsal es blanca, ápice, borde externo y submarginales con manchas negras, ápice de la celda discal negra. Las alas anteriores de la cara ventral son blancas, ápice amarillento con rayas negras y blancas, manchas en forma de "V" en las submarginales. Las alas posteriores son amarillas con rayas negras y blancas, el borde externo con manchas delgadas anaranjadas y una mancha blanca en la celda discal.

Huevo (15 días), la hembra deposita huevos solitarios en el haz y envés de las hojas de la planta hospedera, son blanquecinos y cuando van a eclosionar se tornan anaranjado brillante.
Larva (50 días), el dorso es azul-grisáceo con bandas de manchas amarillo-anaranjado, puntos negros a lo largo del cuerpo y cerdas blancas.
Crisálida (30 días), es blancuzca y cuando va a eclosionar se torna gris, tiene puntos y manchas negras y amarillo-anaranjadas.



Figura 25. *Tatochila autodice ernestae* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Bolivia, Chile, Argentina. En el valle de La Paz se encuentra entre los 400 y 3800 m, en planicies herbáceas, laderas arbustivas, planicies arbustivas, zonas urbanas y periurbanas, generalista.

Historia natural

Son de vuelo lento y errante, se encuentra durante todo el año, sus poblaciones más abundantes están durante la época de lluvias y transición. Presente en los pisos ecológicos altoandino, andino, subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de varias especies de plantas como la Jaya keachi (*Sisymbrium irio*), chichicara (*Lepidium chichicara*), repollo (*Brassica oleracea*), rábano (*Raphanus sativus*) y *Rapistrum rugosum.*

Nombre científico: *Tatochila mercedis macrodice*

Descripción

Mariposa, ojos con anillo anaranjado y la punta de las antenas celeste. La cara dorsal del macho es blanco-amarillenta y la hembra amarillenta con muchas manchas asimétricas negras marginales y submarginales, que van en incremento desde la postmedial, la apical hasta el margen externo en ambos pares de alas (en el macho menos notorias en las alas posteriores). La cara ventral similar a la cara dorsal, pero la parte apical con manchas más amarillentas que el resto y una mancha negra en forma de letra "S" en la celda discal. Las alas posteriores amarillas con nervaduras grisáceas y bordes obscuros, margen costal anaranjado.

Huevo (15 días), la hembra deposita huevos solitarios en el haz, envés, botones florales y brotes tiernos de la planta hospedera, son blanquecinos y cuando van a eclosionar se tornan anaranjados.
Larva (40 días), cabeza negra y cuerpo marrón-grisáceo, con manchas y puntos dorsales negros, dos franjas laterales amarillas y una central blanca más delgada, puntos anaranjados a lo largo de los costados del cuerpo.
Crisálida (25 días), es gris perlada, muy parecida a la de *Tatochila autodice ernestae*, pero más manchada.



Figura 26. *Tatochila mercedis macrodice* (Foto: F. Guerra)

Distribución

Bolivia, Chile, Argentina y Perú. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2800 y 4500 m, en planicies secas, laderas, quebradas arbustivas, zonas periurbanas y bofedales.

Historia natural

Tienen vuelo lento y se las encuentra durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos subnival, altoandino, andino y subandino

Planta hospedera: La oruga se alimenta de maca ó mauka (*Lepidium meyenii*) y anuccara (*Lepidium bipinnatifidum*).

Nombre científico: *Infraphulia illimani*

Descripción

Mariposa, cara dorsal de las alas color tierra amarillenta, con manchas obscuras. Punto discal muy pequeño a veces ausente en las alas anteriores, manchas grandes en zig-zag en la submarginal y con marcas a lo largo del margen externo, en el ápice más grande. Alas posteriores más amarillentas con manchas claras y marcas negras a lo largo del margen externo y más prominentes entre la submarginal. Con irradiaciones obscuras que parten de la zona basal. Cara ventral algo ligeramente más amarillenta que la dorsal, más en el área discal y en la base del ala posterior; algunos individuos pueden tener en esta superficie líneas finas de color rojas o rosáceas entre las venas y en el ápice de las alas anteriores y a veces con rojo a lo largo del margen costal de las alas posteriores. Las hembras presentan alas color blanco o ligeramente amarillento en la discal y en el área submarginal de las alas anteriores, y manchas obscuras extensas.



Figura 27. *Infraphulia illimani* (Foto: F. Guerra).

Huevo (20 días), recién ovipositado es amarillo-anaranjado y cuando va a eclosionar se torna crema.

Larva y Crisálida, desconocidas.

Distribución

Perú y Bolivia. Se encuentra entre los 4300 y 4800 m, en los bofedales.

Historia natural

Son mariposas territorialistas de vuelo rápido y zigzagueante. Se encuentran durante todo el año. Presentes en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de *Lachemilla diplophylla.*

Nombre científico: *Pierphulia rosea annamariea*

Descripción

Mariposa, el ápice de la cara dorsal de las alas anteriores y el ala posterior son rosadas con una línea curvada de pequeñas manchas obscuras poco diferenciadas. La hembra es color tierra o amarillo pálido con marcas obscuras. La cara ventral es similar a la cara dorsal pero con manchas obscuras más débiles y bordeadas de blanco amarillento.

Huevo (20 días), la hembra deposita de 3 a 5 huevos blanco lechosos, en el haz de las hojas, luego se tornan anaranjado-rojizos.

Larva (40 días), es de cabeza negruzca y cuerpo rechoncho morado-verdoso, con líneas dorsales y subdorsales amarillas, y tubérculos negruzcos en todo el cuerpo, construye pequeñas galerías rudimentarias en las partes blandas de la planta donde se protege durante el día y en la noche sale para alimentarse.

Crisálida (25 días), la cabeza es negra, la cara dorsal es verde petróleo, el abdomen café-lila obscuro, cubierto con numerosos tubérculos negros dispuestos en filas.



Figura 28. *Pierphulia rosea annamariea* (Foto: F. Guerra).

Distribución
Bolivia y Perú. En el valle de La Paz se encuentra entre los 4800 y 5000 m, en planicies secas con suelo desnudo.

Historia natural
Tiene vuelo muy rápido y zigzagueante, al ras del suelo, es fácil de confundirse con Pierphulia nysia nysias, ya que viven en el mismo hábitat. Se encuentra durante todo el año en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de korihuackac (*Aschersoniodoxa mandoniana*).

Nombre científico: *Phulia paranympha*

Descripción
La cara dorsal del macho es color tierra y de la hembra amarillo verdosa, las alas en ambos con fajas de manchas marrón-grisáceas a cada lado de la submarginal, presentan venas negras que se amplían en los márgenes del ala. En el ala posterior presenta una línea negra poco notoria acodada en la zona postdiscal. En las hembras hay cierta variación en la cantidad de manchas obscuras dorsales, estas marcas se extienden en ambas superficies. La cara ventral es más amarillenta y las series de manchas se notan más profusamente. La línea negra de las alas posteriores siempre está presente. Algunos individuos tienen algo de rosado o rojo a lo largo del margen costal de las alas posteriores y el área apical de la cara ventral.



Figura 29. *Phulia paranympha* (Foto: F. Guerra).

Distribución
Bolivia, en el valle de La Paz se encuentra entre los 4000 y 5000 m Hábitat: Planicies secas, laderas y bofedales.

Historia natural
Se confunde fácilmente con *P. nymphula nymphula*. Son de vuelo rápido y zigzagueante. Se encuentra durante todo el año. Se encuentra en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Planta hospedera: La oruga posiblemente se alimenta de alguna Cruciferaceae.

Nombre científico: *Piercolias huanaco*

Descripción
La cara dorsal de las alas es blanca, con una barra oscura en el extremo de la celda discal. En las alas anteriores, grandes manchas oscuras apicales y subapicales. El borde oscuro del ala anterior se extiende por debajo de la vena cubital sobre la mitad de la distancia a la vena anal, diferenciándose así de *P. forsteri,* donde este borde se extiende a la segunda vena anal o casi. En *P. huanaco* hay más escala blanca en las interfases de las venas radiales. La cara ventral del ala posterior y el ápice de las alas anteriores más uniformemente grises en color, que en *P. forsteri*, en la submarginal una fila de manchas oscuras débiles o ausentes y una débil mancha blanca en el extremo de la celda. La hembra es parecida al macho, pero las manchas oscuras de la cara dorsal son más amplias y el blanco tornado a amarillo tierra.



Figura 30. *Piercolias huanaco* (Foto: F. Guerra).

Distribución
Es endémica de Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 4900 y 5300 m, en laderas rocosas.

Historia natural
Es una de las especies que vuela a mayor altitud en Bolivia. Presente en el piso ecológico subnival.

Planta hospedera: La planta hospedera es desconocida.

Familia Lycaenidae

En Bolivia se encuentra en la región Andina, Amazónica y Chaqueña. De tamaño pequeño a mediano (entre 8-35 mm.). La mayoría de las especies tienen color azul brillante iridiscente, plateado u obscuro o con manchas rojizas o cobrizas y con una prolongación en las alas posteriores a manera de colas, las que mueven imitando a las antenas verdaderas, por esta razón también se las llama mariposas frotadoras. Poseen dimorfismo sexual, los machos generalmente son mucho más coloridos que las hembras y algunas especies poseen manchas odoríferas. Raras veces se las ve volar en días nublados. Las hembras depositan huevos semiesféricos sobre plantas de varias familias entre ellas: Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Loranthaceae, Bignoniaceae, Annonaceae, Bromeliaceae, Conaraceae, Falcourtiaceae, Tiliaceae, Melastomataceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Malvaceae, Ulmaceae y Verbenaceae. Las larvas tienen aspecto de babosa, son cortas y algo rechonchas. Varias especies se asocian con hormigas, quienes protegen a las orugas contra los parasitoides y los depredadores a cambio de una secreción azucarada que éstas segregan. Las crisálidas son redondas, algo alargadas, en forma de semillas.

Nombre científico: *Itylos titicaca*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de las alas del macho son violetas con reflejos azules, por debajo con iridiscencias plateadas, los márgenes café con orlas blancas y negras intercaladas. Las hembras son más obscuras con iridiscencia azul-violeta en el área basal. La cara dorsal de las alas anteriores es café claro sin diseño, y las posteriores con dos líneas sinuosas unidas en el extremo apical y una pequeña manchita blanca entre las líneas de la base apical y una línea sinuosa en la postmedial.

Huevo (30 días), la hembra deposita huevos solitarios crema verdosa en el haz de la planta hospedera, después de cada oviposición se alimenta del néctar de plantas cercanas.
Larva (60 días), es verde claro con pelos cortos finos y una franja dorsal longitudinal de color púrpura.
Crisálida (30 días), es café clara.



Figura 31. *Itylos titicaca* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Perú, Chile y Bolivia. En el valle se encuentra entre los 3500 y 4900 m, en bofedales, planicies secas y laderas.

Historia natural

Es de vuelo bajo, rápido y errático, especie muy común durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de *Plantago tubulosa*.

Nombre científico: *Rhamma lapazensis*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de ambos pares de alas marrón obscuro con orlas anaranjadas, cara ventral marrón con reflejos dorados hasta la parte media del ala anterior y con reflejos rojizo dorados toda el ala posterior, con tres pequeñas manchas obscuras en la distal, una banda más larga y ancha en la postdiscal y una franja en la zona submarginal y marginal del ala posterior color marrón rojizo.
Huevo (25 días), la hembra deposita uno o dos huevos en los pedúnculos de la inflorescencia de su planta hospedera, estos son de color crema verdoso.
Larva y Crisálida, son desconocidas.



Figura 32. *Rhamma lapazensis* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Argentina y Bolivia. En el valle se encuentra entre los 2800 y 4100 m, en laderas, quebradas y planicies arbustivas.

Historia natural

Es de vuelo muy rápido, alto y zigzagueante (entre las 11:00 y 14:30, solamente cuando está soleado). Ocupa los mismos hábitat que Contrafacia francis. Se encuentra durante todo el año;, sus poblaciones son abundantes en el valle. Presente en los pisos ecológicos andino subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de tubi o t'uyu t'uyu (*Pluchea fastigiata*).

Nombre científico: *Madeleinea pacis*

Descripción

Mariposa, en los machos la cara dorsal de las alas es azul plateada con márgenes externos marrón obscuro, orlas blancas y negras intercaladas y en las hembras marrón obscuro con iridiscencias azul plateadas en el área apical. Las alas posteriores están atravesadas en la cara ventral por una banda marrón obscuro a manera de codo entre la postdiscal y discal que se extiende a la basal, una franja blanquecina debajo y otra más pequeña marrón más abajo.

Huevo (20 días), es de color verde-crema, la hembra coloca generalmente un huevo aislado en el tallo, cerca de la flor, en la vaina o en los brotes tiernos.

Larva (65 días), se alimenta de las semillas y la inflorescencia de la planta hospedera, es verde lechuga con dos franjas longitudinales dorsales blanquecinas poco notorias y pelos verduzcos.

Crisálida (25 días), es café claro con pequeños puntos negros, la proboscis manchada de negro y a los costados de la cabeza dos pequeñas manchas negras.

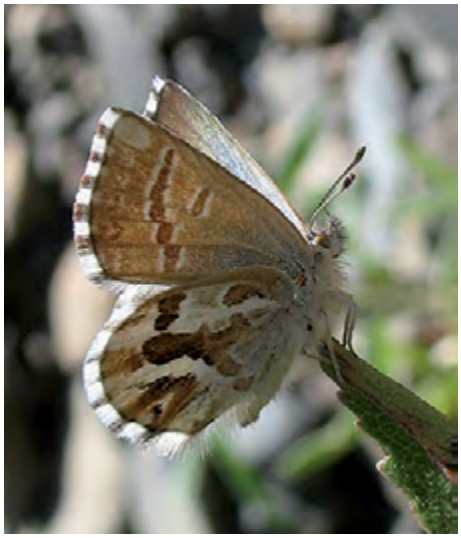


Figura 33. *Madeleinea pacis* (Foto: F. Guerra).

Distribución

Perú, Chile y Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3400 y 4400 m, en laderas y quebradas arbustivas.

Historia natural

Es de vuelo rápido y errático. Sus poblaciones se encuentran durante todo el año, son más reducidas entre febrero y mayo. Presente en los pisos ecológicos altoandino, andino y subandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de khela (*Lupinus altimontanus*).

Nombre científico: *Rhamma lorena*

Descripción

Mariposa, cara dorsal de ambos pares de alas marrón, con orlas anaranjadas, cara ventral marrón claro con brillos broncíneos, con una banda delgada marrón en el área postdiscal bordeada en su extremo por una franja delgada blanquecina en el ala anterior. El ala posterior más obscura en la parte basal y discal, con líneas transversales onduladas más obscuras, la parte media de la submarginal más rojiza.

Huevo (30 días), la hembra deposita uno o dos huevos en los pedúnculos de la inflorescencia de su planta hospedera, estos son de color crema verdoso.

Larva (70 días), durante las primeras fases larvales es verde amarillento con vivos matices morados, que se van acentuando en las últimas fases, hasta tornarse completamente rosadas casi rojas, tienen protuberancias dorsales prominentes.

Crisálida (40 días), es marrón obscuro, suele crisalidar en la inflorescencia.



Figura 34. *Rhamma lorena* (Foto: F. Guerra).

Distribución
Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2800 y 4100 m, en laderas arbustivas.

Historia natural
Es de vuelo muy rápido (entre las 11:00 y 14:30 h, solamente cuando está soleado), alto y zigzagueante, suele asolearse posada en su planta hospedera. Se encuentra durante todo el año; sus poblaciones son poco abundantes en el valle. Presente en el piso ecológico andino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de Chilca (*Baccharis latifolia*).

Nombre científico: *Leptotes cassius cassius*

Descripción
Mariposa, en el macho la cara dorsal de las alas anteriores son azul celeste iridiscente, las alas posteriores son azul celeste iridiscente solamente el área submarginal y la parte de arriba del margen interno, el resto es blanco con reflejos iridiscentes. La hembra es muy diferente al macho en la cara dorsal, principalmente el ala anterior es blanquecina con recubrimiento basal azul y bandas marrón obscuro en la mitad distal. La cara ventral en ambos sexos es blanca con series de franjas y manchas irregulares marrones; en el área marginal de las alas posteriores presenta puntos a manera de ojos, dos de ellos celestes con un punto negro en el centro y los bordes negros.

Huevo (20 días), la hembra deposita uno o más huevos de color crema verdoso, en los sépalos de la inflorescencia.
Larva (45 días), son de color verde olivo en las últimas fases larvales, se alimentan de las semillas de la planta hospedera.
Crisálida (25 días), es perla claro, con dos pequeños puntos negros a manera de ojos en la parte ventral.



Figura 35. *Leptotes cassius cassius* (Foto: F. Guerra).

Distribución
Argentina y Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2800 y 4100 m, en laderas secas y herbáceas, planicies secas, arbustivas y herbáceas.

Historia natural
Es de vuelo lento y pausado. Se encuentra durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de plantas como arvejilla (*Crotalaria* sp.) y la especie introducida alfalfa (*Medicago sativa*).

Familia Nymphalidae

Los ninfálidos son la familia de mariposas diurnas más numerosa, en América existen alrededor de 2300 especies. Es una familia cosmopolita, su mayor diversidad se encuentra en los trópicos. En los adultos, las patas anteriores están reducidas en ambos sexos y solamente las patas medias y posteriores les sirven para la locomoción. Los huevos son de formas variables, suelen ser esféricos o como conos truncados. Las orugas se alimentan de casi todas las plantas, poseen diversas formas, pueden ser lisas o con cerdas, con pelos y tubérculos, algunas presentan dos colas en el décimo segmento abdominal. La crisálida suele estar suspendida por una fina seda o acostada sobre hojas. Algunas subfamilias importantes de los ninfálidos son: Las Danainae (mariposas monarca), Morphinae (azulinas y tornasoles), Ithomiinae (mariposas espejo y transparentes), Heliconiinae (mariposas de las pasiflora), Acraeinae (sonsas), Brassolinae (mariposas búho) y las Charaxinae (mariposas hoja).

Nombre científico: *Dione glycera*

Descripción
Mariposa, cara dorsal castaño-rojiza con nervaduras y márgenes alares negros. Con dos manchas negras en forma de “S” en la celda discal del ala anterior y con cinco celdas en el ala posterior entre el área apical y el ángulo anal. La cara ventral del ala posterior es castaño rojizo. La parte basal, la medial y submedial son anaranjadas y la apical

negra con siete manchas redondeadas blanquecinas.
La submarginal y el tornus con pequeñas manchitas blanquecinas. El ala posterior café con manchas plateadas.
Huevo (15 días), la hembra oviposita varios huevos solitariosen la planta hospedera, puede hacerlo en el haz o envés de las hojas, tallos y brotes tiernos, es de color amarillo, luego se torna crema y finalmente violáceo cuando va a eclosionar.
Larva (50 días), púrpura con tres franjas dorsales longitudinales delgadas y una franja gruesa lateral amarilla o blanquecina en zig-zag, cuerpo con seis espinas ramificadas en cada segmento, cabeza rosada clara, con un par de espinas a manera de cuernos y dos anillos oculares negros.
Crisálida (20 días), café con matices rosados.



Figura 36. *Dione glycera*, vista dorsal y ventral (Foto: F. Guerra).

Distribución
Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, Bolivia, Chile y norte de Argentina. En el valle de La Paz se encuentra entre los 1500 y 4100 m, en zonas urbanas y periurbanas, planicies y laderas arbustivas, y planicies herbáceas.

Historia natural
Es de vuelo lento y errático, se la encuentra durante todo el año, pero sus mayores poblaciones están en la época húmeda y transición. Presente en los pisos altitudinales altoandino, andino, subandino y montano.

Planta hospedera: Las orugas se alimentan de plantas de Tumbo (*Passiflora mollisima*), pasionaria (*Passiflora gracilens*) y (*Passiflora* sp.).

Nombre científico: *Vanessa braziliensis*

Descripción
Mariposa, la cara dorsal en ambos pares de alas es rojo ladrillo, con los márgenes marrón obscuro, las alas anteriores con dos lunares y dos puntos blancos dispuestos longitudinalmente; todo el área apical marrón con manchas negras, el área postmedial con una franja de manchas asimétricas, la celda discal con cuatro manchas negras.

Las alas posteriores con dos ocelos azulados tornasolados en la postmedial y envueltas con un anillo marrón, y dos puntos negros entre los dos ocelos, dos franjas negras una más delgada que la otra. La cara ventral similar a la dorsal, excepto por las alas posteriores que presentan manchas marrones en el área basal y submedial, y dos ocelos evidentes.



Figura 37. *Vanessa braziliensis* (Foto: F. Guerra)

Huevo (20 días), es verde claro, la hembra deposita huevos solitarios en el haz o envés de las hojas.
Larva (70 días), negra con la base de las espinas ramificadas azules, cuerpo con una franja lateral longitudinal delgada interrumpida anaranjada, mechones de pelos anaranjados a lo largo de los lados del cuerpo, cabeza negra. Construye un nido en la parte central de su hospedera, entre los brotes tiernos o uniendo hojas, ahí se protege durante el día y se alimenta en la noche.
Crisálida (35 días), amarilla obscura, tórax con franjas y manchas púrpuras, abdomen con franjas longitudinales púrpura, y dos hileras de espinas abdominales, dos pares de espinas a los costados del tórax y una espina central más grande anaranjadas.

Distribución
De Venezuela a Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Argentina. En el valle se encuentra entre los 250 y 4500 m, en zonas

urbanas y periurbanas, quebradas arbustivas, planicies herbáceas y arbustivas, laderas arbustivas y áreas abiertas.

Historia natural

De vuelo rápido y zigzagueante, abundante durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos subnival, altoandino, andino, subandino y montano.

Planta hospedera: Huira huira (*Achyrocline alata, A. ramosissima, Gamochaeta spicata, Gnaphalium cheiranthifolium, G. gaudichaudianum*).

Nombre científico: *Vanessa carye*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de las alas anteriores rojo ladrillo con fondo negro y puntos blancos en el área apical, las alas posteriores con cuatro ocelos negros y centro azulado en la línea paralela al borde externo. La cara dorsal con diseño complejo de color gris moteada en las alas posteriores, y las anteriores similares a la de cara dorsal.

Huevo (15 días), es verde claro, la hembra deposita huevos solitarios en el haz de las hojas.

Larva (60 días), cabeza y cuerpo negros, con espinas ramificadas negras y espinas con la base negra y el extremo crema, parte dorsal con dos franjas longitudinales y una franja lateral longitudinal crema y mechones de pelos rosado claro. Construye un nido doblando las hojas y uniéndolas o uniendo varias hojas entre sí, donde se protege durante el día y sale alimentarse en la noche.

Crisálida (35 días), amarilla-anaranjada, con manchas púrpuras poco notorias y dos hileras de espinas abdominales, dos pares de espinas a los costados del tórax y una espina central más grande, en la parte ventral entre el tórax y el abdomen resalta una mancha blanca a ambos lados del cuerpo.



Figura 38. *Vanessa carye* (Foto: F. Guerra)

Distribución

Islas Galápagos, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Sudeste de Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Argentina y Chile. En el valle de La Paz se encuentra entre los 200 y 4800 m, en zonas urbanas y periurbanas, quebradas y laderas arbustivas, planicies herbáceas y planicies secas.

Historia natural

Es de vuelo rápido y zigzagueante, se la encuentra abundantemente durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos subnival, altoandino, andino, subandino y montano.

Planta Hospedera: La oruga se alimenta de malva (*Malva parviflora*), malva amkeria (*Fuertesimalva echinata*) y malva real (*Lavatera assurgentiflora, especie introducida*).

Nombre científico: *Danaus erippus*

Descripción

Mariposa, tanto la cara dorsal como la ventral son anaranjado obscuro, la venación y los bordes externos son marrón obscuro y sobre ellas manchas blancas, el extremo superior de las alas anteriores es marrón obscuro y se expande hacia la submarginal.

Huevo (15 días), es verde claro y es ovipositado solitariamente en el haz y envés de las hojas, tallos, flores y brotes tiernos de su planta hospedera.

Larva (40 días), es amarilla con tres franjas negras transversales a razón de cada segmento en todo el cuerpo y dos pares de cuernos retractiles (osmeterium- glándula de secreciones), un par en la parte anterior y otra en la posterior del cuerpo, que le sirve como medio de defensa.

Crisálida (15 días), con forma de farol, verde y con tres líneas delgadas dorada, blanca y negra unidas entre sí en la parte media ventral, y tres puntos dorados en la cabeza.



Figura 39. *Danaus erippus* (Foto: F. Guerra)

Distribución
En Perú, Brasil, Uruguay, Argentina, Chile y Bolivia. En el valle se encuentra entre los 250 y 4000 m, en planicies y laderas herbáceas y arbustivas.

Historia natural
Es una mariposa de vuelo lento y planea dejándose llevar por el viento grandes distancias, es migratoria y se la encuentra durante la época de lluvias y transición, eventualmente en la época seca. Presente en los pisos ecológicos andino, subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de tasi o doca (*Araujia odorata*), bandera española (*Asclepias curasavica*) y bola de Adán (*Gomphocarpus physocarpus*).

Nombre científico: *Punargentus angusta angusta*

Descripción
Mariposa, alas con orlas de color marrón, la cara dorsal de las alas anteriores plateado brillante, área postmedial con dos lunares negros, la zona marginal y el área basal con matices marrones. Las alas posteriores plateadas en la zona basal, discal y postdiscal. La cara ventral de ambos pares de alas marrón obscuro, con una línea grisácea paralela en los márgenes, las alas anteriores con dos lunares y dos puntos con contorno café claro dispuestos en la zona postmedial. Las alas posteriores con nervaduras café claro y dos franjas con pequeñas manchas irregulares negras en forma de arco.
Huevo (60 días), la hembra grávida antes de depositar los huevos se posa en el suelo, dobla el abdomen hacia abajo y fricciona el ovipositor en el suelo, luego se dirige caminando hacia la planta hospedera y a pocos centímetros del suelo, en el tallo deja los huevos, a medida que sale este se reviste de polvo, seguramente para su protección.
Larva y Crisálida, son desconocidas.



Figura 40. *Punargentus angusta angusta* (Foto: F. Guerra)

Distribución
Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3600 y 4200 m, en planicies secas y laderas.

Historia natural
Son de vuelo rápido y corto. Se encuentran entre mayo-diciembre. Presente en el piso ecológico altoandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de paja brava (*Deyeuxia* sp.).

Nombre científico: *Yramea inca*

Descripción
Las alas con orlas blanquecinas, en los machos la cara dorsal de ambos pares de alas es anaranjado (la hembra es amarillenta-blanquecina), con los márgenes marrón y una franja de manchas negras triangulares dispuestas longitudinalmente en el área submarginal. Una línea negra de puntos en el área postmedial y una mancha marrón irradia del área basal. La cara dorsal es amarillo-verdoso, con diseño de manchas similar a la cara dorsal, pero las nervaduras son blanquecinas. Los estadios inmaduros son desconocidos.



Figura 41. *Yramea inca* (Foto: F. Guerra)

Distribución
Bolivia. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3900 y 4800 m, en bofedales, laderas y planicies secas.

Historia natural
Es de vuelo muy rápido y zigzagueante, dejándose llevar por el

viento. Presente todo el año y es más frecuente en la época de lluvias. Presente en los pisos ecológicos subnival y altoandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de alguna especie de *Viola* sp.

Familia Hesperiidae

Esta familia está constituida por mariposas pequeñas y robustas, son muy numerosos en el Neotrópico donde viven más de la mitad de las especies conocidas en el mundo. Tienen cabeza grande y tórax ensanchados, se caracterizan por tener las antenas muy separadas en la base, generalmente recurvadas y en forma de gancho. Las venas del ala anterior no presentan ramificaciones, partiendo todas de la base del ala. Los adultos son de vuelo muy rápido y en zig zag. Son activas desde temprano hasta el atardecer, suelen posarse con las alas posteriores extendidas casi horizontalmente y las posteriores semilevantadas, lo que las distinguede otros grupos de mariposas. Las orugas son generalmente desnudas y cilíndricas, de cabeza gorda y cuello estrecho, viven ocultas durante el día entre las hojas que enrollan y fijan con hilos de seda, durante la noche salen de su escondrijo a alimentarse. Pupan en un capullo hecho por hojas unidas por seda. Las subfamilias que se encuentran en el neotrópico son: las Pyrginae y Eudaminae (las orugas se alimentan de dicotiledóneas), Heteropterinae (las orugas se alimentan de poáceas) y Hesperiinae (las orugas se alimentan principalmente de monocotiledóneas).

Nombre científico: *Metardaris cosinga cosinga*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de las alas es negra olivácea con orlas anaranjadas, y fajas rojas poco notorias principalmente en el ala anterior. La cara ventral de las alas con bandas y fajas rojas obscuras sobre un fondo negro oliváceo obscuro.

Huevo (35 días), la hembra deposita los huevos de uno en uno en la planta hospedera, generalmente lo hace en las hojas tiernas y son de color crema-rosado, cuando van a eclosionar se tornan negruzcos.
Larva (150 días), es rojo-violeta con franjas transversales amarillas y blancas intercaladas, y el cuerpo esta cubierto por pelos blanco-plateados, es plaga importante del pino causando grandes daños foliares.
Crisálida (60 días), la oruga construye un capullo con pequeñas hojas, ramitas e hilos de seda que ella produce, deja una abertura por donde emerge para alimentarse, pernoctando en su interior hasta que llega el momento de crisalidar. La crisálida es de color café obscuro



Figura 42. *Metardaris cosinga cosinga* (Foto: F. Guerra)

Distribución

Bolivia y Perú. En el valle de La Paz se encuentra entre los 2800 y 3800 m, en el área urbana, periurbana, laderas y planicies arbustivas-herbáceas.

Historia natural

Son de vuelo lento, pesado y pausado, suelen formar grandes congregaciones cerca de sus plantas hospederas. Se la encuentra durante la época de lluvias y transición. Presente en los pisos ecológicos andino y subandino.

Planta hospedera: La oruga se alimenta principalmente de tres especies de plantas, el pino (*Pinus radiata*, especie introducida), la churisiki, ailampo o cheqche (*Berberis boliviana*) y la chillca (*Baccharis emarginata*).

Nombre científico: *Hylephila isonira mima*

Descripción

Mariposa, la cara dorsal de ambos pares de alas es anaranjado-amarillento, todos los márgenes de color marrón, la zona marginal con una franja de manchas triangulares marrón, las alas anteriores, con una franja irregular marrón dispuesta transversalmenteen la parte central del área postdiscal y discal, y otra en el extremo de la postdiscal casi en el margen costal. Las alas posteriores con los márgenes marrones y una mancha acodada entre la discal y basal. La cara ventral es más clara con un diseño parecido al de la cara dorsal.

Huevo (25 días), es color perla.
Larva y Crisálida, son desconocidas.

Distribución
Perú, Chile y Bolivia. En el valle se encuentra entre los 2800 y 4000 m, en planicies de herbáceas, y arbustivas.

Historia natural
Es de vuelo rápido, rasante y en zig-zag. Se encuentra durante todo el año. Presente en los pisos ecológicos altoandino, andino, subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de kikuyo ó dulce kora (*Pennisetum clandestinum*).



Figura 43. *Hylephila isonira mima* (Foto: F. Guerra)

Suborden HETEROCERA (Familia Saturniidae)

Nombre científico: *Leucanella stuarti koehleri*

Descripción
La hembra deposita los huevos en las hojas y brotes tiernos de la planta hospedera. Las orugas (150 días), son muy peludas y con espinas ramificadas urticantes, presentan coloración anaranjado claro con franjas transversales negras y espinas negras. La pupa (40 días), es cubierta con por finos hilos de seda de color naranja claro.

Distribución
En Bolivia, Perú y Argentina, se han identificado a tres subspecies; *Leucanella stuarti koehleri, L. s. stuarti* y *L. s. rothschildi.* La subespecie koehleri se encuentra en Argentina y Bolivia. En el valle habita entre los 2885 - 3650 m, en el bosque nublado, bosque seco y puna húmeda (quebradas arbustivas).

Historia natural
El adulto se encuentra durante la época de lluvias. Presente en los pisos ecológicos, altoandino, andino, subandino y montano.

Planta hospedera: La oruga se alimenta de Khela (*Lupinus altimontanus*).



Figura 44. *Leucanella stuarti koehleri* (Foto: F. Guerra)

Familia Sphingidae

Tiene distribución cosmopolita y está representada por al menos 1000 especies (95,96). Se las denomina las polillas picaflor (taparakus), poseen cuerpo robusto y vuelo generalmente muy rápido; la mayoría de ellas tienen las alas anteriores estrechas y terminadas en punta, aunque algunas tienen alas más anchas, festoneadas y vuelan con mayor lentitud. Las alas suelen ser mantenidas planas y dirigidas hacia atrás, como flechas, durante el reposo. Las hembras esfíngidas depositan huevos verdosos, translúcidos y lisos (97), pueden ser solitarios o en grupos, en la planta hospedera (3). El período de desarrollo del huevo varía mucho, entre 3 y 21 días.

Las larvas atraen la atención de los observadores, presentan formas diversas, a menudo con franjas oblicuas que las camuflan bien. Con frecuencia se produce un notable cambio de color en todo el crecimiento hasta antes de la fase de pupa. La mayoría de las especies presenta un cuerno alargado y curvado en el extremo posterior dorsal del último segmento abdominal que tiende a desaparecer en los últimos instares. Algunas larvas parecen imitar a serpientes. Las larvas se alimentan principalmente del follaje de las plantas. Existen ciertas especies de importancia económica como plagas en algunos cultivos agrícolas; solamente la fase larval es la que realmente ocasiona daño al cultivo.

Las larvas en el último estadio bajan al suelo y se entierran o buscan madrigueras en el terreno donde pupan. algunas pupas de esfíngidos tienen la probóscide libre en vez de estar fusionado con el resto de la pupa. La mayoría de los adultos de esfíngidos son nocturnos, llegando a las fuentes de luz con regularidad, pero algunas especies son crepusculares y su vuelo es de tan sólo algunos instantes alrededor de la luz. Es por esto que sus colectas son muy poco frecuentes. Muchas de sus especies tienen colores muy vistosos. La mayoría de los esfíngidos poseen una muy larga probóscide y se alimentan mientras permanecen en vuelo sobre las flores, de forma similar a un colibrí, algunas carecen de probóscide y no ingieren alimento. Algunas especies son de hábitos diurnos y se encuentran volando sobre las flores, en los caminos y sobre cuerpos de agua (charcos y pequeños arroyos).

Poseen gran gama de plantas hospederas para las fases larvales e incluye familias tales como: Asclepiadaceae, Anacardiaceae, Anonaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caricaceae, Compositae, Convolvulaceae, Dilleniaceae, Oleaceae, Erytrhoxylaceae, Euphorbiaceae, Legumiinosae, Malvaceae, Moraceae, Vitaceae, Melastomaceae, Nyctaginaceae, Oenotheraceae, Vochysiaceae, Portulacaceae, Pedaliceae, Piperaceae, Polygonaceae, Onagraceae, Rosaceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Solanaceae, Urticaceae, Verbenaceae (98,99, 96).

Nombre científico: *Lintneria arthuri* (Subfamilia Sphinginae)

Descripción

El adulto es de color canela u oliva oscuro con manchas cafés poco notorias en su cara dorsal. Las alas anteriores rectas con margen externo ligeramente convexa, casi directo a la vena M3.

Se distingue fácilmente por el peculiar color verde oliva – verdoso de la cabeza, tórax y las alas anteriores. Las alas posteriores con don franjas canela – amarillentas en zigzag en la zona basal y en la posdiscal, que contrastan con el fondo gris.

El abdomen presenta en los segmentos franjas negras y verde olivo, con una banda amplia verdosa mesial. La cara ventral de las alas anteriores verde oliva, más claras y las posteriores similares a la cara dorsal pero más claras.



Figura 45. *Familia Sphingidae* (Foto: F. Guerra)

Distribución

Posiblemente endémica de Bolivia, habita en quebradas arbustivas,

Historia natural

Las larvas cuando van a empupar pueden migran a grietas subterráneas justo antes de la eclosión. Se cree que todas las larvas exhiben un cuerno torácico en los 4 primeros instares que es reemplazado por una joroba dorsal torácica con una gran mancha negra en el 5to instar. Las hembras para atraer a los machos liberan feromonas de una glándula en la punta del abdomen. Los adultos probablemente se alimenten de néctar. La especie es poco común, se la encuentra en el periodo de lluvias (entre noviembre y diciembre).

Planta hospedera: La oruga posiblemente se alimente de plantas de la familia Lamiaceae (*Salvia*), Hydrophyllaciaea (*Wigandia*) o Verbenaceae (*Verbena* o *Lantana*).

ORDEN DIPTERA

Autores: S. Rosario Apaza V. y J. Miguel Limachi K.

Las moscas y mosquitos componen el orden Diptera que constituye a uno de los órdenes de insectos más grandes, tanto en número de individuos como en especies (1). En el mundo se conocen actualmente unas 150 000 especies de dípteros. Presentan solo un par de alas desarrolladas, siendo el segundo par reducido a unas estructuras llamadas halterios, los cuales cumplen la función de órgano de equilibrio. Las moscas tienen una metamorfosis completa, es decir pasan por los estadios de: huevo, larva, pupa y adulto.

Los caracteres morfológicos que se usan para la identificación de las moscas son: la forma y posición de las antenas, la coloración y posición de setas en las patas, venación alar y la quetotaxia (forma y organización de los pelos o setas) en cabeza, tórax y abdomen.

Las moscas que más se conocen debido al efecto que causan en la salud y la economía del ser humano son: los mosquitos *Anopheles y Aedes* (ej. Malaria, Dengue), tábanos (moscas hematófagas), flebótomos (Leishmaniasis), *Cochliomyia, Oestrus y Dermatobia* (miasis humana y animal), Tephritidae (la mosca de la fruta), las cuales representan apenas una pequeña parte del total de especies registradas consideradas como plagas.

Pero, también existen muchas otras que cumplen funciones importantes en el ecosistema como ser: los descomponedores de materia orgánica (Calliphoridae, Sarcophagidae), polinizadores (Ceratopogonidae, Syrphidae), depredadores (Asillidae), parasitoides de animales considerados plagas para el hombre (Phoridae), como recurso alimenticio para peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (100), así como también para usos en medicina para la terapia larval (Calliphoridae) y por ultimo como herramientas para la ciencia médico-legal con la Entomología Forense, en la cual las moscas (básicamente las larvas que se desarrollan y alimentan de tejido muerto), son utilizadas como una herramienta para establecer la data de muerte en cadáveres humanos, a través de la caracterización del estadio larval y la identificación taxonómica de una especie en particular sobre un cadáver. A continuación se describen a tres especies de moscas necrófagas presentes en el valle de La Paz.

Nombre científico: *Calliphora nigribasis*
Nombre común: Mosca negra

Descripción

Moscas robustas fácilmente distinguibles por la presencia de su basicosta color marrón oscura a negra, gena gris oscura a negra y las alas fuertemente ahumadas en su base (101).

Las larvas de tercer estadio tienen 12 segmentos. Los segmentos 2-8 con anillo de espinas completo, 9 con anillo incompleto dorsalmente, 10 con espinas hasta ¾ del segmento, 11-12 con anillo completo; el 11 algunas veces incompleto, espiráculos posteriores con peritrema grueso, completo y botón bien definido. Áreas fusiformes ausentes (102).



Figura 46. *Calliphora nigribasis* (Foto: M. Limachi)

Distribución

Presente en los Andes en zonas rurales y bosques (102). Las especies de este género se encuentran principalmente en regiones altas, en climas propios de las regiones andinas por encima de los 1 800 m (103). En Argentina (Buenos Aires) es abundante en otoño-invierno, pero es rara en ambientes sinantrópicos (104). En el valle de La Paz se lo puede encontrar en Pinaya, Palca y Tumusa.

Historia natural

Se la considera como las primeras especies colonizadoras de los cadáveres, se las encuentra durante los estados de descomposición cromático y enfisematoso (hinchado) (105). Según su índice de sinantropía tiene un rechazo total de asentamientos humanos (106).

Nombre científico: *Compsomyiops fulvicrura*
Nombre común: Mosca de los muertos, mosca de patas bicolor

Descripción

Género neotropical fácilmente distinguible por presentar la parafacial setosa, característica un poco difícil de observar en algunos machos. Muy parecida al género *Cochliomyia*, pero con los palpos de tamaño normal y las patas de color naranja (101). Las larvas son vermiformes, sin cabeza visible, con el extremo anterior subconico; el extremo posterior truncado en el cual se abren los espiráculos posteriores. Longitud total 8-12 mm. (102).



Figura 47. *Compsomyiops fulvicrura* (Foto: M. Limachi)

Distribución

Endémico de la región neotropical, principalmente en las zonas andinas montañosas altas y frías (104). Sobre todo en áreas silvestres muy conservadas o poco intervenidos (108), asociada con ambientes rurales o semirrurales (109, 107,110). En el valle de La Paz se la colectó en: Cota Cota, Mecapaca, Palca, Tumusa y Pinaya.

Historia natural

Las larvas se alimentan de tejido muerto o de sustancias orgánicas en descomposición (111) son necrobiontófagas que se desarrollan habitualmente en cadáveres, sin embargo las consideran capaces de producir miasis accidentales y ocasionales en heridas, aunque no como invasores primarios (112, 113). Considerada como especie hemi-sinantrópica para Chile (112) ya que presenta un índice de sinantropía de +48,9, lo que la califica como una mosca que escoge la cercanía del hábitat humano y muestra preferencia por ambientes rurales y silvestres (112). Para Argentina especie asinantrópica y nativa, la importancia sanitaria en esta región es poco conocida (113). En Perú se encontraron dentro de cadáveres humanos (115) y se ha observado su aparición sobre cadáveres de animales en etapa de descomposición activa (116). Es una especie que solo aparece durante los meses de mayor temperatura y menor precipitación pluviométrica (111).

Nombre científico: *Sarconesia chlorogaster*
Nombre común: Mosca verde, mosca azul

Descripción

Son moscas robustas, miden 4-16 mm. de longitud. Cabeza más ancha que alta, antenas con arista plumosa. Tórax negro y plateado con franjas negras semejante al de los sarcofágidos. El abdomen con coloración parcial o totalmente metálica, verde dorado brillante más raramente verde azulado (109); ojos verdes en insectos vivos, aunque los ejemplares de colección los tienen rojo oscuro (104). Los machos tienen generalmente la frente más estrecha (holopticos o subholopticos) y las hembras la frente más ancha (dicopticos) (101). Las larvas miden 15.26 ± 0,39 mm., su cuerpo comprende 12 segmentos: cabeza (no distinguible), tres segmentos torácicos, seguidos de ocho segmentos abdominales. Parte anterior aguzada y posterior truncada. Coloración blanca lechosa o crema (103).



Figura 48. *Sarconesia clhorogaster* (Foto: M. Limachi)

Distribución

Especie ampliamente distribuida en la región neotropical, en zonas de clima frío (117), encontrada solo en América del sur entre los 10º y 40º S (103). Muy tolerante en cuanto a altitud pues son encontradas por encima de 4200 metros, aunque no es rara a nivel del mar (104). Registrada en Brasil, Argentina, Uruguay, Bolivia, Perú y Chile.

Las especies del género *Sarconesia* muestran una fuerte preferencia por con poca influencia humana (108), pero, también se presentan en áreas urbanas y tienen un elevado grado de sinantropía, por lo cual puede ser utilizada como indicadora de intervalo post-mortem (IPM) en entomología medico criminal (118). Esta especie en Perú fue encontrada en el interior de cadáveres humanos, es reconocida como la especie forense más importante, para

sur América (119). En el valle de La Paz presente en Cota Cota, Mecapaca, Tumusa, Palca y Pinaya.

Historia natural

Los adultos (en mayor porcentaje las hembras) se presentan como especies primarias en las etapas iníciales de descomposición cadavérica (fase de descomposición fresco); apareciendo desde el primer día de muestreo y colectándose en mayor porcentaje en la última fase de descomposición que es la de esqueletización (120). En Argentina aparecen ocasionalmente sobre cebos de carne, en primavera tardía-verano- (121). Las larvas se alimentan de tejido muerto o de sustancias orgánicas en descomposición pues son Necrobiontófagas (122), pueden llegar a producir miasis accidentales y ocasionales (123). La longevidad media calculada para machos y hembras fue de 26 y 24 días (103), llegando a vivir un máximo de 38 a 39 días respectivamente (106).

Nombre científico: *Eristalis* sp.
Nombre común: Mosca de las flores

Descripción

Conocida como la mosca de las flores, es similar a una abeja (*Apis melífera*), en tamaño y color. Con pilosidad moderada, su cabeza es más ancha que alta, incluso más ancha que el tórax. Sus antenas son cortas y su tercer segmento es más largo que todos. Los ojos presentan pelos finos en toda su área. Miden entre 10 a 12 mm. de largo.



Figura 49. *Eristalis sp.* (Foto: M. Limachi)

Distribución

El género *Eristalis*, está ampliamente distribuido a través del mundo, siendo muchas especies las que están presentes en el Neotrópico. En el área de estudio se lo encontró en todas las localidades que fueron visitadas

Historia natural

Estas moscas son polinizadoras y sus larvas son acuáticas, respiran mediante un largo tubo. Los adultos mimetizan a las abejas, y se las encuentra en o cerca a las flores generalmente de color amarillo o blanco alimentándose de néctar, manteniendo el vuelo en el aire. Existen casos en que la ingestión accidental de huevos, como las de *E. tenax*, cuyas larvas sobreviven en el intestino, pueden causar trastornos digestivos llamados miasis. A causa de sus ciclos de vida diferentes, las especies de este género son buenos indicadores de la salud de los hábitats en que viven (125).

Nombre científico: *Copestylum bolivianum* (Sinónimos: *Volucella boliviana*, *V. arica*, *V. soukupii)*
Nombre común: Mosca de las flores

Descripción

Esta especie es de color oscuro, con la frente y el rostro prominente haciendo que la cabeza aparezca grande en proporción al resto del cuerpo, sus alas son grandes y hialinas. Su rostro es cóncavo justo en el área que está debajo de las antenas, y más bien es convexo cerca a la cavidad oral. Los ojos presentan pilosidad oscura. El tórax también es oscuro, el escutelo pálido, las patas oscuras, excepto el área basal de las tibias que es rojiza. El abdomen también es oscuro con muchos pelos del mismo color. Tienen una longitud de 12 mm.



Figura 50. *Copestylum bolivianum* (Foto: M. Limachi)

Distribución

Esta especie de sirphido, está registrada solo para La Paz (Bolivia) y también para Arequipa (Perú) (126). En el área de estudio, se tiene registros para las localidades de Llojeta, Achocalla, Achumani y Mecapaca.

Historia natural

Son moscas con apariencia de abejas, las mismas que se encuentran visitando flores amrillas y blancas. Su papel como polinizadoras es considerado importante, aunque no en la misma proporción que el de las abejas, puesto que su dieta no está compuesta exclusivamente por néctar, pero usan este recurso complementariamente (41).

Glosario

A: prefijo que denota carencia, *Sin*. Deriva del gr.*a, no.*
Basicosta: Región de la base de la ala, en la parte superior.
Calíptero: *sust.* Funda modificada que recubre los halterios de algunas moscas.
Cladística: Rama de la biología que define las relaciones evolutivas entre los organismos basándose en similitudes morfológicas derivadas.
Cleptoparasitísmo: Es una tipo de parasitismo por robo que se traduce en una forma de alimentación donde el animal se aprovecha de presas o alimentos que otro animal ha capturado, colectado, matado o preparado, incluyendo los alimentos almacenados.
Dicóptico: Con ojos bastante separados.
Endémico: adj. Restringido a una determinada región o parte de una región.
Escapo: La primera división primaria o segmento de la antena
Escopa: En abejas, es una estructura en forma de brocha, conformada por pelos cortos y firmes de igual longitud, usados para la recolección de polen.
Escutelo: La región media del medio del tórax (mesotórax) o de la parte posterior de este (metatórax).
Estigma: Esclerotización gruesa y usualmente oscura sobre el ala anterior hacia el ápice de la vena costal.
Filum: Categoría taxonómica
de clasificación de los seres vivos inferior a la de Reino y superior a la de Clase.
Gáster: En Hymenoptera, todo el abdomen excepto su primer segmento.
Gena: Región facial de la mosca (mejillas).
Glándula Metapleural: glándula que se encuentra en la parte lateral del metatórax.
Gonóporo: Apertura genital presente de los invertebrados, sobre todo en insectos.
Heliófilo: adj. adaptado a intensidades relativamente altas de luz.
Hemi: prefijo derivado del gr. *hemi*, que quiere decir mitad.
Hipofaringe: Apendice de la cabeza (parte bucal) usado para la alimentación.
Holóptico: Con los ojos tan junto que se encuentran prácticamente en la parte superior de la cabeza.
Labium: Apendice de la cabeza (parte bucal) usado para la alimentación.
Metasoma: Es la parte del abdomen excluyendo el primer segmento llamado propodeo.
Miasis: Invasión de un tejido vivo por larvas de algunas moscas
Miriápodo: Grupo taxonómico que incluye a los artrópodos llamados ciempiés, milpiés, etc.
Necrobiontófagas: Que se alimentan de cuerpos muerto.
Omnívoro: adj. Animal que se alimenta de toda clase de sustancias orgánicas.
Papila: Pequeña prominencia o protuberancia de forma cónica
Parafaciales: Partes estrechas de la cápsula cefálica situadas entre la sutura frontal y los ojos, como en algunos dípteros.
Parasitoide: Insecto cuyas larvas se alimentan y desarrollan en el interior (endoparásitos) o en la superficie (ectoparásitos) del cuerpo de otro artrópodo.
Peciolo: Parte del metasoma, usualmente primer segmento metasomal
Pigidio: Ultimo segmento del abdomen en el que se encuentra el ano
Prestigma: Ápice agrandado y endurecido de una o más venas sobre el margen anterior del ala continúo al estigma.
Polimórfico: Que puede tener varias formas sin cambiar su naturaleza
Propodeo: El primer segmento del abdomen que está ampliamente fusionado y que es inmóvil, con la parte posterior del tórax (metanoto o metatorax).
Saprófago: Que vive sobre materia en descomposición.
Sinantrópico: Asociado al hombre y a sus viviendas.
Shock Anafiláctico: Reacción alérgica fuerte que puede poner en peligro la vida del paciente
Tegumento: Tejido orgánico que recubre las partes corporales de una planta o un animal
Vermiforme: *adj.* con forma de gusano.

Peces del valle de La Paz

Jaime Sarmiento[1,2] & Soraya Barrera[1,2]

[1]Sección de Peces; Unidad de Zoología; Museo Nacional de Historia Natural; [2]Colección Boliviana de Fauna.

1. Introducción

Los peces presentan una enorme diversidad morfológica, biológica y de ocupación de hábitats (1). A pesar de su diversidad, usualmente se definen como vertebrados acuáticos que poseen agallas y "extremidades" en forma de aletas (1).

Los peces son un recurso de subsistencia fundamental para las comunidades humanas situadas cerca a humedales. Además, son muy importantes como recurso económico, como la pesca comercial e industrial, la pesca deportiva y la acuariofilia. Debido al incremento de la demanda, presentan numerosos problemas de conservación. Consecuentemente, en los últimos años han sido objeto de un creciente interés por parte de autoridades nacionales y científicos (1, 2). Sin embargo, existen muy pocos trabajos específicos sobre las especies y poblaciones del valle de La Paz. La mayoría de los trabajos sobre peces de la región andina en Bolivia, hacen referencia a estudios de sistemática y taxonomía de la cuenca del lago Titicaca (3, 4, 5, 6, 7). En menor proporción se encuentran trabajos sobre aspectos generales de la biología de los peces (8, 9, 10). Un primer trabajo sobre la fauna nativa del valle de La Paz fue realizado en el marco de la primera edición del Libro del valle de La Paz (11).

Actualmente se conocen cerca de 27.977 especies incluidas en la superclase Pisces, que incluye a peces sin mandíbulas (lampreas), peces cartilaginosos (tiburones y rayas), peces pulmonados (Dipnoos), y los peces óseos (Teleosteos). De estos, aproximadamente 11952 corresponden a peces de agua dulce, que cumplen su ciclo esencialmente en sistemas continentales (1). El mayor número de peces; al menos 7000 especies (que representan aproximadamente el 10% de los vertebrados conocidos), se encuentra en sistemas de agua dulce de Centro y Sudamérica (12, 13). Sin embargo, menos de 311 especies fueron registradas sobre los 1000 m en los Andes (14) y solamente tres especies (dos de ellas introducidas), se conocen actualmente en el valle de La Paz. En este capítulo presentamos una síntesis del conocimiento sobre las especies, nativas e introducidas, que se encuentran en el valle de La Paz.

2. Estructura de un pez

Los peces son animales de "sangre fría" (generalmente denominados ectotermos, lo que quiere decir que son capaces de controlar la temperatura corporal a partir de la temperatura ambiental), caracterizados por la presencia de vértebras, branquias (para la captación de oxígeno disuelto en el agua) y aletas (en lugar de miembros con cinco dedos). La mayoría están recubiertos de escamas y dependen primordialmente del agua que es el medio en el que viven (15).

Presentan la misma organización corporal que el resto de vertebrados. Su cuerpo puede dividirse en cabeza, tronco y cola. La cabeza se extiende desde el hocico hasta el final del opérculo. A continuación se encuentra el tronco, donde se alojan la mayoría de los órganos, además de las aletas pares, y llega hasta el ano. Finalmente, la cola abarca desde el pedúnculo caudal hasta el final de la aleta caudal (16, 17) (Figura 1).

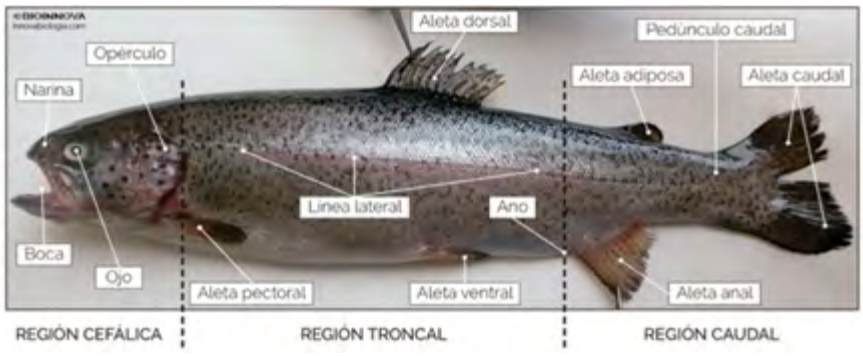


Figura 1. Patrón corporal de un pez modificado de imagen de la revista de pesca Pescatecnia (Foto: BIOINNOVA).

Usualmente presentan tres o cuatro aletas impares (dorsal, anal y caudal, además de una adiposa que puede estar ausente en muchos grupos y especies) y dos pares de aletas dobles (pectorales y pélvicas) (Figura 1).

En general presentan una línea lateral u órgano sensorial usado para detectar el movimiento y vibraciones en el agua (Figura 1). Está formada por receptores nerviosos ubicados a cada lado en los flancos del pez y asociados a una serie de escamas especiales.

3. Los peces del valle de La Paz

3.1. Riqueza de especies:

Solamente tres especies de peces han sido registradas en el valle de La Paz, dos de las cuales son especies ampliamente introducidas en Sudamérica en general y Bolivia en particular. La única especie nativa es a *Orestias agassii* (Valenciennes, 1846), ampliamente distribuida en el Altiplano de Bolivia (5, 18).

Las otras especies registradas en el valle de La Paz, son dos especies ampliamente introducidas en Sudamérica. La primera de ellas: la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie muy utilizada en programas de piscicultura. Se la ha registrado, aparentemente con poblaciones naturalizadas (aunque no se ha podido comprobar si existe reproducción natural), en la cuenca alta del río Kaluyo y en la cuenca alta del río Hampaturi.

La tercera especie (la carpa: *Cyprinus carpio*) se ha registrado, fundamentalmente en sistemas urbanos de la ciudad de La Paz, principalmente como especie ornamental. Ocasionalmente se menciona la presencia de esta especie, introducida en sistemas como la laguna Huni en la parte central del valle de La Paz, el Parque de la Calle 30 de Cota Cota y el Jardín Botánico del Herbario Nacional de Bolivia.

Varias especies de *Trichomyctyerus* (Trychomycteridae), denominadas localmente como mauris o suches, se encuentran en la vertiente oriental andina sobre los 1000 m de altitud y en la cuenca del lago Titicaca hasta los 4500 m en sistemas palustres (bofedales) y ríos de la cuenca alta del río Suchez (18, 19). En la cuenca alta del Río de La Paz, una especie de *Trichomycterus* ha sido registrada entre los 2500 y 3000 m en la subcuenca del río Luribay, que desemboca en el río de La Paz (19). Tomando en cuenta la proximidad geográfica, esta especie se ha considerado de presencia potencial, al menos en la parte baja del valle de La Paz. Sin embargo, ningún espécimen de *Trichomycterus* se capturó en las localidades muestreadas en el valle.

3.2. Hábitats y distribución en el valle de La Paz:

El valle de La Paz, se caracteriza por la presencia de una alta diversidad de ecosistemas acuáticos altoandinos. Predominan ríos y arroyos de diferente orden que se caracterizan por un régimen hidrológico estacional, con un período de aguas altas durante la época de lluvias (noviembre - diciembre a marzo) y períodos de aguas, bajas principalmente al final de la época seca (entre septiembre y octubre- noviembre). Además, especialmente en las partes altas del valle, se encuentran numerosos sistemas lacustres, principalmente lagos de origen glacial en las partes altas y sistemas senescentes (probablemente también de origen glaciar), por ejemplo en la zona de Huni y de Siete Lagunas, muy próximas a la mancha urbana de la ciudad de La Paz. En la parte alta también se encuentran extensas formaciones de sistemas palustres: los bofedales, que se caracterizan por la presencia de especies en cojín, relacionadas a pequeñas áreas de agua estancada y pequeños canales de drenaje.

La única especie nativa del valle de La Paz (*Orestias agassii*), ha sido registrada principalmente en sistemas lacustres y bofedales (Figura 2). La presencia de esta especie ha sido confirmada en lagunas del valle de Achocalla, laguna de Huni en Alto de Ánimas, Siete Lagunas y Pampalarama, Estas lagunas (excepto la laguna Pampalarama) se distinguen por su carácter de microcuencas cerradas (sistemas de drenaje muy local y de superficie reducida). La especie se encuentra relacionada a la zona litoral que se caracteriza por la presencia de una cintura vegetal conformada por macrófitas sumergidas y emergentes, entre las que predomina la totora (*Schoenoplectus californicus*). En este hábitat, se han registrado individuos de diferentes clases de tamaño, incluyendo, larvas, juveniles y adultos.



Foto 2. Laguna Huni, hábitat de *Orestias agassii* (Foto S. Barrera)

El karachi (*Orestias agassii*) también ha sido registrado en formaciones palustres (bofedales) asociados a lagos y a las cabeceras de algunos ríos de la cuenca (Figura 3). Los bofedales se caracterizan por la presencia de cojines de graminoides formados por especies de Juncaceae y Cyperaceae (principalmente *Distichia muscoides, Oxychloe andina y Phylloscirpus* spp.). En estos cojines crecen otras especies pigmeas como *Gentiana sedifolia, Werneria* spp. *Hypochaeris* sp. y gramíneas como *Deyeuxia* spp. y *Poa* sp.). Estos cojines

se encuentran intercalados con pequeños cuerpos de agua estancada de menos de 50 cm. de profundidad, con vegetación hidrófita. Estos cuerpos de agua están asociados a una red de pequeños canales de desagüe que conectan a los ríos principales. Estos bofedales, pueden dar lugar a la formación de turberas o praderas húmedas, que en el valle de La Paz, son explotadas para la producción de abonos.

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*), ha sido registrada en los mismos sistemas lacustres que el karachi (excepto en la cuenca de Hampaturi donde no se encontraron karachis). La especie, sin embargo, se encuentra asociada principalmente a la zona pelágica (central) de los



Figura 3. Río Khaluyo (Foto S. Barrera).

lagos. Tanto en la cuenca alta del río Kaluyo, como en la cuenca del Hampaturi, la trucha también se ha registrado en sistemas fluviales (ríos y arroyos). Los especímenes capturados se encontraron principalmente en pozas en el curso de los ríos, en algunos casos con presencia de hidrófitas. En la cuenca alta del río Kaluyo y la laguna de Pampalarama, individuos juveniles de trucha también fueron registrados en los bofedales. La especie se encontraba tanto en la zona de aguas estancadas, como en pequeñas pozas formadas en los canales de desagüe.

En el caso de la carpa (*Cyprinus carpio*), ha sido registrada principalmente en sistemas acuáticos de origen antrópico en la zona urbana de la ciudad de La Paz (parques), usualmente como especie ornamental. De acuerdo a la información local, la especie fue introducida en la laguna de Huni. Sin embargo, durante las campañas de reconocimiento, no fue capturada, probablemente debido a cosechas periódicas para consumo humano de las comunidades vecinas.

3.3. Estado de conservación:

En los últimos años, los científicos en general están de acuerdo en que la Tierra enfrenta una crisis de biodiversidad. Con una tasa de extinción 100 a 1000 veces mayor a lo normal, se considera que el planeta Tierra se encuentra en el denominado sexto período de extinción masiva (20). Esto es particularmente significativo en Sudamérica, donde la riqueza de especies, particularmente de vertebrados, se encuentra fuertemente amenazada y bajo una significativa presión de extinción (21).

Los períodos previos de extinción masiva fueron el resultado de la interacción de factores globales (cambio climático, cambios en la química de la atmósfera, impacto de meteoros o vulcanismo). Actualmente la extinción en masa es el resultado del impacto de una especie (el ser humano: *Homo sapiens*), en conflicto por el uso de recursos (20).

Considerando la larga ocupación humana del valle y de manera particular el desarrollo urbano, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, se han generado importantes cambios ambientales y diversos niveles de impacto en los ecosistemas del valle y su área de influencia. Particularmente, los ecosistemas acuáticos han sufrido el impacto de las actividades humanas a través de la modificación de ecosistemas, pérdida de hábitats (desecación de áreas de inundación) y procesos de contaminación.

Como consecuencia, la fauna acuática, a pesar de una reducida riqueza general, es probablemente una de las principales víctimas en este proceso. Particularmente la fauna de peces, a pesar de la baja riqueza de especies. Actualmente, la única especie nativa de peces del valle de La Paz: el karache (*Orestias agassii*) se encuentra en la categoría Vulnerable (VU) del Libro Rojo de vertebrados silvestres de Bolivia (21, 22). Esta categoría incluye aquellos taxones que enfrentan un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a largo plazo, ya sea por una rápida disminución poblacional, área de ocupación pequeña, fragmentada o fluctuante, y población pequeña y en disminución (22).

El género *Orestias*, que incluye a las poblaciones de peces nativos de Altiplano de Bolivia (bogas, karachis, ispis y otros), es endémico de la parte central del Altiplano (entre Perú, Bolivia y Chile). La mayoría de sus especies están concentradas en el lago Titicaca e incluye un pequeño grupo que se encuentra en sistemas, usualmente de superficie reducida, en el Altiplano y las vertientes altiplánicas de la cordillera andina (23). Considerando su nivel de endemismo, la distribución local de muchas especies, los impactos de las actividades humanas, la destrucción de hábitats y otros, actualmente todas las especies del género se encuentran en la lista de especies amenazadas de Bolivia (23). Particularmente, las poblaciones de *O. agassii* extra lago Titicaca, que se encuentran en el valle de La Paz, son consideradas como Vulnerables debido a problemas de contaminación minera, el crecimiento urbano con su consecuente destrucción de hábitats y de hábitats



Figura 4. Contaminación por desechos domésticos en sistemas lacustres del valle de La Paz (Foto S. Barrera)

por un inadecuado uso o manejo de la contaminación doméstica (Figura 4), y la destrucción cuencas (22). No existe información sobre el tamaño de las poblaciones de esta especie en los sistemas acuáticos del valle de La Paz. Sin embargo, poblaciones que existían en sistemas acuáticos del valle de La Paz, pueden considerarse extintas. Particularmente, las poblaciones de algunos sistemas acuáticos en los que se encontraba esta especie, como la lagunas situadas en el Campus de la Universidad Mayor de San Andrés en Cota Cota y varias lagunas en la cuenca de Alto de Ánimas y del valle de Palca, que se encuentran en proceso de desecación y senescencia, en parte debidos a la modificación de los regímenes hídricos, se han extinguido en los últimos 25 años. Por otro lado, durante las últimas campañas de reconocimiento realizadas en el valle, se pudo observar una notable disminución de las poblaciones, en localidades como Achocalla, la laguna Huni de Alto de Ánimas y la serie de lagunas de Siete Lagunas.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE PECES DEL VALLE DE LA PAZ

Nombre científico: *Orestias agassii*
Nombre común: Karachi negro

Descripción

Es una especie que en estadíos juveniles presenta el cuerpo alargado, y más alto en adultos, con la base de la cola (pedúnculo caudal) relativamente alta. Las escamas de la cabeza y el cuerpo son gruesas. El pecho y vientre sin escamas y, en individuos más pequeños, dos zonas desnudas en el dorso. Presenta escamas y radios de aletas de textura áspera. La coloración varía desde tonos amarillentos con manchas negras laterales en individuos pequeños, hasta oscuros con el vientre más claro en individuos grandes. Alcanza 100 mm de longitud total (1)

Distribución de la Especie

Se encuentran en lagos y bofedales en hábitats poco profundos con cobertura vegetal formada por plantas sumergidas (*Potamogeton y Myriophyllum*) y emergentes (como la totora *Schoenoplectus californicus*). En las partes más profundas, sin vegetación, se encuentran los individuos de mayor tamaño. En el valle de La Paz ha sido registrada en la laguna Huni (Alto de Ánimas), Achocalla, Pampalarama y Siete Lagunas (2).

Historia natural

Los juveniles se alimentan de algas filamentosas y micro crustáceos (Cladocera). Los individuos de mayor tamaño consumen zooplancton (Cladóceros y Copépodos), larvas, pupas de mosquitos (Chironomidae) y Ostracodos (3, 4). Debido a las condiciones relativamente estables de los sistemas acuáticos del valle de La Paz, se reproduce de manera continua durante todo el año, con un máximo entre julio y octubre. Las tallas de madurez sexual son de 40 mm para los machos y de 45 mm para las hembras. Las hembras son más grandes que los machos. Los huevos, entre 26 y 115 en cada puesta, están unidos entre sí por un filamento y se adhieren a la vegetación sumergida. Los karachis son de actividad vespertina y nocturna principalmente. Durante el día la actividad es más reducida y permanecen refugiados entre la vegetación acuática.

Orestias agassii es la única especie del género que se distribuye ampliamente en el Altiplano de Bolivia, Perú y Chile. En algunas lagunas de su área de distribución en el valle de La Paz (como la laguna Huni de Alto de Ánimas). Las poblaciones están disminuyendo por el impacto de la introducción de especies exóticas como la carpa y la destrucción de hábitats (5). Treinta años atrás, la especie se encontraba en lagunas del Campus Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés de Cota Cota y algunas lagunas del camino a Alto de Ánimas. Actualmente debido a procesos naturales de senescencia (sucesión acuática), contaminación y drenaje, las poblaciones de éstas lagunas se han extinguido.



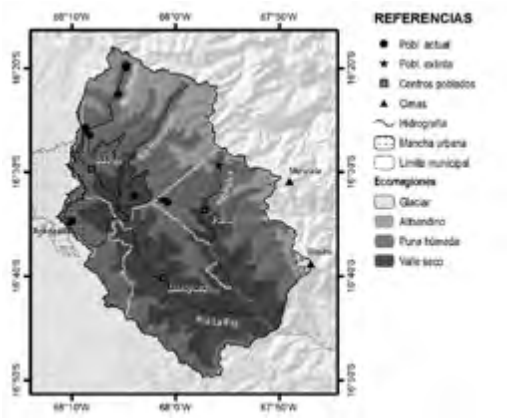


Figura 3 a) *Orestias agassii* (Foto C. Lukhap (6)) b) Mapa de distribución de *O. agassii* en el Valle de La Paz

Nombre científico: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)
Nombre común: Trucha

Descripción

De cuerpo alargado más o menos comprimido lateralmente, principalmente en adultos. La coloración varía con el hábitat, tamaño y condición sexual. Las especies que viven en lagos presentan una coloración plateada brillante, con tonos tornasolados en los flancos. Con 6 a 9 radios ramificados en aleta anal, 115-130 escamas en la línea lateral. Alcanza tallas hasta 1200 mm de longitud total, aunque en los lagos del valle de La Paz las longitudes no superan los 400 mm (7).

Distribución de la Especie

Es nativa de cuencas de la costa oeste de América del norte, desde Alaska hasta México. Ha sido ampliamente introducida en sistemas acuáticos de agua fría en todo el mundo. En algunos lugares se han reportado efectos adversos luego de la introducción. En el valle de La Paz ha sido introducida con fines de piscicultura y turísticos en algunos lagos glaciares, por ejemplo en la zona de la laguna Pampalarama y en las Siete Lagunas.

Historia natural

En condiciones naturales se alimenta de una variedad de invertebrados acuáticos y terrestres. Realiza cortas migraciones reproductivas hacia sistemas fluviales con fondo arenoso, aguas transparentes, bien oxigenadas y frías donde deposita los huevos. En los sistemas del valle de La Paz probablemente no existe reproducción natural (7). Es una especie depredadora. En condiciones de piscicultura extensiva puede tener impacto sobre las poblaciones locales de peces por depredación.

Actualmente los reportes de la especie en el valle de La Paz están relacionados a actividades de piscicultura intensiva. No se tiene información sobre la presencia de poblaciones silvestres.



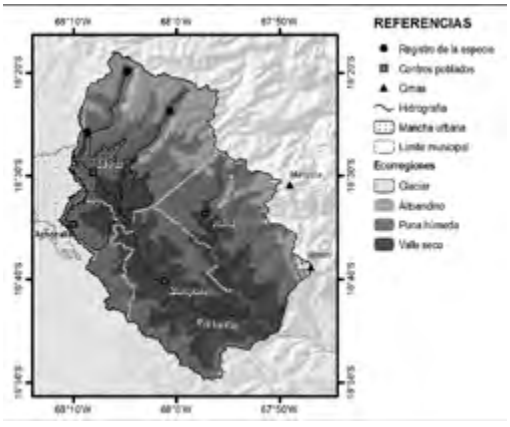


Figura 4 a) *Oncorhynchus mykiss (*Foto E. Engbreston (9)) b) Mapa de distribución de *O. mykiss* en el valle de La Paz.

Nombre científico: *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)
Nombre común: Carpa común,

Descripción

Tiene el cuerpo robusto, cabeza y hocico cortos, la boca terminal, bastante pequeña, protráctil, con labios gruesos y 2 pares de barbillones. El cuerpo completamente cubierto de escamas, aunque existen formas que carecen de ellas o bien que tienen pocas escamas grandes de dimensiones desiguales en el dorso. Tiene una aleta dorsal larga con 17-22 radios bifurcados. Presenta 35-40 escamas en la línea lateral. Coloración muy variable, por lo general con el dorso pardo verdoso o verde grisáceo, flancos con reflejos dorados, vientre amarillento o blanquecino; aletas pardo verdoso. En cautiverio puede cambiar a color naranja, amarillos y blancos con machas negras (carpas koi). Alcanza hasta 120 cm de longitud y 60 kg de peso, comúnmente entre los 3 a 5 kg (10).

Distribución de la Especie

La especie es nativa de la zona del mar Negro, mar Aral y mar Caspio, hasta la Siberia y China por el este y el río Danubio por el oeste. Ha sido introducida como especie de consumo, pesca deportiva y ornamental en sistemas acuáticos templados, tropicales y subtropicales en todo el mundo. Actualmente ocurre en todos los continentes, excepto la Antártida. En algunos lugares se han reportado efectos adversos luego de su introducción (7). En el valle de La Paz se la encuentra en parques urbanos como especie ornamental. Actualmente existen poblaciones introducidas en la laguna Huni (Alto de Ánimas) (2).

Historia natural

En sistemas naturales, los juveniles se alimentan de algas y rotíferos y zooplancton. Subadultos y adultos tienen una dieta variada que incluye moluscos, crustáceos, larvas de insectos, gusanos y vegetales acuáticos. En sistemas de acuicultura reciben alimentación complementaria.

Alcanza la madurez sexual a los tres años aproximadamente (7). En el valle de La Paz, el desove ocurre en noviembre-diciembre, cuando se produce un aumento de la temperatura del agua. Juveniles de menos de 5 cm. de longitud, se encuentran en enero y febrero. Se alimenta principalmente de noche, ya sea en la superficie como entre los sedimentos del fondo que es capaz de excavar hasta unos 10 cm. de profundidad (7).En poblaciones silvestres, los adultos realizan importantes migraciones de reproducción hacia zonas de remansos y áreas de inundación (11).

En la mayoría de los lugares donde ha sido introducida, provoca la reducción de la calidad del agua y la degradación de hábitats acuáticos. Puede afectar significativamente la diversidad y abundancia de macrófitas y comunidades bentónicas. La carpa ha sido frecuentemente implicada en la desaparición de especies nativas de peces. Los reportes de la especie en el valle de La Paz, están relacionados a la cría como especie ornamental en parques urbanos como la laguna de Cota Cota. La existencia de poblaciones silvestres, fue reportada en la laguna Huni (Alto de Ánimas).



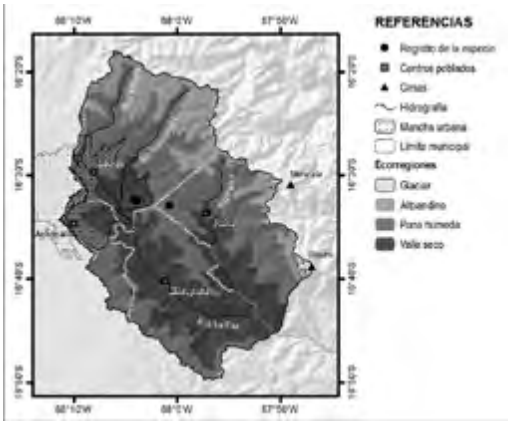


Figura 5. a) *Cyprinus carpio* (Foto: J. Arsenault (12)) b) Mapa de distribución de *C. carpio.*

Anfibios del valle de La Paz

James Aparicio, Mauricio Ocampo, Alvaro J. Aguilar-Kirigin, Luis F. Pacheco ,
Alejandro Bruno Miranda-Calle, Jehan Ninon Rios-Rios, M. Esther Perez & Salvador Villarreal

[1]*Museo Nacional de Historia Natural;* [2]*Colección Boliviana de Fauana;* [3]*Instituto de Ecología*

1. Introducción

Los patrones de diversidad global de anfibios consideran como las áreas de mayor diversidad a América del sur tropical y África del oeste tropical. Asimismo, y en contraste con los patrones de alta diversidad de los diferentes grupos de especies presentes en los trópicos, otro centro de alta diversidad de anfibios se sitúa al sur este de los Estados Unidos, debido específicamente a la riqueza de salamandras presentes en esta región (51). Observando desde una perspectiva regional, las cinco naciones tropicales Andinas (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) se ubican entre los 15 países con la mayor diversidad de especies de anfibios del mundo, albergando colectivamente a, por lo menos, 1400 especies, lo que corresponde al 24 % de la diversidad global (1).

Hasta la fecha se han registrado 271 especies de anfibios en Bolivia, sin embargo, esta cifra se incrementa anualmente con el aumento de las prospecciones herpetológicas en zonas todavía no evaluadas.

El primer relevamiento general de los anfibios del valle de La Paz, fue publicado en 1991 por Ergueta, quien reportó seis especies de anfibios (*Bufo spinulosus*, *Hyla pulchella*, *Gastrotheca marsupiata, Telmatobius marmoratus*, *Pleurodema cinerea* y *Pleurodema marmorata*). Para el presente manuscrito se reevaluaron las áreas muestreadas por Ergueta (1991) y se amplío la zona de estudio a los municipios de Palca y Mecapaca, permitiéndonos actualizar la situación taxonómica y de conservación de las especies previamente registradas.

1.1. Clase Amphibia:

Los anfibios (del griego amphi = doble, bios = vida), son un grupo de vertebrados, compuesto por poco más de 7100 especies a nivel mundial, que surgen evolutivamente hace 300 a 250 millones de años, durante el Período Triásico Inferior. Las especies vivientes están agrupadas en tres órdenes (34).

Orden Anura:

Los anuros (a=sin, uros=cola) son el grupo más diverso de anfibios en el mundo, incluye alrededor de 6200 especies entre ranas y sapos, también llamados batracios. Las características principales del grupo son, la ausencia de cola en adultos y un considerable desarrollo de las extremidades posteriores, que son más grandes que las anteriores y están adaptadas para saltar. El salto de las ranas es de dos a 10 veces la longitud de su cuerpo; unas pocas especies son capaces de prodigiosos saltos de 30 a 40 veces su tamaño. Por supuesto, no todas las ranas se mueven saltando, algunas utilizan un paseo típico de los vertebrados -la marcha-. La cabeza es grande y, al no existir un cuello diferenciado, da la apariencia de estar unida directamente al tórax (38, 46, 50).

Orden Caudata:

Las salamandras, caudados (cauda = cola) o urodelos, son los anfibios con cola, e incluye unas 650 especies, conocidas como salamandras, tritones y ajolotes. Los anfibios de este grupo poseen en general cuatro extremidades de igual tamaño, el cuerpo tiene forma de lagartija, con una cola larga y con la piel desnuda, similar a la de las ranas. Únicamente dos familias cuyos representantes son totalmente acuáticos tienen extremidades atrofiadas (30, 46, 34).

Orden Gymnophiona:

Las cecilias, también llamados apodos (a= sin, podos= patas) o gymnophiones (serpiente desnuda), con solo 189 especies conocidas, constituyen un grupo poco conocido de anfibios. Presentan un cuerpo vermiforme (en forma de gusano) y segmentado, con anillos que se asemejan a las lombrices de tierra. Tienen la cabeza de forma redonda con un cráneo compacto y una cola muy corta. Los ojos son pequeños y cubiertos de piel o hueso, sirviendo quizás únicamente para diferenciar entre claro y oscuro. Una particularidad de los gymnophiones es la presencia de un tentáculo móvil entre el ojo y el agujero de la fosa nasal que funciona como un órgano quimico-sensorial (30, 46, 50).

Los anfibios en su conjunto pueden caracterizarse de la siguiente manera (34, 46):

a. Piel húmeda y glandular, sin presencia de escamas o estructuras protectoras externas. La dermis contiene una combinación de glándulas mucosas,

que mantienen húmedo al animal y glándulas venenosas que impiden el desarrollo de infecciones. En algunos casos estas glándulas de veneno están especializadas como mecanismos de defensa, produciendo sustancias que se cuentan entre las más toxicas de la naturaleza.

b. En general dos pares de patas adaptadas para caminar, saltar o nadar. Las extremidades están ausentes en todas las cecilias y existe una familia de salamandras (Sirenidae), que posee sólo extremidades anteriores.
c. Respiración por branquias, pulmones, cutánea (por la piel), o por la mucosa de la boca, separadamente o en combinación.
d. Ectotermos, es decir, la temperatura del cuerpo depende de la temperatura del ambiente.
e. Fecundación externa o interna, ovípara o vivípara. Gran diversidad de modos reproductivos, algunos incluyen cuidado parental. Huevos con algo de vitelo y envueltos en una cubierta gelatinosa, sin membranas extraembrionarias.
f. En muchos casos, de los huevos salen larvas acuáticas pisciformes, que respiran por branquias y carecen de extremidades. Luego de un proceso de desarrollo fisiológico y anatómico, estas larvas desarrollan extremidades y pulmones, reabsorben la cola, convirtiéndose en adultos terrestres ecológica, anatómica y biológicamente diferentes a los juveniles. A este proceso se denomina metamorfosis.

2. Relaciones filogenéticas y biogeográficas de anfibios

Los anfibios actuales (cecilias, salamandras y ranas/sapos), son descendientes altamente especializadas de los primeros vertebrados terrestres que aparecieron hace aproximadamente 370 millones de años en el periodo Devónico. Estos primeros tetrápodos son el origen tanto de los anfibios y reptiles vivientes, como de todos los otros grupos de vertebrados (43).

De acuerdo a la clasificación clásica de la clase Amphibia, esta incluía a los representantes actuales de Anura, Urodela y Gymnophiona (Lissamphibia) como a los tetrápodos anamniotas fósiles, haciendo que este grupo sea parafilético (incluye al antepasado común, pero no a todos los descendientes de este) al no incluir a los Amniota. Pero actualmente, se tiende a restringir el concepto de Amphibia para comprender a los representantes actuales y sus antecesores más directos en un contexto evolucionista, que comprendería a varios grupos fósiles extintos (Nectridea, Colosteidae y Microsauria) y Temnospondyli (que comprende también animales fósiles y a los Lissamphibia actuales) (38).

Los cecilidos están ampliamente distribuidos en la región de los trópicos alrededor del mundo, exceptuando Madagascar y Oceania. Las salamandras, ocurren principalmente en Norteamérica y Europa, pero la familia Plethodontidae ha tenido una radiación extensa con más de 210 especies en América Central y del sur. Los anuros son el grupo de anfibios más exitoso, se los encuentra incluso en latitudes árticas y antárticas (30, 38, 50).

A principios del Terciario, una herpetofauna compuesta por elementos neotropicales dominó gran parte del continente sudamericano, la misma que se originó a partir de refugios evolutivos como el guyano-brasileño, cuyas especies se distribuyeron alcanzando las pampas de la Patagonia norte y otro refugio austral, probablemente en el sur Patagónico, desde donde se dispersaron elementos como los anuros leptodactylinos. Cambios paleo climáticos ocasionaron la disociación faunística entre el escudo de Guayana y los relieves costeros del oriente Brasileño, por su parte cambios paleo geográficos como el levantamiento de los Andes incidieron sobre el refugio Austral, con un efecto dramático sobre la flora y fauna Patagónica, que condujeron a la extinción de la mayor parte de los anfibios tropicales del sur, los sobrevivientes se restringieron a los ecosistemas de las pendientes cordilleranas orientales durante las glaciaciones del Pleistoceno y fluctuaron hacia el este, desde otro refugio evolutivo denominado Valdiviano, en una secuencia correlacionada con la expansión y retroceso de los glaciares hasta su distribución actual (11).

La fauna de anfibios de Sudamérica durante el Mezosoico Tardío – Cenozoico Temprano estuvo conformada principalmente por Cecílidos, Rhinatremátidos, Typhlonectidos y los anuros Amphignathodonthinos, Brachrycephalidos, Centrolenidos, la mayoría de las Terrarana, Hemiphractinos y Pipidos, los cuales se originaron y diferenciaron en las selvas tropicales de tierras bajas, sin embargo algunos autores proponen que algunos grupos como las ranas dendrobatidas se han diversificado desde los Andes hacia los trópicos ocasionadas por repetidas inmigraciones hacia la Amazonia y Chocó, más que por diversificación in situ. Otros grupos como Cecilidos, algunos géneros de anuros como bufonidos, hylidos, microhylidos y Terrarana, se originaron también en estas selvas bajas pero tuvieron una irradiación hacia Centroamérica y a los Andes. Alrededor del Paleoceno los anuros batrachylinos, la mayoría de bufonidos, ceratophryinos y leptodactylinos provenientes de ambientes sureños temperados y subtropicales invadieron la zona tropical. Con la formación del Itsmo de Panama las salamandras plethodóntinas (*Bolitoglossa*) y los anuros ranidos invadieron recientemente Sudamerica desde las selvas de Centroamérica (37, 21).

Dentro de este contexto la anurofauna del valle de La Paz, se originó por invasiones separadas desde las tierras bajas a partir de dos conglomerados faunísticos:

uno sureño compuesto de inmigrantes de la Patagonia y Selvas Australes y el conglomerado faunístico norteño conformado por inmigrantes de tierras bajas tropicales (11, 20), siendo esta diversidad de especies influenciada inversamente por la elevación pudiéndose encontrar en las regiones del Altiplano y las partes más altas de la cordillera no más de 5 o 7 especies de estos grupos de vertebrados, donde los elementos que más se distinguen en regiones como esta son los leptodactylidos de los géneros *Telmatobius, Pleurodema* y *Phrynopus*; hilidos del género *Gastrotheca* y bufónidos (*Bufo spinulosus*) (8).

3. Los Anfibios del valle de La Paz

En el valle de La Paz, se registraron seis especies de anfibios (Tabla 1), en un área no tan extensa con 1469.95 km^2, pero si con una gran variación altitudinal que va desde los 2400 m en la localidad de Tahuapalca (Municipio de Palca) hasta más de 5000 m en la zona de Pampalarama (Municipio de La Paz).

Después de la publicación en 1991 del primer libro del valle de La Paz, se han realizado estudios sobre la herpetofauna en la región altoandina de nuestro país en localidades como Huaraco (La Paz) (3), el Parque Nacional Sajama (Oruro) (4), la Reserva Nacional Eduardo Avaroa (Potosí) (39), la Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla (La Paz) (5), y en la región de Huajara (Oruro) (42), registrándose un menor número de especies de anfibios, pese a que algunas localidades como la RNFA-Ulla Ulla, son más extensas en comparación a la actual región de estudio.

Tabla Nº 1. Lista de especies de anfibios del valle de La Paz y presencia en sus ecorregiones.

Orden	Familia	Especie	ECORREGIONES																							
			Valles secos 2400 - 3800											Puna húmeda 3800 - 4500								Altoandino >4500				
			2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000
Anura (Ranas/sapos)																												
	Bufonidae	*Rhinella spinulosa*																										
	Hemiphractidae	*Gastrotheca marsupiata*																										
	Hilidae	*Hypsiboas riojanus*																										
	Leptodactylidae	*Pleurodema cinereum*																										
		Pleurodema marmoratum																										
	Telmatobiidae	*Telmatobius marmoratus*																										

Los anfibios del valle, al igual que la mayoría de las especies de anuros, cumplen roles ecológicos importantes en los ecosistemas que habitan. Sirven de alimento tanto en su etapa de renacuajo como de adulto, para aves, mamíferos, reptiles, peces, ciertos artrópodos (arañas, larvas de libélulas) e incluso para otros anfibios. Por esto, muchos predadores desarrollaron habilidades o comportamientos especializados para la captura de anfibios.

Varias de las características que definen a los anuros hacen que sea considerado como alimento de alta calidad. Por ejemplo, la ausencia de estructuras de defensa, pelos, garras o plumas, permite que sean más fáciles de digerir y que su masa se aproveche casi totalmente. También por su poca capacidad de desplazamiento y el comportamiento gregario de varias especies, sobre todo durante la época reproductiva o durante su desarrollo de la etapa larval (renacuajos) a adulta. Esto se puede observar fácilmente en lagunas y charcos en el valle durante la época de lluvias que coincide con la época de reproducción, donde hay una abundancia de renacuajos de las especies de *Rhinella spinulosa* (sapo) y *Pleurodema cinereum* (rana).

Si se observa con detalle al sapo (*Rhinella spinulosa*) en las áreas verdes que aún quedan en el valle, es posible encontrarlo en el suelo, a lado del camino de hormigas, alimentándose de estas. De todos los vertebrados, los anfibios son los principales consumidores de invertebrados y aprovechan estos recursos de hábitat acuáticos y terrestres constituyéndose en reguladores de poblaciones de invertebrados. En nuestra zona de estudio esto no es diferente, tenemos a la especie acuática *Telmatobius marmoratus* y a los sapos de tres especies *Pleurodema marmoratum, P. cinereum* e *Hypsiboas riojanus*, cumpliendo este importante rol.

Las seis especies de anfibios en el valle, presentan larvas o renacuajos que se desarrollan completamente en el agua, excepto en *Gastrotheca marsupiata*, que una parte de su desarrollo larval lo realiza en una bolsa a manera de marsupio ubicada en la espalda de la madre. Los renacuajos generalmente son herbívoros y se alimentan filtrando algas microscópicas, detritos del agua y plantas acuáticas, por lo que constituyen un importante control sobre el crecimiento de estas plantas, además de transferir de manera efectiva la energía producida por plantas a otros predadores carnívoros. Por estas mismas funciones, los anfibios en su etapa de renacuajos también cumplen un rol importante en los cuerpos de agua dulce.

Dentro del valle de La Paz podemos encontrar cinco modos reproductivos, los huevos sumergidos completamente en el agua y adheridos a troncos de vegetación sumergida como en *Hypsiboas riojanus y Telmatobios marmoratus*. Otro modo es cuando los huevos se adhieren a una especie de sustancia viscosa entre la vegetación sumergida que mantiene los huevos unidos y evita que se dispersen por el agua, por ejemplo en la especie *Pleurodema marmoratum*. También podemos encontrar huevos en collar depositados cerca de la orilla pero sumergidos, típico de *Rhinella spinulosa* o en otros casos, se realiza la deposición de los huevos en un nido de espuma sobre la superficie del agua, como ocurre con *Pleurodema cinereum*. Finalmente, el modo reproductivo más complejo que presenta la especie *Gastrotheca marsupiata*, donde los huevos se desarrollan hasta renacuajos en un saco sobre el dorso de la hembra, para luego ser liberados en charcos o lagunas donde termina su metamorfosis.

3.1. Distribución de los anfibios por ecorregiones:

Se presentan tres ecorregiones en el valle de La Paz, donde la presencia de las especies de anfibios estaría determinada por las características particulares que presentan cada una de ellas como, rango de temperaturas ambientales, intensidad y frecuencia de lluvias, tipos de vegetación, disponibilidad de cuerpos de agua permanentes y varias otras.

El Valle Seco.- Se encuentra por debajo de los 3600 m de altitud y es la ecorregión del valle de La Paz donde se han registrado cinco de las seis especies presentes en la zona de estudio (*Rhinella spinulosa*, *Gastrotheca marsupiata*, *Pleurodema cinereum*, *Hypsiboas riojanus y Telmatobios marmoratus*).

La puna húmeda.- Abarca desde 3600 hasta los 4500 m de altitud. Esta ecorregión también presenta cinco especies de anfibios del valle (*Rhinella spinulosa, Gastrotheca marsupiata, Pleurodema cinereum, Pleurodema marmoratum y Telmatobios marmoratus*), pero la rana arborícola *Hypsiboas riojanus*, presente en la ecorregión más baja del valle está ausente.

El Altoandino.- Se encuentra por encima de los 4500 m de altitud, alberga solo tres especies de anfibios (*Gastrotheca marsupiata, Pleurodema marmoratum y Telmatobios marmoratus*). Con solo el 50 % de los anfibios del valle, es la ecorregión más pobre para este grupo de vertebrados, ocasionado, posiblemente, por las condiciones ambientales más extremas que presentan estos ambientes a esta altitud.

Las especies *Gastrotheca marsupiata* y *Telmatobius marmoratus*, pese a tener registros históricos de su presencia en varias localidades del valle, en la primera edición del presente libro (1991), durante el estudio solo se pudo registrar dos pequeñas poblaciones de *G. marsupiata* dentro la ecorregión de puna húmeda entre los 4100 a 4200 m, estando ausente de todas las localidades anteriormente reportadas. Un caso similar es el de *T. marmoratus* que fue registrada solo en una localidad dentro la ecorregión altoandina a los 4590 m, no pudiendo ser observada en otras localidades.

4. Estado de conservación de los Anfibios

De las más de 6.200 especies conocidas a nivel global, cerca del 30% están en peligro de extinción. Otro 25% están mal estudiadas y no se cuenta con información sobre el estado de conservación de sus poblaciones. Actualmente, se considera que cerca de 150 especies ya se han extinguido en las últimas décadas. El mayor número de especies en peligro se encuentran en Colombia, México y Ecuador, aunque en las islas del Caribe, incluyendo la República Dominicana, Cuba, Jamaica y Haití, del 80 al 90% de las especies de ranas están amenazadas o extintas (34, 50).

La pérdida de hábitat es un factor significativo para el deterioro de muchas especies, aunque la infección por un agente fúngico llamado quitridiomicosis está diezmando poblaciones de ranas y sapos en todo el mundo. El hongo aparentemente se ha extendido rápidamente como respuesta al cambio climático global (50).

Otras causas que afectan la sobrevivencia de las poblaciones de anfibios en la región andina del país son: la contaminación de los cuerpos de agua por las actividades minero-metalúrgicas, el uso de agroquímicos y desecho de residuos urbanos e industriales. Así mismo el uso medicinal de anfibios, como el uso del sapo (*Rhinella spinulosa*), a manera de parche para golpes y torceduras, sumado a uso en rituales pagano-religiosos de especies como *Pleurodema cinereum y Telmatobius marmoratus* y el uso comercial de *Rhinella spinulosa* para la taxidermia de ejemplares, el consumo local de las ancas de rana en diferentes restaurantes vecinos al lago Titicaca o como jugos vigorizantes en varios sitios del departamento de La Paz y aún más extendido su aprovechamiento en el vecino país de Perú, afectando directamente a las especies del género *Telmatobius* (5, 6, 36).

Lamentablemente al ser estas actividades informales, no se cuenta con datos exactos que permitan estimar la magnitud del daño. Sin embargo en el valle de La Paz, además debemos sumar el deterioro del hábitat de los anfibios, por la fuerte contaminación de nuestros ríos, arroyos y vertientes con residuos domésticos e industriales, así como la desecación de las pequeñas lagunas y bofedales que se tenían, para la construcción de casas, edificios, unidades educativas, áreas de cultivos y parques urbanos, que individualmente o en conjunto todas estas causas están afectando seriamente la sobrevivencia de nuestras especies de anfibios.

5. Historia natural de las especies de Anfibios del valle de La Paz

Orden Anura (Ranas y Sapos)

Familia Bufonidae:

La familia Bufonidae, tiene una distribución mundial, naturalmente presente en todos los continentes excepto en la Antártida y Australia, aunque la especie *Rhinella marina* ha sido introducido ampliamente en el Caribe, Oceanía, Filipinas y Australia, como contralor biológico de plagas. Esta familia está constituida por 48 géneros, con 558 especies. Los Bufonidos varían mucho en tamaño, desde los pequeños *Dendrophryniscus carvalhoi,* (<20 mm. de longitud corporal en adultos [SVL]) a los gigantes, como *Rhinella marina*, que tiene un máximo de longitud corporal (SVL) de 230 mm. Los Bufonidos son los únicos anuros que poseen el órgano de Bidder (ovario rudimentario que se desarrolla en la parte anterior de los testículos de los machos) en renacuajos masculinos y persiste en la mayoría de los adultos. Todos los adultos carecen de dientes en la mandíbula superior, por lo tanto los bufonidos son anfibios sin dientes (38, 50).

La mayoría de los Bufonidos son terrestres o semi-subterráneo (semifossorial), algunos (Pseudobufos) son acuáticos y otros (Pedostibes) son arborícolas. La mayoría tienen glándulas prominentes en la piel que a menudo secretan sustancias tóxicas, como la bufotoxina e inclusive la tetraodontoxina. Muchos tienen una piel gruesa, verrugosa y a menudo espinosa. Las concentraciones de glándulas en el área temporal formando prominentes glándulas parótidas. Sin embargo el género *Atelopus* carece de las prominentes inflamaciones glandulares, pero sus secreciones por la piel son letales para los depredadores; su brillante coloración rojo, amarillo, o marcas de color naranja sobre un fondo negro anuncia su toxicidad para los depredadores. *Bufo* y muchas otros bufonidos se reproducen utilizando amplexus axilar (raramente inguinal, por ejemplo en *Osornophyrne* e *Incilius fastidiosus*); típicamente depositan cadenas de huevos pigmentadas en el agua, y éstos eclosionan renacuajos en vida libre. Los renacuajos se desarrollan rápidamente y metamorfosean dentro de 2 a 10 semanas. Otros bufonidos tienen huevos terrestres y desarrollo directo (por ejemplo, Osornophryne) e incluso la fertilización es interna y las crías naces vivas (vivíparos), como en *Nectophrynoides* y *Nimbaphrynoides occidentalis* (38, 50).

Nombre científico: *Rhinella spinulosa*
Nombre común: Sapo, Thoko (aymara)
Autor: Jehan Ninon Rios Rios

Descripción

Es el anfibio más grande del valle de La Paz, con una longitud corporal de hasta 100 mm. en hembras, mientras que los machos son de menor tamaño (24). Su cuerpo es robusto y sus apéndices cortos, adaptados a la vida terrestre. Su piel cubierta por glándulas a manera de granulaciones con espinas córneas. Las glándulas parótidas están muy desarrolladas y se disponen en el dorso inmediatamente detrás de los ojos (49, 45). La coloración dorsal es marrón claro con manchas oscuras pequeñas distribuidas regularmente sobre la espalda. Estos colores los hacen bastante crípticos con su medio natural. Ventralmente su piel es blanquecina a amarillenta.



Figura 1. *Rhinella spinulosa (Foto: M. Ocampo)*

Distribución

Esta especie de anfibio se distribuye ampliamente dentro de la región altoandina continental, en Perú, Bolivia, Argentina y Chile desde los 4500 m de altitud hasta el nivel del mar (9, 49). En Bolivia está en la región altoandina de La Paz, Oruro, Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija, en ambientes naturales y antrópicos (17). En el valle se cuenta con registros históricos de localidades desde los 3022 hasta los 4487 m de altitud: Mecapaca, Las Carreras, Huajchilla, Calacoto, Següencoma, Cota Cota. Chuquiaguillo, Laguna Chojna Kota, Hampaturi, Laguna Challapata, Alto Achachicala, Achocalla y Palca, ocupando las ecorregiones de valle seco y puna húmeda. En los últimos años debido al avance de la frontera urbana esta especie ha restringido su distribución dentro del valle a hábitats menos antropizados.

Historia natural

Los hábitos de esta especie de anfibio varían según su edad. Las larvas y juveniles tienen actividad diurna (31) y los adultos son principalmente nocturnos, ocultándose durante el día en grietas, debajo de piedras y desagües (10, 31). Los adultos son más terrestres que acuáticos pudiendo ser independientes del medio acuático (10) y los juveniles son más dependientes de ambientes húmedos y con vegetación. Su dieta es omnívora y generalista (24), se alimentan de insectos coleópteros, himenópteros, dípteros, lepidópteros. Ocasionalmente puede tambien alimentarse de arácnidos, anfibios pequeños (*Pleurodema cinerea*) y material vegetal. Su reproducción se inicia en el valle coincidiendo con las primeras lluvias. Durante esta época los adultos se aparean cerca de las charcas de agua temporales o las orillas de cuerpos de agua permanentes. El amplexo es pectoral y puede durar muchas horas (24). Posteriormente las hembras depositan cintas conteniendo millares de huevos de color negro envueltos por un material gelatinoso que protege a los huevos y los mantiene juntos. Se ha reportado que las larvas de *R. spinulosa* pueden acelerar su desarrollo metamórfico en respuesta a la rápida desecación de las charcas en donde fueron depositados (35). Las principales amenazas para esta especie en el valle de La Paz son la destrucción y contaminación de su hábitat por la ampliación de la frontera urbana; el tráfico ilegal de especímenes vivas o taxidermizadas para su uso en rituales paganos, religiosos, folklóricos y medicina tradicional; y su captura con fines educativos (disecciones) para prácticas de anatomía y fisiología de colegios y universidades.

Familia Hemiphractidae:

La familia de las ranas marsupiatas, contiene seis géneros y 88 especies. Su distribución abarca las regiones andina y tropical de América del sur, Costa Rica, Panamá, y Trinidad y Tobago. Se caracteriza por que todas las especies tienen desarrollo directo. Especies del género *Hemiphractus* son robustos de cuerpo y terrestres, mientras que otros géneros son arborícolas como *Flectonotus fitzgeraldi* de solo 19-24 mm. de longitud. Otras especies pueden ser mucho mas grandes como *Gastrotheca cornuta q*ue tiene una longitud corporal (SVL) 66-81 mm.) y *Gastrotheca orophylax* que tiene una longitud corporal de (SVL) 59-74 mm. (50).

Las hembras llevan los huevos en compartimientos especializados como sacos, depresiones o bolsas en el dorso. Huevos de los géneros *Hemiphractus, Cryptobatrachus y Stefania* se desarrollan abiertamente en el dorso de la hembra hasta completar en ranitas. Mientras que los géneros *Flectonotus, Fritziana y Gastrotheca* tienen una bolsa dorsal especializada en forma de campana, donde los huevos se desarrollan. Estas bolsas de tejido tienen una red capilar que actúa como una placenta para la transferencia materna de gases, agua y nutrientes (50).

Nombre científico: *Gastrotheca marsupiata*
Nombre común: Rana. Picaldo (aymara)
Autor: James Aparicio

Descripción

Se caracteriza por la presencia de una barra interorbital ó marca en forma de "T", que no está conectada a las manchas nítidas, verdosas y de contorno irregular sobre fondo beige presentes en el dorso. Presenta una marca característica en el hocico, la membrana interdigital de la mano poco desarrollada, dedos con discos terminales expandidos, pupila horizontal, tímpano pequeño y la textura de la piel dorsal tiene un aspecto rugoso. Hembras con saco incubatorio dorsal (22, 28, 15). Los ejemplares adultos presentan un tamaño corporal entre 28 a 38 mm.



Figura 2. *Gastrotheca marsupiata (Foto: M. Ocampo)*

Distribución

Se distribuye desde el Nudo de Pasco en la parte central del Perú hasta el sur de Bolivia (22). En Bolivia presente en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Oruro, Potosí, Santa Cruz y La Paz (17). En el valle fue reportado por Ergueta (1991) como una especie poco frecuente. Registros posteriores la reportaron en Cota Cota, Achachicala, Alto Achachicala, Koani, Meseta de Achumani, Llojeta y Alto de Animas. Actualmente solo fueron registradas dos poblaciones, una en la comunidad de Taucachi (Municipio de Achocalla) y otra en la comunidad de Tumusa (Municipio de Mecapaca), entre los 4100 a 4200 m de altitud, dentro la ecorregión puna húmeda.

Historia natural

Es un anfibio que tiene hábitos nocturnos, durante el día pasa escondida debajo de piedras, en grietas o pequeñas cuevas (3). Presente en el Bosque nublado de ceja de montaña, vegetación altoandina, bosque lluvioso montano de Yungas (17). En el valle su época reproductiva inicia con el cortejo y el apareamiento en el mes de diciembre, los huevos se desarrollan en una especie de bolsa en el dorso de la madre, se encuentran renacuajos de avanzado desarrollo en los cuerpos de agua (charcas, estanques, pequeñas lagunas, otros) los meses de febrero y marzo, los cuales terminan la metamorfosis hasta mediados del mes de abril. Se alimenta de insectos.

Familia Hylidae:

La familia de las ranas de árbol Hylidae, presenta tres subfamilias, Hylinae, Pelodryadinae y Phyllomedusinae, con 901 especies. Se distribuye en norte y sur América, las Indias Occidentales, disjunta en Eurasia, y la región australo-papúa. Estos anfibios han ampliado los discos o ventosas de los dedos del pie (38, 50) y pueden variar en tamaño desde pequeñas ranas (12-20 mm. SVL adulto, por ejemplo, *Microbelos litoria*) a los gigantes (135-140 mm. SVL adulto, por ejemplo, *Osteopilus vasta*). La mayoría son ranas de árbol ya que viven en hábitats arbóreos, aunque unos pocos, como *Acris* y *Pseudacris* son terrestres o viven cerca de la tierra en gramíneas y arbustos; algunas especies de *Smilisca* y *Triprion* usan madrigueras; y especies de *Pseudis* son acuáticas. La reproducción es variable dentro los hylidos, aunque la mayoría de las especies tienen renacuajos acuáticos. Muchas especies depositan sus huevos en estanques, lagunas o pantanos, mientras que otros los depositan en arroyos o riachuelos torrentosos, o en huecos de árboles para su desarrollo. Algunas especies de *Hypsiboas* construyen nidos circulares en el borde de los arroyos de barro o arena suave; los huevos se depositan en el nido como una película en la superficie. Todos los hylidos tienen amplexus axilar. Algunas especies de este grupo se las conoce como ranas gladiadores porque utilizan bastante fuerza durante la competencia entre machos (50).

El comportamiento reproductivo de los Hylidos incluye la vocalización del macho para atraer a las hembras y el amplexus axilar es estimulado por las hembras cuando estas se aproximan al macho. Deposición de huevos se produce en el agua en sitios que van desde los huecos de árboles y bromelias, a los estanques y lagos. Los huevos eclosionan en renacuajos que nadan libremente y finalmente metamorfosearse en ranitas. El cuidado de los padres es poco común, pero ocurre en las ranas gladiadores (por ejemplo, *Hypsiboas boans, H. faber, H. rosenbergi*). Los machos cantan para atraer las hembras a su nido para la deposición de huevos y luego cuidan los huevos y los renacuajos. *Osteocephalus* y algunas especies que anidan en bromelias o los huecos de los árboles, depositan huevos no fecundados para alimentar a los renacuajos que se están desarrollando a partir de huevos depositados previamente por los mismos padres. El género *Pseudis* presenta ranas netamente acuáticas con pies totalmente palmeados. La mayoría vive en cuerpos de agua permanentes, por lo general en lagos, pantanos, o grandes estanques. En la región del Chaco donde los ríos y lagos se secan, *P. paradoxa* entra en letargo en sus madrigueras dentro el barro seco (50). Pseudis es paradójica, ya que tienen renacuajos gigantes que llegan a 220 mm. de longitud total y 98 g de peso, sin embargo, se metamorfosean en notablemente pequeñas ranitas. Las ranitas son un tercio o menos de la longitud del renacuajo.

Nombre científico: *Hypsiboas riojanus*
Nombre común: Rana
Autor: Mauricio Ocampo

Descripción

Es una especie que en promedio mide unos 52 mm. de longitud hocico cloaca, y alcanza un máximo de 75 mm. de longitud. El diseño y coloración es muy variado, desde verde claro intenso hasta dorado o marrón; también puede presentar diseños reticulados blancos con bordes oscuros en el dorso y las patas traseras, o simplemente un línea dorso lateral no muy definida desde la parte posterior del ojo hasta la ingle. En las partes escondidas de los muslos presenta unas manchas oscuras con coloración celeste pálido encima (24).



Figura 3. *Hypsiboas riojanus* (Foto: James Aparicio)

Distribución

En el valle fué registrado desde los 2397 hasta 3456 m, está muy asociada a los cuerpos de agua y ocasionalmente se la encuentra trasladándose de un charco a otro durante la noche.

Se la ha encontrado en la zona de Cota Cota, Palca, Mecapaca, Tahuapalca, Quillihuaya, Pinaya, Chujuni, Chañurani, Quillihuaya, Aramani, Cebollullo, pero siempre asociado a zonas con alta humedad y disponibilidad de agua, dentro la ecorregión Valles seco.

Historia natural

Es un anfibio que tiene hábitos diurnos y nocturnos, se la encuentra asoleándose en los troncos de molles, retamas, o juncos cerca a los charcos de agua. Es bastante común escucharlos cantar produciendo un sonido metálico. La reproducción como todos los anfibios del valle es a inicios de la época de lluvias, coloca pequeñas cantidades de huevos oscuros en una masa gelatinosa pegada a la vegetación sumergida circundante del cuerpo de agua. Los renacuajos son bastante grandes a comparación de las otras especies del valle. Se alimenta de insectos acuáticos y terrestres, también de algunos arácnidos.

Familia Leptodactylidae:

Distribuida desde México, América Central hasta el sur del continente Sudamericano. Presenta siete géneros, con 86 especies. La mayoría de moderado tamaño (por ejemplo, *Physalaemus centralis*, 30-40 mm. SVL; *Pleurodema mamoratum*, 28-32 mm. SVL), aunque las especies de *Pseudopaludicola* son ranas diminutas (*P. saltica*, 15-22 mm. SVL; *P. mystacalis*, 13-17 mm. SVL). La mayoría de los géneros depositan los huevos en un nido de espuma sobre el agua; los huevos eclosionan rápidamente y los renacuajos experimentan un desarrollo en el agua. La excepción es *Pseudopaludicola*, que deposita directamente en el agua, pequeñas tiras de menos de 300 huevos. En algunas especies de *Physalaemus*, sobre todo en las regiones secas, los eventos de reproducción incluyen a una gran cantidad de ranas activas cantando de noche como durante todo el día. Presentan amplexus axilar (50).

Nombre científico: *Pleurodema cinereum*
Nombre común: Rana. Jaampatito (Aym.)
Autores: Luis F. Pacheco, Anahí Pacheco Roldán y Mayendyé Pacheco Roldán

Descripción

Rana pequeña (37 a 45 mm. de longitud total), sin diferencia entre machos y hembras (24). Coloración verdusca más clara que la otra especie del valle *Pleurodema marmoratum*, del cual se distingue por dos manchas lumbares que vistas desde arriba asemejan ojos.

Distribución

Se encuentra en las regiones andinas de Perú, Bolivia, Argentina y Chile. En Bolivia está en Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro, Potosí, Tarija y Santa Cruz, entre los 2260 y 4500 m de altitud (29, 24, 26). En el valle de La Paz, habita en casi cualquier tipo de hábitat que ofrezca cuerpos de agua estacionales o permanentes, en los pisos de Valle Seco y Puna; entre 2880 m (Mecapaca) y 3800 m en Taucachi. Es frecuente en los jardines, donde busca refugio en huecos, canaletas, desagües o bajo piedras.



Figura 4. *Pleurodema cinereum* (Foto: James Aparicio)

Historia natural

Es una especie de hábitos nocturnos, pasa el día escondida debajo piedras o entre la vegetación de las lagunas que habita. En estado adulto se alimenta principalmente de insectos y arañas, aunque también puede comer isópodos (chanchitos de la humedad). Los renacuajos filtran el agua para alimentarse o toman alimento raspando la vegetación; aunque en cautiverio aceptan alimento balanceado para peces. Un caso de canibalismo ha sido reportado en Bolivia (41), pero debe ser muy raro.

Es común escuchar a esta rana cantando durante la época de reproducción, principios de noviembre. Los nidos se observan cuando se forman los charcos, pero en lagunas permanentes puede ocurrir antes. Solamente los machos vocalizan. Un coro puede oírse desde > 1 km. de distancia. Durante los meses de septiembre a noviembre, los coros de gran intensidad de esta especie suelen anticipar precipitación pluvial. La puesta de huevos es reali-

zada en bordes de lagunas o en charcos, nunca en agua corriente; y se realiza en nidos que semejan espuma de jabón. Estos nidos tienen 10-25 cm. de diámetro y contienen entre unas decenas a algo más de 300 huevos, de color oscuro. Los huevos eclosionan 2 ó 3 días después de la puesta, los renacuajos emergen con una LT de ~2 mm. En condiciones "normales", en que no falte agua, material vegetal en descomposición y no caigan heladas, un renacuajo se convierte en rana en ~ 30 días. Los últimos nidos son puestos en febrero. Las ranitas ya formadas son pequeñas (10-15 mm. de LT), pero crecen rápidamente y alcanzan en un año el tamaño adulto (35-41 mm.), pueden vivir al menos tres años.

Nombre científico: *Pleurodema marmoratum*
Nombre común: Rana. Jaampatito (aymara)
Autor: Salvador Villarreal

Descripción
Anfibio de pequeño tamaño corporal (24-37 mm.), que se distingue por el dorso del cuerpo de aspecto verrugoso, generalmente de color café plomizo con manchas oscuras (24, 2, 25, 14).



Figura 5. *Pleurodema marmoratum* (Foto: James Aparicio)

Distribución
Se encuentra presente en Perú, Argentina, Chile y en Bolivia en los departamentos de Cochabamba, La Paz, Oruro Potosí y Tarija, distribuida entre los 2400 a 5400 m. Habita en lugares húmedos, como bofedales (ambientes con predominancia de vegetación de crecimiento en cojín con permanente disponibilidad de agua), pajonales, cultivos, áreas urbanas y orillas de lagunas o riachuelos (23, 25, 14). En el valle se presenta en los municipios de La Paz y Palca dentro las ecorregiones Puna húmeda y Altoandino.

Historia natural
Su alimentación consiste principalmente de insectos en los individuos adultos, mientras que en los renacuajos consiste de materia vegetal y detritos presentes en los cuerpos de agua en los cuales se desarrolla (24, 2). Presentan al menos dos tipos de cantos uno asociado a la reproducción (denominado canto de anuncio) y otro asociado a la defensa o liberación, emitido cuando es capturado (23, 14). El apareamiento y la ovoposición de huevos ocurren irregularmente durante todo el año (2, 19). Generalmente colocan una gran cantidad de huevos (entre 400-500) en masas gelatinosas dispuestas en cuerpos de agua con poca corriente o lagunas temporales con bastante sedimento y poca turbidez, entre la vegetación cerca de la orilla (19). Se encuentra activo durante el crepúsculo y la noche (24, 14); permaneciendo durante el día oculto bajo piedras o refugios subterráneos, que suelen ser compartidos hasta por cuatro individuos (14). Se distingue de la especie *P. cinereum* que también habita en el valle por la ausencia de glándulas lumbares (24, 2). Actualmente no se encuentra en ninguna categoría de amenaza de conservación.

Familia Telmatobiidae:

Esta familia presenta un género, *Telmatobius*, con 60 especies. Se distribuyen en la región andina de Sudamérica, desde Ecuador a Chile y Argentina. Los representantes de esta familia pueden ser terrestres o totalmente acuáticos. Presentan amplexus axilar. Las especies terrestres depositan sus huevos en estanques u otros cuerpos de agua inmóviles y tienen una etapa de renacuajo. Las formas corporales varían, algunos tienen cuerpos achaparrados con grandes cabezas y bocas anchas, como *Telmatobius culeus*, una especie grande (250 mm. de longitud corporal [SVL]) que es la rana acuática que vive en el Lago Titicaca en Perú y Bolivia. Estas ranas tienen una piel altamente plegada y obtienen oxígeno principalmente por respiración cutánea (50).

Nombre científico: *Telmatobius marmoratus*
Nombre común: Sapo acuático
Autor: M. Esther Pérez

Descripción
Es un anfibio de cuerpo robusto, cabeza ancha y deprimida, hocico redondeado y truncado (47). La etimología del nombre específico se refiere al aspecto marmolado de la piel (32) que, dorsal y ventralmente, es lisa con pliegues cutáneos en los costados del cuerpo, sobre la cloaca y en los bordes internos de los brazos, incrementando

la superficie respiratoria (27). La coloración varía desde gris claro hasta negro, tanto en el dorso como en el vientre, que generalmente es más claro. Tiene manchas dorsales oscuras las que pueden ser grandes o pequeñas, de contorno definido o indefinido y distribución regular o irregular. Los machos miden en promedio 66.5 mm. y las hembras 64.6 mm. (16).

Distribución

Ampliamente distribuido en el Altiplano boliviano y en la zona andina de Perú, Chile y Argentina (16, 27, 32, 33). En Bolivia está presente en los departamentos de La Paz, Oruro y Cochabamba; alrededor de la cuenca del Lago Titicaca, lago Poopó y río Desaguadero (13, 16). La localidad de registro de la especie a menor altitud corresponde al río Charazani (3100 m) (16) y la más alta en la Laguna Estrellani (4650 m). En el valle de La Paz fue registrado en Achocalla, Aranjuez, Cota Cota, Laguna Limani, Laguna Incachaca, Alto Achachicala, Achachicala, Hampaturi y Rio La Paz, entre los 3303 y 4650 m. Ocupando las ecorregiones de Valle Seco, Puna Húmeda y Altoandino.



Figura 6. *Telmatobius marmoratus* (Foto: M. Ocampo)

Historia natural

Es acuático y no abandona este hábitat para reproducirse ni alimentarse. Vive en arroyos, lagos pequeños, aguas termales y bofedales (47), donde se oculta en agujeros o bajo piedras. Se pueden encontrar larvas, juveniles y adultos durante todo el año (18, 24). Las hembras desovan en promedio 961 huevos (18). En época reproductiva los machos tienen los brazos y antebrazos muy engrosados (49) y presentan en el primer dedo de la mano callosidades nupciales negras formadas por pequeñas espinas córneas. La dieta consiste principalmente de insectos, en menor proporción crustáceos, ácaros, anélidos, moluscos y materia vegetal (27). Rara vez se han encontrado larvas y juveniles de esta especie (49). Es principalmente de hábitos nocturnos (14).

A nivel mundial y nacional es una especie amenazada, incluida en la categoría Vulnerable (VU) (13). Las principales amenazas son su distribución restringida y la fuerte presión antropogénica de sus hábitats. También, en el rango de su distribución, se ha registrado la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (44) responsable de que sus poblaciones estén declinando. Debido a que, es cada vez más difícil observar esta especie en los puntos de su distribución original, se piensa que, en el valle de La Paz está enfrentando un riesgo alto de desaparecer.

Reptiles del valle de La Paz

James Aparicio[1,2], Mauricio Ocampo[1,2], Álvaro J. Aguilar-Kirigin[2], Luis F. Pacheco[2,3], Alejandro Bruno Miranda-Calle[1,2] & Salvador Villarreal[2]

[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Instituto de Ecología-UMSA.

1. Introducción

Hasta la fecha se tiene un total de 344 especies de reptiles reportadas para Bolivia, sin embargo, estas cifras se incrementan a medida que aumentan los estudios de campo en zonas todavía no evaluadas. El primer estudio sobre el relevamiento general de los reptiles del valle de La Paz, fue publicado en 1991 por Baudoin y Pacheco, donde se reportó tres especies de lagartijas (*Liolaemus multiformis, Liolaemus alticolor alticolor y Liolaemus alticolor walkeri*), y dos especies de culebras (*Leptotyphlops albifrons y Tachymenis peruviana*). Para el presente estudio se reevaluaron las áreas muestreadas en 1991 y se amplió la zona de estudio al municipio de Palca, permitiéndonos actualizar la situación taxonómica y de conservación de las especies previamente registradas e incrementar a nueve las especies de reptiles, con el registro de dos nuevas especies de culebras (*Phylodrias boliviana y Oxyrhopus rhombifer*) y dos nuevas especies de lagartijas (*Liolaemus ornatus y Liolaemus puna*).

Los reptiles habitan en casi todas las regiones del planeta, incluyendo océanos, desiertos y círculos polares. Los encontramos en gran número de hábitats, desde el fondo de los estanques hasta en la vegetación arbórea de gran altitud, o como minadores bajo el suelo (fosoriales). Son especialmente abundantes y diversos en los trópicos y en los desiertos. El único factor que parece limitar su distribución geográfica es su incapacidad para generar su propio calor corporal. Este es el motivo por el cual no hay reptiles en la Antártida ni en los océanos polares, y solo algunos en el círculo polar ártico (76).

Este grupo cuenta con 10 038 especies (77) y contiene los vertebrados tetrápodos que no pueden ser considerados anfibios, ya que tienen un huevo que presenta capas de protección y alimentación (amniótico), ni tampoco aves, ya que carecen de plumas, o mamíferos ya que carecen de glándulas mamarias y pelo (60,62). Los primeros restos de reptiles en el registro fósil datan de hace 300 millones de años en el Carbonífero Superior. Este grupo constituye en realidad uno de los dos mayores linajes evolutivos, que se compone de todos los amniotas no-mamíferos (no-synapsida) vivientes, que comprenden los tuataras, lagartos, serpientes, tortugas, cocodrilos y los reptiles voladores llamados generalmente aves, así mismo muchos de los principales grupos de animales ahora extintos (incluyendo ictiosaurio, phytosaurus, pterosaurus, y los dinosaurios), también son miembros de esta clase (5, 62).

Los reptiles pueden caracterizarse en su conjunto de la siguiente manera (48, 62):

1. Ectotérmico, depende de las fuentes de calor ambientales; temperatura corporal fluctuante, las temperaturas corporales son reguladas por ajustes fuertes en el comportamiento.
2. Mandíbula inferior compuesta de varios huesos.
3. Eficaz sistema circulatorio de doble circuito. Una de las vías lleva y recoge sangre de los pulmones. La otra vía lleva y recoge sangre del resto del cuerpo.
4. Huevos cleidoicos, embrión rodeado por una compleja serie de capas de protección, incluyendo una correosa o concha calcárea en formas ovíparas, y que contiene un rico suministro de alimentos en forma de yema (permite la reproducción ovípara en un medio seco y terrestre).
5. No experimentan metamorfosis alguna.
6. Sin pelo o plumas.
7. No presentan glándulas mamarias.

2. Relaciones Filogenéticas y Biogeográficas de los Reptiles

La historia de la clasificación de los reptiles escamosos ha sido motivo de controversia, porque consideramos a las lagartijas y a las serpientes como dos grupos diferentes entre sí y por lo tanto fácilmente identificables. Sin embargo, la pérdida de las extremidades se ha dado de forma independiente en otros subgrupos de lagartijas como los Anguidae y Pygopodidae y éstos no se conocen como serpientes. En este entendido y a partir de estudios sobre la evolución de los escamosos, las serpientes comprenden un grupo mono filetico (todos los organismos han evolucionado a partir de un ancestro común) que surge a partir de un grupo de lagartijas (72).

Las lagartijas con 5987 especies (73, 77) son el grupo más diverso de los reptiles vivientes. Las lagartijas comparten 50 rasgos morfológicos derivados que sumados a los caracteres moleculares, confirman su monofilia (derivan de un antepasado común) (72).

Las serpientes son el segundo grupo con más especies de reptiles vivientes, con cerca de 3783 especies descritas entre (3509 existentes y 274 especies extintas), asignado a 651 géneros (539 existentes y 112 géneros extintos) (74). Al igual que las lagartijas, se presentan en todos los continentes excepto en la Antártida, pero las serpientes han tenido un mayor éxito de radiación marina que los lagartos, sin embargo, han tenido menos éxito que estos en su dispersión en las islas oceánicas del mundo (32, 72).

Hasta comienzos del Paleoceno (65.5 millones de años) el poblamiento de reptiles lepidosaurios en Sudamérica comprendía únicamente reptiles iguanideos pero no teiidos, que originaron linajes de adaptación a los ecosistemas terciarios altamente equilibrados climáticamente, determinando más tarde grupos de distribución propiamente americano meridional *(Diplolaemus, Pristidactylus, Tropidurus, Urostrophus)*; un amplio linaje igualmente propio de Sudamérica son los tropidúridos liolaeminos, de diferenciación reciente, aunque pre-pleistocénica que, por su distribución en la mitad meridional de Sudamérica, se han visto sometidos a fenómenos de especiación por aislamiento geográfico (especiación alopátrica), debido al levantamiento de la cordillera Andina y, a adaptaciones a múltiples de ecosistemas originados por las grandes transformaciones cuaternarias del clima, surgidas por la aparición de la barrera andina, apenas acompañados por escasos colúbridos como *Tachymenis peruviana* (20, 55).

Los reptiles del valle de La Paz al igual que la herpetofauna andina en su conjunto, se originaron por invasiones separadas desde las tierras bajas a partir de dos conglomerados faunísticos: uno sureño compuesto de inmigrantes de la Patagonia y Selvas Australes y el conglomerado faunístico norteño conformado por inmigrantes de tierras bajas tropicales (27). Así mismo, nuestra diversidad de especies de reptiles y anfibios en la región andina se ha visto influenciada inversamente por la elevación, pudiéndose encontrar en las regiones del Altiplano y las partes más altas de la cordillera, no más de 5 o 7 especies de estos grupos de vertebrados, donde los elementos que más se distinguen en regiones como esta son las lagartijas del género *Liolaemus* (18).

3. Los Reptiles del valle de La Paz

El valle de La Paz, se constituye en uno de los sitios más diversos de la herpetofauna de la región altoandina de Bolivia, con la presencia de nueve especies de reptiles (Tabla 1), en un área no tan extensa con 1469.95 km2, pero si con una gran variación altitudinal que va desde los 2400 m en la localidad de Tahuapalca (Municipio de Palca) hasta 5000 m en la zona de Pampalarama (Municipio de La Paz).

Después de la publicación en 1991 del primer libro del valle de La Paz, se han realizado estudios sobre la herpetofauna en la región altoandina de nuestro país en localidades como Huaraco (La Paz) (7), el Parque Nacional Sajama (Oruro) (9), la Reserva Nacional Eduardo Avaroa (Potosí) (50), la Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla (La Paz) (10), y en la región de Huajara (Oruro) (61), registrándose no más de cinco especies de reptiles, pese a que algunas localidades como el PN Sajama, son más extensos en comparación a la actual región de estudio.

Tabla Nº 1. Lista de especies de reptiles del valle de La Paz y presencia en sus eco-regiones.

Orden	Familia	Especie	ECORREGIONES																												
			Valles secos 2400 - 3600											Puna húmeda 3600 - 4500									Altoandino >4500								
			2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000			
Squamata (Lagartijas)																															
	Liolaemidae																														
		Liolaemus altaicolor																													
		Liolaemus aparicioi																													
		Liolaemus forsteri																													
		Liolaemus ornatus																													
		Liolaemus puna																													
Squamata (Serpientes)																															
	Leptotyphlopidae	*Epictia albipuncta*																													
	Colubridae	*Oxyrhopus rhombifer*																													
		Philodryas boliviana																													
		Tachymenis peruviana																													

Los reptiles más representados son las lagartijas del género *Liolaemus* (familia Liolaemidae), con cinco especies de presencia confirmada en el valle y una especie, *Liolaemus signifer,* de presencia probable, la cual se considera de amplia distribución en los altiplanos de Bolivia, Chile y Perú (55). Algunos estudios reportaron la presencia de *L. signifer* para el valle de La Paz (16, 22, 49, 46), sin embargo, un estudio morfológico del género en la zona mostró que la información proporcionada por los trabajos anteriores correspondían a la especie endémica *L. forsteri* (1). Actualmente, no se cuenta con registros de *L. signifer* en el valle de La Paz, aunque se presume que podría encontrarse al suroeste de los límites del valle en la ecorregión de la puna húmeda. Es importante destacar también, que de las cinco especies de lagartijas, dos de ellas, *L. forsteri* y *L. aparicioi*, son especies endémicas debido a que están presentes solo en el valle de La Paz.

Estas cinco especies de lagartijas presentan características particulares que hacen del valle, un lugar muy singular para el estudio de los Liolaemus. Se presentan diferentes modos reproductivos donde *L. ornatus, L. puna, L. alticolor y L. forsteri* son vivíparas mientras que L. aparicioi es ovípara. En relación al tamaño tenemos ejemplares pequeños como *L. alticolor* con un tamaño corporal máximo de 54 mm. y ejemplares grandes como *L. forsteri* que alcanza hasta los 99.2 mm. En relación a los hábitats, especies restringidas a pajonales de Stipa como *L. alticolor* y especies presentes en varios tipos de hábitats como *L. ornatus.* También un dimorfismo sexual evidente en especies como *L. ornatus*, y *L. forsteri* y no tan evidente en *L. puna*, *L. alticolor* y *L. aparicioi*.

El siguiente grupo de reptiles presentes en el valle son las serpientes de la familia Colubridae con tres especies *Phylodryas boliviana*, *Oxyrhopus rhombifer* y *Tachymenis peruviana*. Las culebras representan estructuralmente el más diverso grupo de serpientes e incluyen especies sin colmillos venenosos (aglifos), con colmillos venenosos en la parte posterior de la boca (opistoglifas), y con colmillos venenosos en la parte anterior de la boca (proteroglifos) de avanzado desarrollo evolutivo (72, 74).

El presente estudio ha permitido registrar por primera vez para el valle de La Paz, la serpiente de la especie *Phylodryas boliviana* que consideramos presentará características similares a las especies del género, con hábitos terrestres o arborícolas, con una alimentación basada en pequeños mamíferos, aves, reptiles y anfibios, donde su disponibilidad de alimento está influenciada por factores como la temperatura del ambiente. Son ovíparos, el número de huevos varía de 8 a 14 y la incubación ocurre entre 25 a 28 grados centígrados (20, 45). Sin embargo, debemos realizar estudios para confirmar si estos aspectos biológicos y ecológicos, los cumple esta especie en nuestro valle.

Otro nuevo registro para el valle fue la serpiente *Oxyrhopus rhombifer,* de la cual solo tenemos el registro fotográfico de un ejemplar en la zona de Huajchilla, pero en muchas localidades visitadas los pobladores mencionan reiteradamente la presencia de culebras con anillos de color. Son serpientes de costumbres terrestres que desarrollan su actividad durante la noche o durante el crepúsculo, prefieren los climas cálidos y soleados en zonas de vegetación arbustiva y herbácea. Cazan activamente roedores, lagartijas, ranas y otras serpientes. Se reproducen por medio de huevos (34, 52, 53). Por lo mismo, se deben realizar estudios en el valle de La Paz, para verificar si presenta o no las características mencionadas para esta especie en otras zonas.

La especie de serpiente más conocida en el valle de La Paz es *Tachymenis peruviana,* que se la encuentra en las áreas protegidas municipales y en grandes predios con vegetación en los centros urbanos, pese a correr alto riesgo ya que los pobladores al verla tratan de eliminarla por considerarla peligrosa, mientras que otros quieren capturarla por sus propiedades curativas que se le atribuye culturalmente.

Mientras que la familia de reptiles menos representada en el valle es Leptotyphlopidae, con una sola *especie Epictia albipuncta*, el poco conocimiento que se tiene de este grupo de serpiente (20), debido a sus características ecológicas de especies fosoriales (subterráneas) de pequeño tamaño, lo que hace muy difícil su registro, la especie fue reportada por Baudoin y Pacheco en 1991 a partir de dos ejemplares coleccionados en las zonas bajas en el valle de La Paz, sin embargo a la fecha no se han tenido nuevos reportes de su presencia, pudiendo deberse a que esta especie estaría asociada con terreno suave, donde existe abundancia de estiércol, como corrales y áreas de pastoreo, los cuales se han reducido drásticamente en la región por el crecimiento de las áreas urbanas.

3.1. Distribución de los reptiles por eco-regiones:

Se presentan tres eco-regiones en el valle de La Paz, donde la presencia de las especies de reptiles estaría determinada por las características particulares que presentan cada una de ellas como ser, rango de temperaturas ambientales, intensidad y frecuencia de lluvias, tipos de vegetación, disponibilidad de presas y varias otras.

El Valle Seco.- Se encuentra por debajo de los 3600 m de altitud y es la ecorregión del valle con el mayor número de especies de serpientes, registrándose las cuatro especies de culebras (*Epictia albipuncta, Tachymenis peruviana, Oxyrhopus rhombifer y Phylodryas boliviana*) y solo una especie de lagartija *Liolaemus aparicioi*. Con un 55 % del total de especies de reptiles del valle es la segunda ecorregión en diversidad.

La puna húmeda.- Abarca desde 3600 hasta los 4500 m de altitud. Esta ecorregión es la más rica en lagartijas, porque están presentes las cinco especies del valle (*L. ornatus, L. puna, L. alticolor, L. forsteri y L. aparicioi*). Además está presente la especie de serpiente Tachymenis peruviana, con la cual un 67% de los reptiles del valle se registran en esta ecorregión, siendo la de mayor diversidad de reptiles.

El Altoandino.- Se encuentra por encima de los 4500 m de altitud, alberga solo una especie de reptil, la lagartija endémica *Liolaemus forsteri*, y por lo mismo, es la ecorregión más pobre para este grupo de vertebrados. Esta carencia de reptiles se justificaría porque esta ecorregión presenta condiciones ambientales extremas, sobre todo bajas temperaturas ambientales, que limitan la presencia de los reptiles que son ectotermos, y por lo mismo van a depender de la temperatura externa para regular su temperatura corporal y así poder realizar sus actividades normales como alimentación, reproducción, etc.

La mayoría de los reptiles del valle están limitados a una sola ecorregión, sin embargo, tenemos dos especies la lagartija Liolaemus aparicioi y la serpiente Tachymenis peruviana, que utilizan hábitats tanto del Valle Seco como de la Puna Húmeda. Así mismo hay una especie de lagartija Liolaemus forsteri que está presente en las eco-regiones de puna húmeda y altoandino. Estas especies están demostrando la gran capacidad de los reptiles para adaptarse a diferentes ambientes, que en algunos casos pueden presentar condiciones ambientales extremas.

4. Estado de conservación de los reptiles

La Lista Roja de Especies Amenazadas IUCN del 2014, a nivel global incluye 879 especies de serpientes de las cuales 11 se consideran en peligro crítico, 45 se consideran en peligro de extinción, 42 se consideran vulnerables y dos se han extinguido en la historia reciente. En cuanto a las lagartijas reporta 25 especies en peligro crítico, 69 en peligro de extinción, y un adicional de 80 vulnerables. Las amenazas más significativas, en orden de importancia son: la agricultura y la acuicultura, el uso de los recursos biológicos, el desarrollo comercial y las modificaciones del sistema natural. Las amenazas específicas incluyen la pérdida de hábitat, la destrucción o modificación de micro hábitats, afectando especialmente la reproducción de especies ovíparas, y altos niveles de depredación por el hombre, debido a que muchas especies de reptiles son relativamente de larga vida y de maduración tardía, y, como resultado, la matanza de adultos de gran tamaño afecta las poblaciones. Además, muchos miles, o cientos de miles de serpientes son atropelladas por los coches en las carreteras cada año, sobre todo durante las temporadas de reproducción, cuando los machos se dispersan en busca de hembras (72).

Estudios realizados a nivel de la región andina, han reportado el uso tradicional de diferentes especies de lagartijas en la región altoandina, como la sangre de *Liolaemus alticolor* (Sut'uwallo), que se utiliza para aliviar las infecciones oculares, las lagartijas *Liolaemus signifer* (Jararankhu), *Liolaemus forsteri, Liolaemus ornatus* y la culebra *Tachymenis peruviana* (Asiru), son empleadas en forma de parches externos para curar golpes, torceduras, enfermedades reumáticas e incluso fracturas (10, 11).

En el valle de La Paz actualmente el impacto más fuerte sobre las poblaciones de reptiles es el cambio del uso de suelo, de un ecosistema natural, pasa a uno agrícola y de este a un urbano. El caso mejor estudiado es el de la lagartija *Liolaemus aparicioi*, que es endémica y restringida al valle, la cual ha reducido su hábitat natural en más de un 48% en los últimos 10 años (14), pudiendo extinguirse en un futuro próximo si no se toman medidas de conservación de su hábitat natural.

5. Historia natural de las especies de Reptiles del valle de La Paz

5.1. ORDEN SQUAMATA (Lagartijas)

Familia Liolaemidae:

Es la familia de reptiles con más especies en el valle de La Paz. Esta familia contiene tres géneros de lagartijas *Ctenoblepharys* con 1 especie, *Liolaemus* con 257 especies y *Phymaturus* con 34 especies. Estos reptiles se encuentran latitudinal y altitudinalmente ampliamente distribuidos en Sudamérica, habitando diversos ecosistemas de Argentina, Perú, Bolivia, Chile, Paraguay, Uruguay y Brasil. Altitudinalmente se distribuyen desde las costas de los océanos Atlántico y Pacífico hasta los 5176 m.s.n.m, en la Cordillera de los Andes en Bolivia (13, 3). Los liolaemidos son lagartijas de pequeño y mediano tamaño y es el segundo grupo de iguanios con mayor diversidad específica a nivel mundial. La mayoría de liolaemidos son ovíparos con nidadas que van desde 1 a 8 huevos; las especies más grandes en general, presentan nidadas también más grandes. Algunas poblaciones de las especies de latitud sur y de alta elevación, tales como Liolaemus magellanicus, son vivíparas. Tienen una dieta variada, desde herbívoros estrictos a omnívoros (3, 72).

Nombre científico: *Liolaemus alticolor*
Nombre común: Lagartija. Sut'uwalla (aymara)
Autor: Salvador Villarreal

Descripción:
Esta lagartija pequeña de unos 42 a 54 cm. de tamaño corporal, se caracteriza por presentar tres líneas oscuras longitudinales que recorren el dorso del cuerpo, con dos líneas laterales generalmente de color amarillo (16).



Figura 1. *Liolaemus alticolor* (Foto: M. Ocampo)

Distribución
La especie habita entre los 3600-4800 m en Bolivia (departamentos de La Paz y Oruro), y Chile. Se la encuentra generalmente en pajonales, matorrales (agregados de arbustos) y agregados de piedras (como las que rodean los campos de cultivo) (8, 16, 59, 64). En el valle de La Paz, se la encuentra ampliamente distribuida en la puna húmeda en los municipios de La Paz, Palca y Achocalla.

Historia natural
Generalmente se alimenta de insectos, aunque ocasionalmente puede observarse la ingesta de materia vegetal (8, 16). Se encuentra activa durante el día especialmente en las horas de mayor temperatura, asoleándose encima de piedras o alrededor de la vegetación densa (pajonales) cerca de su refugio (16).

Se reproduce en época húmeda en los meses de septiembre a marzo, este período incluye la maduración de las células sexuales, el apareamiento y el reclutamiento de neonatos. Es una especie vivípara y las hembras paren entre 3-6 crías vivas (46). En algunos lugares de su distribución se la puede encontrar junto a la especie *Liolaemus forsteri* (16). Entre sus principales depredadores estarían los halcones (*Falco sparvelius, Phalcoboenus melanoptera*), el zorro andino (*Licalopex culpaeus*) y la serpiente asiru (*Tachymenis peruviana*).

Nombre científico: *Liolaemus aparicioi*
Nombre común: Lagartija
Autor: Mauricio Ocampo

Descripción
Es una lagartija de mediano tamaño con una longitud hocico cloaca (LHC) alrededor de 55.46 mm. con tamaños máximos de 61.7 mm. El cuerpo es alargado y esbelto con diseños dorsales que constan de líneas longitudinales (1, 47). El diseño dorsal consta de una línea vertebral oscura que puede ser entera o fragmentada, o en la mayoría de los casos puede estar ausente (38).



Figura 2. *Liolaemus aparicioi* (Foto: M. Ocampo)

Tiene un par de bandas dorsolaterales de color crema bordeadas en ambos lados por una línea de color café segmentada por barras transversas pequeñas y cortas más oscuras, siendo esta característica la que la diferencia de *L. alticolor*, que generalmente presenta una línea blanca a los costados del vientre.

Ventralmente es blanca y en algunos casos puede presentar la parte de la garganta jaspeada con pequeñas estrías no muy notorias. Los machos presentan una coloración amarillenta en la parte inguinal y por debajo de los muslos, posiblemente una vez alcanzada la madurez sexual (46).

Distribución

Esta especie al parecer tiene una distribución restringida. Los registros que se encuentran dentro del valle de La Paz incluyen las zonas de Jupapina, Santa Rosa, Mallasa, Mallasilla, Lipari, Taipichulo. Siendo una especie endémica de Bolivia, con una distribución altitudinal entre los 3000 y 3900 m, en las eco-regiones del valle seco y la puna húmeda (47). No se la ha encontrado en contacto con ninguna otra especie de lagartija. En la década de los ochenta, está especie ocupaba las laderas de Av. Del Poeta y Villas Holguín (16), pero actualmente no las registran en estos lugares. Suele encontrarse en zonas que presentan agrupaciones de plantas espinosas como cactus, algarrobos, agaves, etc., en las cuales busca refugio y alimento (47).

Historia natural

Es una lagartija de hábitos terrestres, aunque en algunas ocasiones se la observó trepar a una altura de 20 cm. del suelo para atrapar insectos posados en las ramas de los arbustos. Es capaz de realizar grandes saltos en relación a su tamaño. Presenta una actividad diurna mayormente entre las 11:00 am y las 16:00 horas, cuando el calor del suelo es propicio para ellas. Está presente durante todo el año, pero en invierno la actividad de estas disminuye bastante.

La reproducción se da durante los meses de agosto, septiembre y octubre, meses en los cuales los machos presentan el mayor volumen gonadal para la copula, mientras que las hembras a partir de noviembre ya se encuentran con crías en el vientre (46). Es una especie ovípara la cual al parecer deposita sus huevos con el feto en una etapa de desarrollo muy avanzada, haciendo que este estadio sea muy corto (16). Las pariciones al parecer son a partir de febrero, ya que en marzo ya no se encuentra hembras preñadas. En promedio las hembras contienen cuatro crías por puesta con un máximo de 5 y un mínimo de 3. Ambos sexos alcanzan la madurez sexual, alrededor de los 52 mm. de longitud Hocico Cloaca.

Es una especie mayormente insectívora, pero también se alimenta de arañas. Sus depredadores potenciales serian: halcones (*Falco sparvelius*), serpientes (*Tachymenis peruviana*), zorros (*Licalopex culpaeus*).Pero no ha sido registrado hasta el momento algún evento de depredación.

Nombre científico: *Liolaemus forsteri*
Nombre común: Lagarto. Jararankhu (aymara)
Autor: Álvaro Aguilar-Kirigin

Descripción

Esta lagartija se caracteriza por su gran tamaño corporal, pudiendo alcanzar hasta los 99.2 mm. de longitud (desde el hocico hasta la cloaca) y por sus extremidades de proporciones macizas. Las escamas dorsales se encuentran dispuestas de manera yuxtapuesta y son subcónicas (36). La coloración y patrones de diseño en el cuerpo son variables, pudiendo presentar tonalidades verdosas, anaranjadas, rojizas, azuladas, plomizas y/o marrones. *L. forsteri* se diferencia de otras especies del género por el ancho de la cabeza (13.9-21.3 mm.), alto de la cabeza (8.2-14.6 mm.) y número de escamas al medio cuerpo (67-94) (1).



Figura 3. *Liolaemus forsteri* (Foto: M. Ocampo)

Distribución

En el valle de La Paz, habita en las eco-regiones de puna húmeda y altoandina, con una distribución altitudinal entre los 4100 a 4950 m, en los municipios de La Paz, El Alto y Palca. Este lagarto se encuentra en las localidades: Alto Achachicala, Alto de Animas, Chacaltaya, Charquini, Choquekhota, Chuquiaguillo, El Alto, Hampaturi, Huni, Pampalarama, Pinaya y Ovejuyo. Además fue registrada en la planicie Wila Khalani, lagunas Hurmutani y Chojña Khota y nacientes del río Orko Jahuira. Se la considera especie endémica, debido a que su distribución es conocida únicamente en la provincia Murillo del departamento de La Paz.

Historia natural

Especie de hábitos terrestres y de actividad diurna. Su refugio está asociado a huecos profundos hechos por roedores

(*Calomys lepidus y Ctenomys opimus*) y debajo de piedras. *L. forsteri* se alimenta de insectos y materia vegetal, encontrándose entre el 68 a 99% de volumen en el contenido estomacal, generalmente en individuos adultos (16, 49). La época de apareamiento ocurre principalmente en noviembre. Las hembras alcanzan la madurez sexual a los 71 mm. y los machos a los 79 mm. de tamaño corporal, respectivamente. Se observan crías casi todo el año, pero la mayor presencia de crías se observa a finales de octubre. Probablemente las hembras se reproducen cada dos años, y pueden parir entre 2 a 9 crías vivas (46). Es una especie abundante en algunas zonas de su distribución conocida y en el valle de La Paz, con densidades de 375 a 400 individuos por hectárea en la turbera de Jhacha Toloko (49), y densidades de 561 a 852 individuos por hectárea en las localidades de Chacaltaya y Milluni respectivamente (2).

La temperatura corporal seleccionada en laboratorio, como aproximada a la temperatura corporal óptima para el desempeño fisiológico de la especie, corresponde a un valor promedio de 32 ºC. (26.5-36.6 ºC) y la temperatura corporal de su actividad en campo es de 32 ºC. (22.2-38.8 ºC). *L. forsteri* aparentemente mantiene una moderada a efectiva termorregulación, compensando las limitaciones térmicas ambientales a partir de un uso "oportunista" de las fuentes de calor, es decir, está activa siempre y cuando haya tenido algunas horas de luz, tomando ventaja de la elevada radiación solar para elevar su temperatura corporal y mantenerla estable (70). En cautiverio se presenció el fenómeno de canibalismo, observando a un macho adulto atacar y comer a un individuo juvenil. Algunos huesos del cráneo fueron encontrados en las heces fecales del adulto (71).

Nombre científico: *Liolaemus ornatus*
Nombre común: Lagarto. Chaiño Jararankhu (aymara)
Autor: James Aparicio

Descripción

Es una lagartija de tamaño mediano alcanzando los 62 mm. de longitud (desde el hocico hasta la cloaca), con cola más larga que el cuerpo. Presenta un característico diseño de barras transversales dispuestas oblicuamente unidas en la línea media, entre las cuales quedan espacios coloreados de amarillo azufrado, con algunas escamas de color azul, especialmente en los machos, mientras que las hembras son de color café grisáceo, lo que les permite pasar más desapercibidas por los depredadores que los machos. Las escamas dorsales son triangulares, algo ensanchadas, con quillas suavemente insinuadas. Las escamas alrededor del cuerpo son de 52 a 75 y tienen de 5 a 9 poros pre-anales (12). *L. ornatus* se diferencia de otras especies del género en Bolivia, por el parche de escamas agrandadas en la cara interna de los muslos (menos evidente en las hembras) (8).



Figura 4. *Liolaemus ornatus* (Foto: J. Aparicio)

Distribución

Se reporta su presencia en la región altoandina de Chile, Argentina, Perú y Bolivia (26, 51, 54). En nuestro país se distribuye en la región de la puna hasta los 4100 m en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Tarija (1, 8, 25, 30, 37), siendo común en pajonales de *Stipa ichu* y en tholares de *Bacharis* sp., entre las que busca refugio, también se la encuentra debajo de piedras y dentro de cuevas excavadas en la tierra (7, 8). En el valle de La Paz fue registrada por primera vez en este estudio, en la localidad de Tumusa a 4348 m, en el municipio de Mecapaca, dentro la ecorregión de puna húmeda.

Historia natural

Es una especie vivípara (15, 26) que alcanza la madures sexual a una longitud corporal mínima de 54,6 mm. para hembras y 54,3 mm. para machos (12). La época de reproducción se da entre diciembre y marzo, el período de gestación dura 6 meses, de abril hasta septiembre, la época de alumbramiento se da a partir de octubre y dependiendo del tamaño de la hembra producen entre 4 y 7 crías (7, 8, 12). Donoso-Barros (26), la reporta como una especie omnívora. Está sujeta a una cierta presión de cacería, por su similitud de diseño y coloración, especialmente de las hembras con la especie *Liolaemus signifer*, que está dentro de la categoría Datos Insuficientes (DD) de la UICN, la cual esta amenazada por el uso no sostenible para la medicina tradicional como parches contra el reumatismo y otras afecciones (11).

Nombre científico: *Liolaemus puna*
Nombre común: Lagartija. Sut'uwalla (aymara)
Autor: Alvaro Aguilar-Kirigin

Descripción

Esta lagartija se caracteriza por su pequeño tamaño corporal, pudiendo alcanzar hasta los 55.6 mm. de longitud (desde el hocico hasta la cloaca). Las escamas dorsales se encuentran dispuestas de manera yuxtapuesta y son notoriamente quilladas. Las escamas en la superficie de la cabeza son lisas, en la región temporal las escamas son lisas o ligeramente quilladas y la escama subocular se encuentra pigmentada con un ligero delineado negro por encima de la misma. La escama nasal está en contacto limitado con la escama rostral.



Figura 5. *Liolaemus puna* (Foto: J. Aparicio)

El cuello es inmaculado y en el dorso del cuerpo las marcas paravertebrales están ausentes. La línea vertebral está ausente o bastante fragmentada en los machos y en las hembras se encuentra completa, la cual recorre desde la nuca hasta la cola.

Las bandas en posición dorso lateral, están en la mayoría de los casos ausentes en los machos y usualmente bien notorias en las hembras. *L. puna* se diferencia de otras especies del género por el número de escamas alrededor del medio cuerpo (40-54) y el número de escamas ventrales (74-94) (39, 59).

Distribución

Anteriormente no se tenía conocimiento de la presencia de la especie en el valle de La Paz. Actualmente es conocida su distribución en la ecorregión de la puna húmeda, de los municipios de La Paz, Mecapaca y Palca, con una distribución altitudinal entre los 4190 a 4274 m en las localidades: Alto de Animas, Pinaya y Tumusa.

Historia natural

Especie de hábitos terrestres y de actividad diurna. Su refugio está asociado a gramíneas o pequeños arbustos. L. puna se alimenta principalmente de materia vegetal con el 60% de volumen en el contenido estomacal y de insectos el restante 40% (65). Según Lobo & Espinoza (39) la especie es vivípara.

ORDEN SQUAMATA (SERPIENTES)

Familia Leptotyphlopidae:

Es la familia de reptil menos representada en el valle. Los Leptotyphlopidae presentan dos subfamilias, se distribuye en regiones tropicales y subtropicales de África y las Américas, en la zona templada de los Estados Unidos de América y el sudoeste de Asia. La especie de mayor tamaño es *Rhinoleptus koniankes*, con un tamaño corporal de 460 mm., pero la mayoría de las especies presenta un tamaño corporal entre 150 a 250 mm., siendo la más pequeña, *Leptotyphlops carlae*, que alcanza un tamaño máximo corporal de 104 mm. Estas serpientes ciegas son subterráneas (fosoriales) y ocurren en una variedad de hábitats desde semi desiertos a tierras bajas tropicales y selva tropical. Se alimentan de invertebrados de cuerpo blando, aunque las termitas parecen ser la comida principal de algunas especies. Son ovíparos, con puestas que van de 1-12 pequeños huevos alargados y algunas especies exhiben cuidado parental (72).

La especie de serpiente ciega del valle pertenece a la subfamilia Epictinae, que contiene ocho géneros con 62 especies. Se distribuye desde el norte, sur y Centroamérica, así como una serie de islas del Nuevo Mundo en los sub trópicos y trópicos. Los miembros de este grupo se caracterizan por ser de tamaño pequeño, presentar cola gruesa y la mayoría tienen una coloración entre rojo o amarillo y/o rayas. Estas serpientes se presentan en una amplia variedad de hábitats, desde la selva baja hasta los desiertos, aunque son subterráneos (fossorial), a menudo aparecen en la superficie durante la noche, especialmente cuando la humedad es alta (72).

Nombre científico: *Epictia albipuncta*
Nombre común: Yawri Asiru (aymara)
Autor: Alejandro Bruno Miranda-Calle

Descripción

Son serpientes delgadas y de tamaño pequeño, algo parecidas a una lombriz de tierra, de la cual pueden diferenciarse por su coloración, brillo y presencia de escamas del mismo tamaño en toda la superficie del cuerpo. Los dos únicos ejemplares encontrados para el valle tienen las siguientes medidas: 205 y 189 mm. de largo total con 3.2 y 3.0 mm. de ancho. La cola es corta, del mismo grosor que el tronco y termina abruptamente, con las escamas formando una proyección a modo de aguijón. Esta característica (el supuesto aguijón) es la que les ha valido el nombre local de yawri asiru (16). La cabeza de esta serpiente es achatada y los ojos son muy reducidos. La punta del hocico y el extremo de la cola pueden presentar una coloración blanca amarillenta (20, 33).

Distribución

Los ejemplares coleccionados fueron encontrados en la zona baja del valle, uno en la quebrada del río Khelkata y otro en Mecapaca, entre los 2800 a 2900 m (16) dentro la ecorregión de Valle Seco. No se sabe hasta qué altitud pueden habitar, pero suponemos que esta especie debe estar asociada a campos de cultivo, pues al ser una especie fosorial requiere de suelos relativamente blandos.

Historia natural

Estas serpientes han sufrido adaptaciones morfológicas internas y externas para la vida subterránea. Entrevistas realizadas a habitantes del área donde se las atrapó indicaron que las yawri asiru, son más comunes en lugares con terreno suave, donde existe abundancia de estiércol, como ser corrales y sitios de pastoreo, los cuales son propicios para el establecimiento de diversidad de fauna en el suelo (16). No existen observaciones sobre la dieta, comportamiento, ni patrones de actividad para la yawri asiru. Por sus características e información para otras especies relacionadas, se piensa que su alimentación consiste en pequeños invertebrados de cuerpo blando presentes en el suelo (16, 24, 40). No se sabe sobre su reproducción, sin embargo, varias de las especies son ovíparas (58). Cuando se las captura, tienden a empujar con la cola, lo cual quizás sea el origen de la afirmación de que estas serpientes pican con la cola y que son extremadamente venenosas. Es importante enfatizar que estas serpientes no tienen posibilidad de inyectar algo con la cola, pues la forma puntiaguda es, solamente, una modificación anatómica para obtener apoyo al cavar, además de que carecen de órganos venenosos, tanto en la cola como en las mandíbulas; siendo serpientes inofensivas (16). Sin embargo, para otras especies se ha reportado la secreción de una sustancia cloacal nauseabunda, como mecanismo de defensa cuando son manipuladas (40)



Figura 6. *Epictia albipuncta* (Foto: A. B. Miranda)

Familia Colubridae:

Esta familia de serpientes contiene siete subfamilias con alrededor de 1755 especies. Se distribuye en casi todo el mundo, excepto la Antártida, la mayor parte del norte del Ártico, Madagascar y las islas oceánicas (72, 74). Los géneros de las culebras del valle de La Paz, están dentro la subfamilia Dipsadinae, la cual presenta 97 géneros con aproximadamente 733 especies, que se distribuyen principalmente en el Nuevo Mundo y son muy diversos en formas corporales, características ecológicas y comportamentales. La mayoría de las especies son ejemplares de tamaño pequeño a moderado (adultos con un tamaño menor a 800 mm. de longitud corporal); menos de una docena de géneros tienen ejemplares adultos que sobrepasen el metro de tamaño corporal, por ejemplo, *Clelia e Hydrodynastes*. La forma del cuerpo también varían de

pequeño y delgado (*Diadophis*) a un cuerpo pesado (*Xenodon*) o a uno que se desplaza rápidamente (*Philodryas*) (72, 74).

Algunas especies se entierran, mientras que otras son terrestres o arborícolas. La mayoría parecen ser generalistas u oportunistas alimentandose de pequeños vertebrados, aunque algunas especies son especialistas de ciertas presas como caracoles. Son en general ovíparas, donde el tamaño de nidada se relaciona directamente con el tamaño del cuerpo y puede variar desde pequeñas puestas de 1-3 huevos (*Imatodes cenchoa*) a más de 100 huevos (*Farancia abacura*) (72, 74).

Nombre científico: *Oxyrhopus rhombifer*
Nombre común: Falsa coral. Muyutuna (quechua)
Autor: Alvaro Aguilar-Kirigin

Descripción

Esta serpiente se caracteriza por tener un cuerpo cilíndrico con la presencia de manchas negras separadas por dos a tres escamas amarillas en el dorso, esta separación se hace menos evidente al medio cuerpo y en posición dorso lateral, las escamas del cuerpo son de coloración naranja-rojizo y el vientre es blanco. La cabeza se distingue del cuerpo por la presencia de grandes escamas. Los ojos son redondeados y la pupila de color oscuro. Las escamas dorsales son lisas con 19 hileras al medio cuerpo y 17 a una cabeza antes de la cloaca mostrando reducción en el conteo de escamas. Las escamas del vientre son angulosas en sus extremos entre 174 a 225 escamas y las sub caudales se distribuyen en pares hasta finalizar la cola entre 47 a 80 escamas (20, 52).



Figura 7. *Oxyrhopus rhombifer* (Foto: Zegada L)

Distribución

Se cuenta con un único registro fotográfico en la ecorregión de los Valles Secos, dentro el municipio de Mecapaca en la localidad de Huajchilla a los 3000 m.

Historia natural

Se desconoce la historia natural de la especie para el valle de La Paz. Sin embargo, se conoce que *Oxyrhopus rhombifer* tiene hábitos terrestres y su actividad la desarrolla durante la noche o en el crepúsculo (29). Se la encuentra predominantemente en zonas de vegetación herbácea o arbustiva. Son ovíparas y las hembras pueden llegar a poner entre 10 a 15 huevos sub elípticos. Se encuentra provisto de glándulas venenígeras (20, 52), pudiendo alimentarse de lagartijas, pequeños mamíferos y de otras serpientes (4, 29).

Nombre científico: *Phylodrias boliviana*
Nombre común: Culebra verde
Autor: Mauricio Ocampo

Descripción

Es una serpiente de color verde olivo, con la punta de las escamas oscuras. Dorsalmente pueden presentar líneas longitudinales a lo largo de la columna vertebral, el vientre es blanco sin la presencia de manchas.

Distribución

Se ha registrado esta especie dentro la ecorregión de Valle seco, dentro el municipio de Palca en la localidad de Quillihuaya y en el municipio de Mecapaca, en las localidades de Cachapaya y Cebollullo a una altura de 2700 m en la acequia de un cultivo de hortalizas.



Figura 8. *Phylodrias boliviana* (Foto: A.B.Miranda)

Historia natural

No se conoce absolutamente nada de su historia natural.

Nombre común: Serpiente. Asiru (aymara)
Autor: Alejandro Bruno Miranda-Calle

Descripción

Presenta una coloración y diseño regular. La región dorsal del cuerpo es café y presenta un patrón de manchas negras o café oscuras alternas que se extiende hasta la cola; el vientre es amarillento y presenta un diseño a cuadros. A cada lado de la cabeza se hallan dos bandas negras posteriores al ojo, muy características de esta especie, asimismo presenta otras dos bandas negras en la región nucal. El ejemplar más grande capturado en el valle de La Paz mide 62 cm. en longitud total (LHC=52,7 cm., LC=9,3 cm.) (16). Los machos y hembras de esta especie no difieren en su aspecto y tamaño (66).



Figura 9. *Tachymenis peruviana* (Foto: A.B. Miranda)

Distribución

Se extiende desde el Perú, pasando por la región norte de Chile y oeste de Bolivia hasta el norte de Argentina (20, 26). En Bolivia se la encuentra de los 2550 a los 4600 m de altitud en las eco-regiones de puna húmeda y altoandina (43). Suele encontrársela entre roquedales, pajonales, matorrales y cerca de cuerpos de agua (acequias, ríos, u zonas húmedas) (16, 43, 67). No es raro hallarla en lugares con influencia humana, como el Campus Universitario de la UMSA en Cota Cota, Bajo Llojeta, Achocalla, Huayllani y Taypichullo

Historia natural

La actividad de la asiru es mayor en la época de lluvias y suele hallársela con mayor frecuencia cuando asoma el sol después de una lluvia. Ejemplares mantenidos en cautiverio por Baudoin & Pacheco (16), mostraron actividad más diurna que nocturna, con soleamiento intermitente a lo largo del día y tal parece que no es necesario tener un día soleado para que entren en actividad.

La asiru es una serpiente opistoglifa, es decir que la glándula de veneno asociada al colmillo está hacia la parte posterior de la boca. Vellard (66) reporta que el veneno de Tachymenis presenta una actividad proteolítica, coagulante moderada y hemolítica débil en sus presas, ocasionando la parálisis corporal sin contracturas y la supresión de los reflejos musculares. Se alimenta de anfibios como el sapo o jamp´atu (*Rhinella spinolosus*), la rana de cuatro ojos (*Pleurodema cinerea*), la rana marsupial (*G. marsupiata*), lagartijas (*Liolaemus* spp.) (16, 43, 75), pequeños roedores como el "j´iska achaku" (*Calomys lepidus*) u otros "achaku" (p.e. *Akodon* sp., *Phyllotis* sp.) (43) e incluso peces pequeños del género *Orestias* spp. (16).

Los huevos no presentan una deposición calcárea superficial y son retenidos por la hembra hasta que los embriones se hallan bien formados, similar a lo reportado para otras especies dentro del género (26, 31, 75). La cantidad de huevos varía entre 3 a 14 (26, 31, 75). El tamaño de los huevos con embriones en primeros estadios de desarrollo (< 3 mm.) está entre los 14.12 a 16.69 mm. de largo a 7.9 a 12.34 mm. de ancho (75). Existe una correlación positiva entre el tamaño de la hembra y el número de huevos que transporta (43). La acumulación de vitelo ocurriría entre los meses de marzo a mayo, le fecundación en el mes de mayo y el desarrollo finalizaría entre septiembre y noviembre con la aparición de neonatos en noviembre (23, 26, 75).

La gente del campo teme a esta serpiente y suele matarla cuando la encuentra. Sin embargo, la "asiru" es poco agresiva y suele huir al ser encontrada. En caso de ser capturada excreta una sustancia líquida maloliente, que suele causar confusión (o asco) en el depredador (o persona), la cual funciona como una estrategia de escape. Si se la captura y manipula demasiado, se enrosca y trata de hincar sus colmillos en la mano en defensa propia (16). Se han reportado casos de hinchazón dolorosa y fiebre por la mordedura de esta especie (26, 66).

La principal amenaza para las poblaciones de esta serpiente en el valle de La Paz es su exterminio, al encontrarse con el ser humano, lo cual es consecuencia de desconocimiento de que ésta especie no es peligrosa o por la creencia de que puede traer malos presagios. También se la captura para el uso en la medicina popular (6, 21). En segundo lugar está la modificación de su hábitat por la actual expansión urbana.

Aves del valle de La Paz

Álvaro Garitano-Zavala[1,2] & M. Isabel Gómez [2,3]

[1] Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, [2] Colección Boliviana de Fauna, [3] Museo Nacional de Historia Natural.

1. Características de la diversidad de aves en el valle de La Paz

Las aves han conquistado prácticamente todos los ambientes del planeta, actualmente en el mundo se reconocen 9993 especies válidas (1,2). Sin embargo, el número de especies se incrementa continuamente, debido principalmente al reconocimiento del rango de especie para muchas poblaciones antes consideradas subespecies, y podría esperarse que en realidad existan un total de 12000 especies vivientes (3). Los estudios en filogenia molecular de aves se producen con rapidez y permiten visualizar con mayor claridad las *relaciones filogenéticas* (relaciones de parentesco evolutivo) entre las especies de aves vivientes, es así que, existen diferentes propuestas sobre la posición de las especies dentro de los órdenes, familias y géneros. En este momento aún no puede decirse que exista una clasificación final (3). En este capítulo se utiliza la nomenclatura y la clasificación taxonómica adoptada por el Comité Sudamericano de Clasificación (4), y se sugiere al lector seguir en la página de internet de este comité las actualizaciones periódicas que se publican y que podrán diferir en el futuro de las presentadas aquí.

La diversidad de aves en el valle de La Paz ha sido descrita en varios trabajos. El pionero es el capítulo dedicado a las aves que se publicó en la primera edición de la presente obra (5). Obras posteriores han descrito la diversidad de aves en específico en las urbes del valle (6, 7), y dos obras posteriores han reportado el conjunto de aves para el valle de La Paz (8, 9). Para el reporte de diversidad de aves en este capítulo se ha revisado rigurosamente la presencia de las especies en todo el ámbito que ocupa el valle de La Paz, a través de las colecciones científicas depositadas en la Colección Boliviana de Fauna (CBF), y numerosas prospecciones en campo con el fin de corroborar la presencia de las especies previamente reportadas en las obras precedentes, lo que además ha permitido conocer mejor la distribución actual de cada especie, así como también registrar nuevos aspectos de historia natural.

En este capítulo se incluyen sólo las descripciones y láminas de identificación para las especies residentes y migratorias del valle de La Paz, que suma un total de 127, de ellas 121 son especies silvestres residentes, dos son introducidas residentes (*Columbia livia* y *Passer domesticus)*, y cuatro son migrantes boreales.

1.1. La diversidad de aves en las distintas ecorregiones del valle de La Paz:

En el valle de La Paz se han identificado tres ecorregiones, los Valles Secos (2200 - 3500 m), la Puna (3500 - 4200 m) y el Altoandino (> 4200 m). Algunas especies de aves tienen una distribución restringida y sólo se encuentran en determinados hábitats, en cambio otras tienen una amplia distribución y se las puede observar tanto en los pajonales de las partes más altas como en los cultivos de los valles más bajos.

En función a las observaciones y registros realizados, es posible trazar el rango de distribución altitudinal de cada especie. De acuerdo a este análisis, el 17% de las especies están restringidas a los Valles Secos, 47% se encuentra tanto en Valles Secos como también en la Puna, el 16% se encuentra restringido a la puna, el 7% se encuentra en la transición entre la Puna y el Altoandino, el 2% estaría solo en el Altoandino y el 10% tiene una amplia distribución altitudinal y se encuentra en las tres ecorregiones. Estas particulares distribuciones altitudinales de las especies, hace que la transición entre Valles Secos y Puna, por su variedad de hábitats y formaciones vegetales, albergue la mayor riqueza de aves (60 especies), y el Altoandino tenga el menor número de especies, principalmente debido a la menor temperatura que determina una menor disponibilidad de recursos.

1.2. El efecto de la urbanización sobre la diversidad de aves:

La presencia de la gran urbe de La Paz y otros núcleos urbanos en crecimiento en los municipios de Achocalla, Mallasa, Mecapaca y Palca, afectan enormemente la distribución de las especies de aves. Los efectos de las urbes sobre las comunidades de aves han sido descritos como un “filtro ambiental”: algunas especies pueden ser comunes en su interior, pero otras raras o ausentes (10, 11). En general, las comunidades de aves urbanas son menos diversas y están simplificadas (12), e incluso la composición de especies podría

tender a parecerse entre distintas urbes, fenómeno denominado homogenización por McKinney (13).

Los cambios ambientales que las urbes imponen a las aves son: pérdida o fragmentación del hábitat, modificación de la disponibilidad de recursos como alimento u otros (sea disminución o incremento), polución química, sonora o lumínica, y modificación de las interacciones con otras especies (10). La respuesta de las especies de aves a estos filtros ambientales, depende de sus características biológicas como el tipo de dieta, forma de forrajeo, relación con depredadores, características de nidificación, así como también de la disponibilidad de juveniles que pueden dispersarse desde las poblaciones de los entornos naturales circundantes a las urbes (11). La forma en que cada especie enfrenta la urbanización se ha denominado tolerancia, y para el presente capítulo se las ha clasificado en cuatro categorías.

Las especies que evitan la urbe o *sensibles a la urbe* (SU) son aquellas que normalmente no son observadas en el interior de las ciudades y se restringen a entornos naturales o rurales agropecuarios, ya sea que estos ambientes se encuentren alejados de la urbe o en sus márgenes; son especies cuyos requerimientos alimenticios, para nidificación y/o para su comunicación acústica no están presentes en las urbes, o que son especialmente sensibles a la persecución de humanos o sus mascotas (12, 14). Si bien algunas de estas especies pueden ser eventualmente observadas en las ciudades, se puede considerar que se trata de ingresos esporádicos, pues se asume que no tienen poblaciones reproductivas en ellas.

Las especies *adaptables a las urbes* (AU) son aquellas que además de habitar en ambientes naturales o rurales pueden aprovechar diversos recursos existentes en las urbes para vivir y reproducirse dentro de ellas (12, 14); podría considerarse que sus abundancias no incrementan en las urbes respecto a los entornos naturales y en general se restringen a los ambientes con mayor vegetación y menor densidad de edificaciones, como por ejemplo plazas, parques, jardines privados y los fragmentos remanentes con vegetación silvestre. Muchas de estas especies pueden considerarse *sensibles a la matriz urbana* según la clasificación de Garden *et al.* (15) si es que están ausentes en los entornos urbanos más alterados por la densidad de edificaciones, tráfico y personas. Dependiendo del tipo de recursos que aprovechan, algunas especies pueden estar en las urbes durante todo el año, y otras sólo ingresar temporalmente.

Finalmente, algunas especies pueden aprovechar las alteraciones provocadas por los humanos como excedente de alimento o nuevos sitios para nidificación con mayor ventaja que en los entornos silvestres, y podría esperarse que fuesen más abundantes en los entornos urbanos que en los rurales y silvestres (donde también habitan), estas son las especies *explotadoras urbanas* (EU) (11, 14), y normalmente pueden habitar también en los entornos urbanos con mayor proporción de edificaciones y alteración humana, por lo que pueden considerarse *ocupantes de la matriz urbana* según la clasificación de Garden *et al.* (15). Entre las explotadoras urbanas es importante diferenciar un subgrupo de especies que sólo están presentes en las urbes y ausentes fuera de ellas, debido a que dependen total o casi exclusivamente de los recursos humanos, estas son las especies *sinantrópicas urbanas* o *explotadoras urbanas sinantrópicas* (ES) (12); para el valle de La Paz, sólo dos especies exóticas introducidas entran en esta categoría, la Paloma Feral (*Columbia livia*) y el Gorrión Común (*Passer domesticus*).

La mayoría de las especies del valle son sensibles a la urbe, y este grupo incluye especies que nidifican en el suelo, especies insectívoras que requieren ambientes de vegetación nativa, grandes rapaces carnívoras, o aquellas con requerimientos específicos de hábitat como por ejemplo las especies acuáticas. Las especies adaptables a las urbes son, en general, granívoras u omnívoras que forrajean en el suelo y nidifican en árboles o arbustos, pero también pueden adaptarse a la urbe algunas especies insectívoras y nectarívoras que encuentran su alimento en jardines o en los enjambres de insectos aéreos. Las explotadoras urbanas son muy pocas especies, generalmente granívoras u omnívoras que suelen ser generalistas respecto a los estratos de forrajeo.

La tolerancia de las especies en las urbes puede variar en el tiempo, pues las modificaciones introducidas por el hombre son muy dinámicas y los procesos de respuesta de las especies son difíciles de predecir, es así que los entonos urbanos pueden ser apreciados como escenarios únicos de evolución y adaptación (16). La ciudad de La Paz, por ejemplo, ha promovido el encuentro de especies cuyas distribuciones antes estaban separadas, y es posible que esta nueva coexistencia forme híbridos que antes no se daban en la naturaleza (por ejemplo los mirlos *Turdus chiguanco* y *T. fuscater*, y los pinchaflores *Diglossa carbonaria* y *D. bruneiventris*), aspecto que merece ser estudiado a mayor detalle. En función a las variaciones individuales así como a la evolución de las poblaciones (10), en el futuro algunas especies podrían adaptarse mejor a los cambios introducidos por el hombre, pero también, y con mayor probabilidad, la substitución de los entornos naturales, jardines, plazas y fragmentos silvestres por superficies impermeables (cemento, asfalto y construcciones), obligarán a que muchas especies se retiren de la urbe hasta desaparecer por completo.

1.3. Amenazas y conservación:

La composición de especies del valle de La Paz incluye

especies de amplia distribución, probablemente debido a que este entorno ha sido modificado por el ser humano hace miles de años como un ambiente agropecuario, y especies particularmente sensibles a estos cambios ya no están presentes. Una de las pocas grandes especies emblemáticas que aún se encuentran es el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), una especie que está considera como "Casi Amenazada (NT)" según la UICN (17) y como "Vulnerable (VU)" según el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia. Su principal amenaza es la pérdida de hábitat y la caza con fines tradicionales y folclóricos (18). Sin embargo, es importante considerar que todas las especies de aves están siendo afectadas localmente por los cambios y destrucción de sus hábitats, debido a la contaminación de cuerpos de agua por las actividades mineras, la proliferación y dispersión de basura, la extracción de turba en las turberas, la alteración del ciclo del agua que afecta mayormente a los bofedales, la introducción de especies vegetales exóticas en reemplazo de vegetación nativa, la introducción de especies exóticas animales, y principalmente, el reemplazo de entornos naturales y rurales por urbanizaciones.

La permanencia de la aún rica y diversa avifauna del valle de La Paz, requiere de decididas y prontas acciones que eviten, reviertan y corrijan estos impactos negativos listados. Además de las obligatorias acciones de autoridades estatales y municipales, son particularmente importantes las acciones ciudadanas que promuevan la protección y permanencia de los remanentes naturales que se encuentran alrededor o en el interior de las urbes, la implementación de jardines en sus domicilios, y la acción comunal para la implementación y cuidado de áreas verdes barriales con especies vegetales nativas.

2. Avifauna del valle de La Paz

FAMILIA TINAMIDAE (Tinamúes o Perdices Sudamericanas):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Nothoprocta ornata*
Nombre común: Tinamú Pisacca (español), Ornate Tinamou (inglés), P'isaka (aymara)

Distribución

En Sudamérica se distribuye desde el sur del Perú hasta el norte de Chile y Argentina, ocupando las montañas de las cordilleras oriental y occidental de los Andes, el altiplano y las cabeceras de los valles.

En el valle de La Paz está presente, aunque con bajas abundancias, en todos los ambientes rurales y periurbanos entre los 3400 y 4400 m, habitando desde pajonales altoandinos hasta matorrales puneños. Son frecuentes en campos agrícolas donde se alimentan de una gran variedad de malezas, así como de granos cultivados, alfalfa y tubérculos de papa.



Figura 1. En la P'isaka (*Nothoprocta ornata*) sólo el padre se encarga de la incubación y el cuidado de los pollos, éstos nacen cubiertos de plumón y son capaces de seguir al padre para alimentarse. Nótese el aspecto brillante y pulido de la cáscara del huevo. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

La p'isaka es una de las especies de tinamúes mejor adaptadas para cavar el suelo con su fuerte pico curveado, lo cual le permite buscar invertebrados, raíces o tubérculos que complementan su dieta de granos y hojas tiernas. Precisamente por esto, a muchos agricultores no les causa mucha gracia que una p'isaka se instale en sus cultivos de papa. Los huevos tienen un color achocolatado, se pueden encontrar generalmente seis en cada nidada pero se han reportado hasta nueve. Es frecuente escuchar su canto durante la época de lluvias, que es su época reproductiva, que consiste en un silbido agudo, corto y potente (*"Fuuit"*). El nombre "p'isaka", es una onomatopeya del aymara relacionada a la vocalización que emite al levantar su vuelo explosivo, que asemeja un *"Peees, peees, peees, peeeees".*

Nombre científico: *Nothoprocta pentlandii*
Nombre común: Tinamú Andino (español), Andean Tinamou (inglés), P'isu o Sula (aymara)

Distribución

En Sudamérica se distribuye desde el sur de Ecuador hasta el centro de Argentina, en valles semiáridos entre los 1500 a 3600 m (19). En el valle de La Paz tiene una distribución altitudinal por debajo de la p'isaka, pues aparece sólo en la ecorregión de Valles Secos al sur de Huajchilla y Mecapaca y en los valles afluentes del río de Palca desde los 3400 m hacia abajo. Es frecuente en los campos agrícolas particularmente en Palca, también utiliza los matorrales espinosos densos en las escarpadas laderas de los valles donde se esconde de depredadores y anida con relativa seguridad.

Historia natural

El pico fuerte y curveado le permite cavar en el suelo en busca de insectos, raíces y tubérculos que complementan su dieta compuesta de una amplia variedad de granos. Los huevos tienen color chocolate pálido y se ha reportado de cinco a ocho por nidada (19). Sus cantos son un silbido largo, sostenido y agudo (*"Fiiiiiuuuuuit"*), del cual deriva por onomatopeya su nombre en aymara. Es muy evidente la relación de la reproducción con las lluvias, pues entre septiembre y marzo los cantos son intensos, sobre todo después de una lluvia. La vocalización de escape se parece a la de la p'isaka pero es más aguda y menos potente.



Figura 2. En esta fotografía del P'isu o Sula (*Nothoprocta pentlandii*), obtenida en Huajchilla, es evidente lo bien que el plumaje lo camufla con su entorno. Por esta misma razón, no existe dimorfismo sexual en la coloración del plumaje. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Nombre científico: *Nothura darwinii*
Nombre común: Tinamú de Darwin (español), Darwin's Nothura (inglés), K'ullu o Y'uthu (aymara)

Distribución

Es una especie con amplia distribución en Sudamérica, presente desde el nivel del mar en el centro sur de Argentina, a través de los Valles Secos hasta ambientes montañosos y altiplano de los Andes en Bolivia hasta el sur del Perú. En el valle de La Paz es rara de observar, se la ha registrado en una pequeña franja entre los 4300 y 3700 m en las serranías de Cuñamani y Muela del Diablo y en las laderas que descienden hacia la localidad de Muñumayani al oeste, y hacia el cañón de Palca desde la comunidad de Uni hacia el este. Es probable que se encuentre en otras localidades en el rango altitudinal mencionado, pero dada su rareza es difícil observarla. Es curioso que sea tan rara en el valle de La Paz cuando en el altiplano adyacente es relativamente común, probablemente las poblaciones del valle estén aisladas.

Historia natural

Sus nombres en aymara derivan respectivamente del sonido que emiten las plumas rémiges de las alas al levantar el vuelo explosivo (*"Krruuuuuuuuu"*), y de la onomatopeya del canto reproductivo que es un silbido monótono y continuo parecido al de un grillo (*"Yuutututututututu"*). Se alimenta principalmente de granos y hojas tiernas, y eventualmente de insectos y otros invertebrados que recoge de la superficie del suelo, su pico no le permite excavar hoyos en el suelo. Se han reportado nidadas con cuatro a seis huevos con cáscara color violeta grisáceo (19). Se reproduce en la época de lluvias y es frecuente escuchar sus vocalizaciones antes o después de las lluvias.



Figura 3. Los tinamúes, como este K'ullu (*Nothura darwinii*) forrajean mayormente solitarios, razón por la que deben estar constantemente alertas para detectar posibles depredadores. En esta fotografía se nota el nerviosismo del individuo por la erección de las plumas de la corona. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

FAMILIA ANATIDAE (Patos, Gansos, Ánades y Cercetas):

Autor: Arely Palabral[1,2]
[1] *Herbario Nacional de Bolivia;* [2] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Oressochen melanopterus*
Nombre común: Ganso Andino, Cauquén Guayata (español), Andean Goose (inglés), Huallata (aymara)

Distribución

Presente a lo largo de los Andes, desde el centro de Perú, hasta el noroeste de Argentina y centro de Chile, por encima de 3300 m, llegando hasta los 5000 m. Habita en los humedales de zonas altoandinas, como bofedales y pastizales cerca a lagos y lagunas, así como también en orillas de ríos altoandinos y puneños (20, 21). En el valle de La Paz, históricamente se tenían registros en Huallatani Pampa y en la meseta de Altar Khala en 1986 (5), pero para esta reedición fué observado en La Cumbre, cerca a la laguna Estrellani, arriba de Incachaca, en Siete Lagunas y en Pampalarama.



Figura 4. Si bien en la Huallata (*Oressochen melanopterus*) no existe dimorfismo sexual en el color del plumaje, el macho es mucho más grande que la hembra, lo cual no es difícil de apreciar, pues en esta especie los individuos se mantienen emparejados durante la mayor parte del año. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es común observarlos en parejas durante todo el año, y grupos familiares con polluelos o juveniles en la época reproductiva, también forman bandadas dispersas y, los individuos que se encuentran mudando de plumaje se unen en bandadas densas. Se alimenta de plantas acuáticas (por ejemplo de los géneros *Chara, Lilaeopsis, Myriophyllum, Nostoc*). Durante el cortejo, la hembra camina erguida, graznando repetidamente, mientras que el macho muestra el cuello estirándolo diagonalmente, dando silbidos y pavoneándose con el pecho sobresalido, con movimientos circulares de la cabeza o movimientos distintivos de las alas. Anidan en pastizales o laderas rocosas cercanas a cuerpos de agua o bofedales (21).

Nombre científico: *Lophonetta specularioides*
Nombre común: Anade Juarjal (español), Crested Duck (inglés), Kankana (aymara)

Distribución

Se distribuye en el sur de Sudamérica, en Argentina, Chile, Perú y Bolivia, a lo largo de la costa y alcanza grandes altitudes hasta llegar a la puna, atravesando zonas desérticas. Presente en diferentes hábitats, desde marismas hasta lagunas y bofedales de gran altitud, aunque prefiere los lagos grandes abundantes en zooplancton (21). En el valle a diferencia de otras especies de patos, se encuentra en lagunas que están a mayor altitud, se lo ha registrado en los bofedales de Choquecota, Siete Lagunas, en inmediaciones de Incachaca, La Cumbre, la laguna Uni del valle de las Ánimas, las lagunas Totorani, Estrellani, Huallatani Pampa y Pampalarama.



Figura 5. En la Kankana (*Lophonetta specularioides*) es común que ambos padres sean observados cuidando de los polluelos, es el caso de esta familia en la laguna Estrellani. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Puede encontrarse en parejas o en grupos familiares, aunque los individuos inmaduros y los que están mudando de plumaje, suelen reunirse en grandes bandadas en los lagos. Suele nidificar sobre el suelo, algunas veces lejos de cuerpos de agua principalmente entre enero a marzo (21). La nidada puede tener de cinco a ocho huevos y se han observado a ambos padres cuidándolos. Se alimentan principalmente de invertebrados acuáticos y muy poco de plantas acuáticas, como algas (p.e. *Stuckenia, Myriophyllu*m) (20).

Nombre científico: *Anas flavirostris*
Nombre común: Cerceta Barcina (español), Speckled Teal (inglés), Wislinka o Uncaillo (aymara)

Distribución

Se distribuye desde Argentina llegando hasta el norte de Perú, entre 2500 y 4500 m. Presente en toda clase de ambientes acuáticos, en orillas de praderas y pantanos, charcas y riachuelos, y algunas veces a lo largo de la orilla de lagos y lagunas de agua dulce y salobre (21). En los cuerpos de agua del valle de La Paz es una de las especies de pato más común y fue observada en las lagunas de Achocalla, Totorani, Estrellani, Hampaturi y Siete Lagunas, en los bofedales de Choquecota, Incachaca, Hampaturi, y se puede aventurar en campos agrícolas y pastizales.



Figura 6. El "espéculo" es un parche brillantemente coloreado de verde, azul o bronce metálico sobre las plumas secundarias del ala, presente en muchas especies de patos. Normalmente es visible cuando el ave vuela, pero en ocasiones, como en esta Cerceta Barcina (*Anas flavirostris*) es parcialmente visible en reposo. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Suele encontrarse en pares o grupos pequeños. Se alimenta de pequeños invertebrados acuáticos, semillas, frutos y partes vegetativas de plantas acuáticas. Filtra el barro mientras camina por la orilla del agua, o reúne los alimentos cuando sumerge su cabeza en aguas poco profundas, y muy de vez en cuando bucea. Pone entre cinco a ocho huevos que incuba en 24 días. Nidifica en diversos lugares, como entre la vegetación acuática densa, en afloramientos rocosos e incluso bajo los techos de las casas (20, 21).

Nombre científico: *Anas puna*
Nombre común: Pato Puna (español), Puna Teal (inglés), Chirokankana, Yucsa o Soka (aymara)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes, en el centro de Perú, Bolivia, y en el norte de Chile y Argentina. Habita en lagos y lagunas altoandinas, entre los 3500 a 4600 m sobre el nivel del mar (21). En el valle de La Paz ha sido registrado en las lagunas de Achocalla, Incachaca y Siete Lagunas.



Figura 7. El Pato Puna (*Anas puna*) se alimenta de de material vegetal acuático, para lo cual utiliza varias técnicas de forrajeo incluyendo el buceo. El individuo de la fotografía está filtrando el material vegetal que flota sobre la superficie del agua. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Son gregarios, andan en pequeñas o grandes bandadas dispersas. Normalmente se alimenta de vegetación acuática (*Chara*) lejos de la orilla, sobre la vegetación flotante donde busca en la superficie o sumergiéndose en aguas poco profundas (21).

Nombre científico: *Anas georgica*
Nombre común: Ánade Maicero (español), Yellow-billed Pintail (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el sur de Colombia hasta Tierra de Fuego, pasando por Perú, el sureste de Brasil, Bolivia, Uruguay y las Islas Malvinas. La especie es parcialmente migratoria. Se encuentra en una variedad de hábitats, incluyendo lagos de agua dulce con abundante vegetación, ríos, pantanos, lagunas costeras y prados inundables. También se la ha observado en un amplio rango de altitudes, desde el nivel del mar hasta un máximo de 4600 m en la puna (20). En el valle de La Paz se lo ha reportado en las lagunas de Achocalla y La Cumbre.

Historia natural

Es una especie gregaria y a veces forma grandes bandadas. Tiene una dieta variada de semillas, raíces, granos, hierbas, juncos, algas y otras plantas acuáticas, así como de invertebrados acuáticos, tales como insectos, crustáceos y moluscos. Forrajea sumergiendo la cabeza y en ocasiones se sumerge totalmente en aguas poco profundas. El nido es construido sobre el suelo, en la vegetación cercana al agua, y es una plataforma de poca profundidad hecha de tallos y llena de hierba. Coloca entre 3 y 12 huevos (20).

Nombre científico: *Anas cyanoptera*
Nombre común: Cerceta Colorada (español), Cinnamon Teal (inglés)

Distribución

Tiene una distribución amplia a través del continente americano, desde Canadá hasta Argentina. Habita en lagunas, lagos, charcas y bofedales débilmente alcalinos, con algunos juncos y abundante vegetación acuática (21). En el valle ha sido registrado en la laguna de Achocalla y en inmediaciones del río La Paz en Mecapaca.

Historia natural

Por lo general se los ve en parejas o en pequeños grupos. Tiene una dieta muy variada que incluye semillas, raíces, plantas acuáticas, insectos, moluscos, crustáceos y zooplancton. Se alimenta principalmente en la superficie del agua y rara vez se sumerge. La época de reproducción varía según el lugar. En Bolivia se registraron nidos y pollos en los meses de octubre a diciembre (22). El nido es una depresión escondida en el suelo, que normalmente se encuentra en la espesa vegetación cerca del agua (20).



Figura 8. Una de las especies de patos del valle con mayor dimorfismo sexual es la Cerceta Colorada (*Anas cyanoptera*), en la fotografía se aprecia una hembra con el predominio de colores marrones en lugar de la coloración rojiza brillante del macho. (Foto: M. Isabel Gómez).

Nombre científico: *Oxyura jamaicensis*
Nombre común: Malvasía Canela (español), Ruddy Duck (inglés), Pana (aymara)

Distribución

Tiene un amplio rango de distribución, se lo encuentra desde Canadá hasta Tierra del Fuego a lo largo de los Andes. Se encuentra en lagos y humedales abiertos, y particularmente está presente en lagos de aguas profundas, débilmente alcalinos y con abundante vegetación acuática (21). En el valle de La Paz se ha registrado en las lagunas de La Cumbre, Achocalla y Estrellani, y en los humedales de Incachaca, Siete Lagunas y Mallasilla.

Historia natural

Se alimenta de invertebrados acuáticos (insectos y larvas, crustáceos, moluscos, gusanos) y de semillas de plantas acuáticas (20). Coloca entre 4 a 12 huevos blanquecinos en un nido construido al borde del agua, y en Bolivia se han observado juveniles, pollos y nidos a lo largo de todo el año (22). La especie es parcialmente migratoria, aunque existen poblaciones sedentarias, o que realizan movimientos de corta distancia.



Figura 9. A diferencia del color azul brillante del pico de los machos adultos de la Malvasía Canela (*Oxyura jamaicensis*), los juveniles presentan un pico grisáceo, y además el castaño rojizo del cuerpo es menos brillante. (Foto: M. Isabel Gómez).

FAMILIA PODICIPEDIDAE (Zambullidores y Somormujos):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Rollandia rolland*
Nombre común: Zampullín Pimpollo (español), White-tufted Grebe (inglés), Sullukia (aymara)

Distribución

Habita en cuerpos de agua dulce de Sudamérica, desde los Andes del centro del Perú, a través de tierras bajas en el sur de Brasil y Paraguay, hasta el extremo sur de la Patagonia, donde es posible observarlo en ambientes costeros. Es frecuente entre los 3500 a 4500 m en lagos y lagunas puneños, prefiere las lagunas con mosaicos de vegetación acuática emergente (21, 23).

En el valle de La Paz es común en las lagunas de Achocalla, donde la abundancia y distribución de totorales le permite anidar, no ha sido observada en otras lagunas, aunque Ribera (5) la ha reportado en Alto Hampaturi.

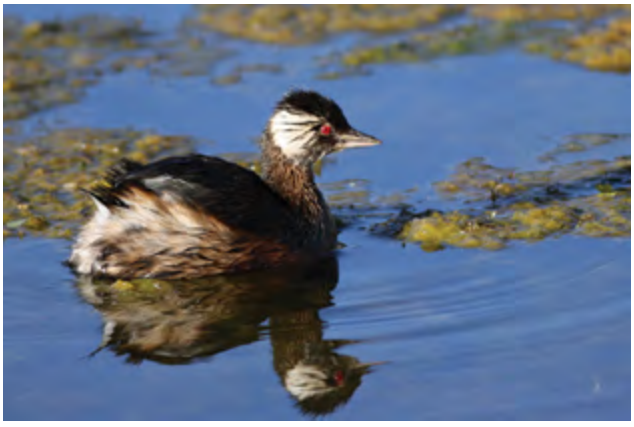


Figura 10. Esta fotografía del Zampullín Pimpollo (*Rollandia rolland*), obtenida en la laguna de Achocalla, permite apreciar que el mullido plumaje que ha sido impermeabilizado con el aceite de la glándula uropigial, sólo se ha mojado superficialmente después de una inmersión de buceo (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

En una especie sedentaria en el centro de Sudamérica, y migrante en el sur, se desconoce en qué medida pueden moverse en las poblaciones del valle de La Paz, pues es una especie que vuela poco y quizás por eso es difícil observarla en otras lagunas del valle, tampoco se sabe en qué medida están inter-conectadas con las poblaciones de los grandes cuerpos de agua del altiplano como son el lago Titicaca y el lago Poopó. Se alimenta principalmente de peces, e incluye una amplia variedad de invertebrados acuáticos. Parece que puede reproducirse a lo largo de todo el año, pero principalmente durante la época de lluvias (23); construyen su nido como plataforma flotante escondida entre los totorales, ponen generalmente dos huevos.

Nombre científico: *Podiceps occipitalis*
Nombre común: Zampullín Blanquillo (español), Silvery Grebe (inglés), Chullumpi (aymara)

Distribución

Esta especie habita en Sudamérica, se extiende sobre los cuerpos de agua dulce de los Andes desde Colombia hasta el extremo sur de la Patagonia, incluyendo gran parte de las tierras bajas del sur de Chile y Argentina. Es más común debajo de los 1300 m, pero frecuenta cuerpos de agua hasta los 5000 m en los Andes (23).

En el valle de La Paz ha sido observada en lagunas de altura, como en Siete Lagunas, la represa de Incachaca y la laguna Estrellani en La Cumbre; es probable que se encuentre en otras lagunas de la ecorregión altoandina y glaciares del valle, y resalta el hecho de que no se la ha observado en cuerpos de agua a menores altitudes.



Figura 11. Durante la época reproductiva, el macho y la hembra del Zampullín Blanquillo (*Podiceps occipitalis*), lucen un conjunto de plumas amarillas que forman un triángulo detrás del ojo. (Foto: Andrea Salazar).

Historia natural

A diferencia del Zampullín Pimpollo, esta especie prefiere cuerpos de agua abiertos con predominio de vegetación sumergida, como lo son los cuerpos de agua de mayor altura en el valle, y tiende a estar en grupos más pequeños. Se alimenta principalmente de invertebrados acuáticos, eventualmente de peces y material vegetal. Las poblaciones del sur de Sudamérica invernan en el norte y centro del continente (23). Se reproduce principalmente durante la época de lluvias, construye plataformas flotantes con vegetación acuática, en ocasiones colonialmente; realizan complejos despliegues de cortejo con "bailes" en parejas o grupos (21). En general los avistamientos de esta especie en el valle de La Paz corresponden a los meses de junio a agosto, por lo que falta determinar si esta especie es migrante austral o residente.

FAMILIA PHALACROCORACIDAE (Cormoranes):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Phalacrocorax brasilianus*

Nombre común: Cormorán Biguá o Cormorán Neotropical (español), Neotropic Cormorant (inglés)

Distribución

Es una de las especies más generalistas y adaptables, está ampliamente distribuida en cuerpos de agua dulce y costas marinas desde el norte de México hasta el extremo sur de Sudamérica alcanzando lagos andinos hasta los 4000 m, no usa ambientes alejados de cuerpos de agua (24). Puede ser sedentario en gran parte de su distribución, pero son frecuentes los movimientos post-reproductivos, lo que le lleva a alcanzar de forma oportunista hasta los más alejados e inaccesibles cuerpos de agua (24).

En el valle de La Paz se lo ha visto en muchas lagunas permanentes, naturales o artificiales, desde los 4000 m en Siete Lagunas hasta los 3200 m en la laguna del zoológico de Mallasa, es particularmente frecuente y abundante en las lagunas de Achocalla, y aprovecha temporalmente incluso cuerpos de agua pequeños como la laguna artificial del Jardín Botánico en Cota Cota; es probable que los individuos que se observan en el valle de La Paz sean migrantes temporales de tierras bajas.



Figura 12. Este Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*), que estuvo capturando peces en la localidad de Siete Lagunas, necesita secar al sol sus plumas, pues al igual que todos los cormoranes, su plumaje está diseñado para mojarse con el fin de bucear por mayor tiempo (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se alimenta principalmente de peces que captura buceando, pero además puede consumir una amplia gama de invertebrados acuáticos como insectos, moluscos, crustáceos y anfibios. Es el único cormorán que se zambulle desde el aire (24). Puede reproducirse durante todo el año, frecuentemente en grandes colonias, muchas veces junto a garzas, gaviotas o pico-espátulas, sus nidos son amplios ensamblados con gruesas ramas, los colocan en altura, sobre árboles o roquedales, pero también sobre estructuras hechas por el humano.

Sus vocalizaciones se reducen a llamados de contacto y advertencia semejantes a un gruñido áspero. Es uno de los cormoranes más adaptables a ambientes perturbados por el ser humano, en ciudades costeras puede anidar en puertos y plazas. Ambos padres se ocupan del cuidado de la nidada de tres a cuatro huevos, los pollos son nidícolas y son alimentados con alimento pre-digerido.

FAMILIA ARDEIDAE (Garzas):

Autor: Jackeline Campos[1]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Bubulcus ibis*
Nombre común: Garcilla Bueyera o Garcita Reznera (español), Cattle Egret (inglés)

Distribución

La distribución original es desde el sur de Europa al centro de África y Asia tropical. Se expandió de forma natural entre los siglos XIX y XX a casi toda el África, gran parte de Europa, Asia y Australasia, y casi todo el continente americano. Es altamente adaptable y ocupa una amplia variedad de ambientes dulceacuícolas desde el nivel del mar hasta los 4800 m, así como áreas de pastizales y campos de cultivo (25), además de poder ingresar a ambientes periurbanos y urbanos (26). En el valle de La Paz fue observada en cualquier época del año entre los 3600 a 3900 m, en ambientes acuáticos como en las lagunas del campus universitario de Cota Cota, en Siete Lagunas, en la laguna de Achocalla, así como en pastizales y campos de cultivo en Cota Cota y Achocalla. Aún no puede confirmarse que se trate de poblaciones residentes o de individuos que se detienen a forrajear durante sus amplios desplazamientos post-reproductivos.



Figura 14. Las patas negruzcas y el plumaje blanco, con apenas unas pocas plumas amarillo-anaranjadas sobre la corona, indican que este individuo de Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*) está recién ingresando a su época reproductiva (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Posee una dieta variada, se alimenta de peces, ranas, renacuajos, insectos, larvas, crustáceos, moluscos, roedores y lagartijas (21). Forrajea de día utilizando la técnica de caminata lenta, acercándose sorpresivamente a su presa. Sigue al ganado u otros mamíferos grandes ramoneadores para capturar los insectos que éstos espantan; de este hábito deriva su nombre. Es una de las especies más gregarias en relación a otras garzas, en la época reproductiva suelen forrajear en pequeñas bandadas, sin embargo, cuando el alimento es abundante pueden reunirse cientos y miles de individuos (25). Se reproduce casi todo el año en regiones tropicales, preferentemente cuando inicia la época de lluvia. Nidifican en cañaverales, arbustos y árboles mayores a los 20 m de altura, en algunas ocasiones en ciudades y no necesariamente cerca de cuerpos de agua. La hembra pone entre 2 a 5 huevos que son incubados en un periodo de 26 días, los pichones abandonan el nido a los 30 días de nacidos (25). La Garcilla Bueyera realiza movimientos migratorios luego de la época reproductiva en busca de zonas óptimas con bastante recurso alimenticio, algunas poblaciones de las regiones tropicales de América son esencialmente sedentarias (25).

Nombre científico: *Nycticorax nycticorax*
Nombre común: Martinete Común (español), Black-crowned Night- heron (inglés), Huakana o Huaco (aymara)

Distribución

Se distribuye en América, desde el sur de Canadá hasta el norte de Chile, centro y sur de Europa y centro y sur de Asia. Habitan en los bordes de bosques al lado de ríos, arroyos o lagos y lagunas con vegetación acuática, y en manglares (25). En el valle fue observada desde los 2800 a los 3900 m en diversos tipos de cuerpos de agua como lagunas de altura en Siete Lagunas y Uni, o en las arboledas aledañas de los campos agrícolas de las terrazas del río La Paz en Mecapaca y Ananta. También está presente dentro de la matriz urbana en lagunas de Cota Cota.

Historia natural

Se la considera oportunista, posee una dieta variada, se alimenta de peces, ranas, serpientes, tortugas, lagartijas, insectos, larvas, crustáceos, moluscos, roedores, murciélagos, pichones y huevos de otras especies (21, 25). Tiene un comportamiento pasivo al momento de capturar su alimento, eventualmente sobrevuelan lagunas y se zambullen. Normalmente forrajea solitario y defendiendo su territorio. La época de reproducción varía según las regiones (21). Pueden nidificar en colonias mixtas, junto con otras especies, o solitarias. En la ciudad de La Paz se han observado poblaciones residentes y reproductivas en las lagunas de la zona de Cota Cota y por la presencia

de juveniles durante todo el año, es posible sugerir que se reproducen todo el año. Construye su nido con ramitas y juncos que pueden ser reutilizados en años sucesivos, ubica el nido en variedad de sitios, como ser árboles altos por encima de los 50m, arbustos, y totorales entre otros. La hembra pone entre 3 a 5 huevos que son incubados en un periodo de 26 días, los pichones aprenden a volar y alimentarse por sí mismos a las siete semanas de nacidos (25). Es de las pocas especies que anidan a gran altura, reportada hasta 4800 m en los Andes (21). Normalmente realiza movimientos migratorios amplios después de la época reproductiva en busca de nuevas fuentes de alimento. Su actividad es principalmente crepuscular y nocturna, posiblemente para evitar la competencia con otras garzas, en el día se oculta entre los arbustos y árboles, pero si las condiciones son favorables también puede alimentarse de día, especialmente durante la época reproductiva (25). Sus vocalizaciones y repertorio son muy simples, básicamente emite sílabas similares a un grave "cuauuu", bastante parecidas al llamado de un cuervo, sonido del cual derivan sus nombre comunes. Precisamente estas vocalizaciones, asociadas a su vuelo lento y silencioso durante el crepúsculo o la noche le ha valido calificativos de "garza nocturna", "garza bruja" o "cuervo nocturno", éste último es el significado de su nombre genérico.



Figura 13. Estos individuos, adulto (izquierda) y juvenil (derecha) de Huaco (*Nycticorax nycticorax*), han encontrado una buena oportunidad de alimentarse con las carpas (*Cyprinus carpio*) introducidas en un parque urbano de la ciudad de La Paz. Nótese la gran diferencia del plumaje entre ambos. (Fotos: V. Zegarra y Á. Garitano-Zavala).

FAMILIA THRESKIORNITHIDAE (Íbices):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Plegadis ridgwayi*

Nombre común: Morito de la Puna (español), Puna Ibis (inglés), Yanavico o Chiwankara (aymara)

Distribución

Habita en los Andes centrales, desde el centro de Perú hasta el norte de Argentina, principalmente en ambientes de puna entre los 3500 y 4800 m, aunque puede desplazarse en época no reproductiva a las costas del Perú. Utiliza una amplia gama de ambientes acuáticos, como lagos y lagunas permanentes, ríos y arroyos, pantanos, acequias, charcos estacionales y también ambientes terrestres como campos de cultivo, barbechos y pastizales húmedos. Muy común y frecuente en el altiplano, ingresa sin dificultad al ambiente urbano de la ciudad de El Alto, y puede vérselo forrajeando en campos anegados, en charcos, y en las aguas estancadas de los drenajes de las alcantarillas. En el valle de La Paz se lo ha observado por debajo de los 4000 m, en lagunas permanentes como en Achocalla y laguna Uni, en charcos estacionales en Cota Cota, en el lecho del río La Paz y en los humedales de las terrazas aluviales del mismo río, desde Mecapaca hasta el límite de la cota inferior de altura del valle.

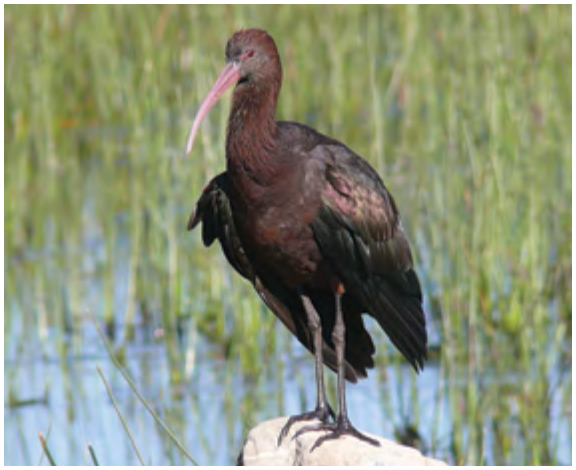


Figura 15. El plumaje del Yanavico (*Plegadis ridgwayi*) normalmente se lo ve enteramente negro, también refleja colores de tonos rojizos, verdes y azulados, dependiendo de la dirección de la luz. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se alimenta de una amplia variedad de invertebrados que extrae del lodo con su largo pico, es altamente adaptable a todo tipo de ambientes donde pueda encontrar su alimento. Generalmente forrajea en grandes grupos, y se desplaza grandes distancias en bandadas en forma de "V" o largas filas como culebra, moviéndose entre distintas áreas de forrajeo. Probablemente se reproducen todo el año, con diferentes picos reproductivos en las distintas áreas de su distribución (21, 27). Anidan en colonias, el nido es una plataforma de 0,5 a 1 m de altura construido sobre el agua con vegetación seca, oculto entre juncales o totorales altos. Ponen usualmente dos huevos pálidos, todo el cuidado parental está compartido entre los dos padres. Vocalizan poco, usan un sonido nasal mientras vuelan en grupo.

FAMILIA CATHARTIDAE (Buitres o Suchas):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]

[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Vultur gryphus*
Nombre común: Cóndor andino (español), Andean Condor (inglés), Mallku (aymara)

Distribución

Se distribuye a través de todos los Andes, desde Colombia hasta el sur de la Patagonia, desde la costa del pacifico hasta los 4500 m, y del lado oriental de la cordillera hasta los 300 m. Usualmente se lo puede observar en zonas montañosas con fuertes pendientes (21). En el valle de La Paz es muy poco común y se observan normalmente individuos solitarios sobrevolando a gran altura. Se lo ha observado en los cañones de Palca, en Mecapaca, y en las altas montañas y bofedales altoandinos, donde es más frecuente observar pequeños grupos.

Historia natural

Puede cubrir grandes extensiones de terreno en vuelo para encontrar la carroña de animales muertos; al ser capaz de cortar la dura piel de los cadáveres para poder acceder a los órganos internos, otras aves carroñeras como Alkamaris (*Phalcoboenus megalopterus*) suelen esperar su arribo. Nidifica cada dos años en huecos y salientes inaccesibles de zonas sumamente escarpadas, el nido generalmente consta de un gran huevo blanco que es puesto en febrero o junio, y es incubado por 59 días tanto por la hembra como por el macho. En seis u ocho meses la cría ya se encuentra lista para dejar el nido, pero el cuidado parental continúa después de eso, pudiendo extenderse hasta un año. Normalmente es silencioso, pero durante el vuelo, el viento a través de las alas produce un fuerte silbido fácil de reconocer (21, 28, 29). Actualmente las amenazas que enfrenta son la desaparición de los grandes mamíferos silvestres cuyos cadáveres eran su alimento, pero es más importante la persecución directa, envenenamiento y la cacería furtiva debido a que lo consideran falsamente como una amenaza para el ganado doméstico; además lo cazan para vestir sus plumas en danzas folclóricas y para usar partes de su cuerpo en ritos (30).



Figura 16. El dimorfismo sexual del Cóndor (*Vultur gryphus*) se aprecia en la cabeza: el macho (izquierda), presenta una carúncula carnosa a manera de cresta sobre la cabeza, y la hembra (derecha), además de carecer de la cresta, tiene los ojos de color rojo brillante. (Fotos: M. Ocampo)

.

FAMILIA ACCIPITRIDAE (Águilas o Gavilanes):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Geranoaetus polyosoma*
Nombre común: Busardo Dorsirrojo (español), Red-backed Hawk (inglés), Anca o Paca (aymara)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes, entre los 2800 a 5000 m; abarcando una amplia serie de elevaciones y topografías, desde las tierras bajas hasta el altiplano. Prefiere zonas abiertas y semiabiertas en áreas montañosas, cañones y laderas cubiertas de matorrales (31).

En el valle de La Paz se encuentra desde la ecorregión altoandina hasta Valles Secos, se lo observa principalmente en zonas periurbanas posado en riscos, en postes cercanos a las carreteras o sobrevolando cerca de quebradas y campos de cultivo. Suele ingresar eventualmente a ambientes urbanos, principalmente al interior de grandes áreas verdes como el campus universitario de Cota Cota o el bosquecillo de Pura Pura, o en fragmentos silvestres y bordes urbanos; inclusive se lo ha observado sobrevolando sobre la matriz urbana cuando se desplaza entre los entornos periurbanos.

Historia natural

Es un ave rapaz solitaria, captura principalmente mamíferos como roedores, pero también se alimenta de anfibios, reptiles y aves pequeñas. Coloca de uno a tres huevos que aparentemente son incubados por ambos padres (21, 31). En algunas ocasiones algunos individuos se han visto tentados a capturar palomas ferales en la Plaza Murillo de la ciudad de La Paz, pero las personas los ahuyentan o los matan.

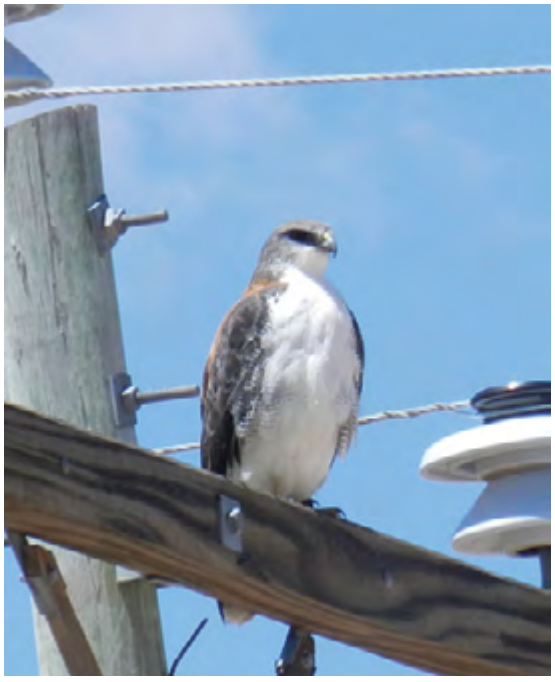


Figura 17. Los adultos de la Paca *(Geranoaetus polyosoma)* varían mucho en la coloración de su plumaje, en la fotografía se aprecia un individuo adulto con el pecho y abdomen enteramente blancos, y el "chaleco" marrón restringido sólo a la espalda. (Foto: M. Isabel Gómez).

Nombre científico: *Geranoaetus melanoleucus*
Nombre común: Águila Mora (español), Black-chested Buzzard-eagle (inglés), Mamani (aymara)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes, desde Venezuela hasta Tierra de Fuego, entre los 1600 a 3500 m aunque puede ascender hasta los 4600 m. Se encuentra en hábitats montanos, en bosques abiertos, estepas arbustivas, pastizales, matorrales y laderas rocosas (31). En el valle de La Paz no es muy común y fue observado principalmente en zonas periurbanas, cerca de pastizales y en quebradas con vegetación nativa; en Mallasa, Jupapina, Muela del Diablo, Santiago de Collana, Cebollullo y La Cumbre.

Historia natural

Es un ave rapaz solitaria que se alimenta principalmente de mamíferos medianos como roedores, pero también de lagartijas, culebras, aves e invertebrados. Arma sus nidos en riscos inaccesibles o en las copas de árboles altos. Coloca de uno a tres huevos (generalmente dos) que incuba durante 30 días. Tiene su mayor actividad a media mañana y a media tarde; cuando se producen las corrientes ascendentes. Sobrevuela zonas con escasa vegetación donde puede encontrar más fácilmente sus presas (21, 31).

FAMILIA RALLIDAE (Ralidos, Gallaretas, Socas y Pollas de Agua):

Autores: Carmen Quiroga[1] y Álvaro Garitano-Zavala[2]

[1] Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos (GCFA); [2]Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés

Nombre científico: *Pardirallus sanguinolentus*
Nombre común: Rascón Gallineta (español), Plumbeous Rail (inglés)

Distribución

Esta especie se distribuye desde el sur de Ecuador hasta el sur de Chile y Argentina, se encuentra en áreas pequeñas, especialmente alrededor de los arroyos fangosos y estanques con mucha vegetación flotante (p.e. *Ranunculus* e *Hydrocotyle*), también en cuerpos de agua con juncales y totorales densos, en zonas de regadío y cerca de zanjas (32). En el valle de La Paz habita en los Valles Secos y la puna, se lo ha observado principalmente en ambientes acuáticos periurbanos, como en la laguna de Achocalla, a orillas del río de Mecapaca, y en la laguna Uni. Tiempo atrás habitaba en las lagunas de Cota Cota.



Figura 18. Entre las cuatro gallinetas del valle de La Paz, el Rascón Gallineta (*Pardirallus sanguinolentus*) es el único en el que el plumaje no es predominantemente negro, además resalta en esta especie su pico bastante largo. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es solitario, vive oculto entre la vegetación acuática emergente. Tímido, al sentirse amenazado corre rápido y se oculta. Se lo suele observar caminando y moviendo la cola erecta, rara vez vuela o nada, aunque se sabe que puede desplazarse entre diferentes cuerpos de agua si éstos reúnen las condiciones ambientales favorables. Se alimenta de semillas, gusanos e insectos, con hábitos crepusculares y nocturnos; su nido constituye una plataforma de juncos, tallos y hojas pobremente construido de hierba seca; pone hasta seis huevos elípticos de color crema con manchas castañas y grises; sus cantos son altos y penetrantes, se los escucha en horas de la mañana y por la noche; no existe información sobre sus movimientos y es considerada una especie rara de observar (32).

Nombre científico: *Gallinula galeata*
Nombre común: Gallineta Común (español), Common Gallinule (inglés); Tikiwalpa (aymara)

Distribución

Esta especie se distribuye a lo largo de los Andes, desde Perú hasta el norte de Chile y noroeste de Argentina, habita en lagunas con abundante vegetación acuática, y es frecuente en totorales (32). En el valle de La Paz habita en Valles Secos y la puna, se la ha observado en humedales de las zonas urbanas y periurbanas, en las lagunas de Cota Cota, en la laguna de Achocalla, en Siete Lagunas, la laguna Uni y en la Laguna Totorani; también se observaron individuos en el río de Mecapaca.



Figura 19. La Gallineta Común (*Gallinula galeata*), se alimenta fundamentalmente de material vegetal, una buena cantidad es recogida de la superficie del agua mientras el ave nada. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Usualmente solitario o en grupos familiares, construye su nido entre la vegetación ribereña densa, pone de cuatro a seis huevos de color verde con pintas marrones generalmente en la estación lluviosa; tiene una amplia variedad de vocalizaciones que repite por largos periodos, utiliza un rítmico cabeceo al nadar, se alimenta mientras nada recogiendo el alimento de la superficie del agua, y también se alimenta de la vegetación de las orillas (32).

Nombre científico: *Fulica gigantea*
Nombre común: Focha Gigante (español), Giant Coot (inglés), Ch'oka (aymara)

Distribución

Habita en ambientes acuáticos y bofedales altoandinos entre los 3600 a 5000 m desde el norte del Perú hasta el norte de Argentina (32), prefiere lagos y lagunas de poca profundidad con abundante vegetación acuática sumergida. En el valle de La Paz se registraron pequeñas poblaciones reproductivas (entre 15 a 30 individuos por laguna) en las lagunas Kunka Huikhara y Serkke Kkota (entre 4450 y 4850 m), con probables movimientos entre las lagunas adyacentes. Esta especie fue reportada por Ribera (5) en la laguna de Achocalla, donde actualmente no ha sido observada. Es una especie muy rara y poco frecuente de observar, y por bastante tiempo se la consideró ausente en el valle de La Paz; las actuales poblaciones registradas quizás se han establecido hace pocos años.



Figura 20. La Focha Gigante (*Fulica gigantea*) construye grandes plataformas con plantas acuáticas, sobre estas construyen el nido con forma de copa abierta. Esta pareja de la laguna Kunka Huikhara ha utilizado gran cantidad de *Isoetes*. (Foto: A. Garitano-Zavala).

Historia natural

Durante el día prefiere permanecer en el interior de los cuerpos de agua, saliendo eventualmente a las orillas, promontorios rocosos o vegetación emergente para descansar, acicalarse e impermeabilizar el plumaje; es también común que salgan a las orillas para alimentarse durante las noches. Aparentemente existe diferencias entre las vocalizaciones de machos y hembras (32). Se alimenta de algas y macrófitas sumergidas, así como de los invertebrados que están sujetos a ellas; para obtener su alimento se sumerge impulsándose vigorosamente con las patas, pero solo durante pocos segundos, pues rápidamente sale a flote. Los adultos son muy pesados para volar (32), y solo realizan aleteos para expulsar a con-específicos de sus territorios corriendo sobre la superficie del agua. Sólo los juveniles pueden volar, lo hacen durante la noche (21, 32), y son los responsables de la dispersión de la especie. Son monógamos y pueden reproducirse durante todo el año, ambos padres construyen el nido que puede ser mantenido por varios años (21). Colocan de tres a siete huevos, ambos padres los incuban y cuidan de los polluelos (32). El nido es construido sobre promontorios de rocas o vegetación emergentes lejos de las orillas, con abundante material vegetal (p.e. *Isoetes* spp., *Myriophyllum* sp.) que los adultos extraen del fondo de las lagunas.

Nombre científico: *Fulica ardesiaca*
Nombre común: Focha Andina (español), Slate-colored Coot (inglés), Ch'oka o Huayno (aymara)

Distribución

Es la gallareta más común y ampliamente distribuida en pantanos y lagos de la región altoandina de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Presente desde los 2600 a 4800 m. Habita lagunas con abundante vegetación acuática y bofedales muy húmedos. En el valle de La Paz fué observada en humedales periurbanos, en las lagunas de Jachakhota de Achocalla, el río de Mecapaca, en Mallasa, Siete Lagunas, la laguna Uni y en la laguna Estrellani.

Historia natural

Es una especie tímida, vive en parejas o grupos familiares, es gregaria. Vuela torpemente, prefiriendo caminar o nadar, realizan una corrida y/o un vuelo bajo aleteando sobre la superficie del agua cuando huyen o se persiguen unas con otras especialmente durante el periodo de cortejo. Se alimenta de material vegetal, construye su nido entre la vegetación acuática y/o en los totorales y coloca hasta siete huevos ovoidales de color ocre con pintas finas pardo oscuras y grises (32).



Figura 21. Los polluelos de las Ch'okas (*Fulica ardesiaca*), presentan plumas anaranjadas cerca de la cabeza y el pico brillantemente colorido, éstos sirven para estimular a los padres a alimentarlos; por otro lado, la piel desnuda en la cabeza permite una mejor transferencia de calor de padres a polluelos cuando están en el nido. (Foto: Luciana Tellería).

FAMILIA CHARADRIIDAE (Avefrías y Chorlitos):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]
[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Vanellus resplendens*
Nombre común: Avefría Andina (español), Andean Lapwing (inglés), Leke-leke (aymara)

Distribución

Presente desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile y Argentina, entre los 3000 y 4500 m (21). Son residentes, aunque pueden migrar hasta las costas del Pacífico evitando cuerpos de agua salada e interior de áreas amazónicas (21, 33). Utilizan campos abiertos como pastizales, riberas de ríos, orillas de lagunas, zonas inundadas y campos de cultivo. En el valle de La Paz, distribuido en ambientes periurbanos y rurales, ha sido observado desde los 4700 m en La Cumbre y en Alto de Ánimas hasta los 2800 m en Mecapaca. Es bastante abundante y conspicuo en agro-ecosistemas con hábitats mixtos de campos agrícolas, prados húmedos y humedales, como en Achocalla y Mecapaca. En ambientes urbanos su presencia es casual, se lo puede observar cuando forrajea en prados húmedos, en campos de césped natural como el Cementerio Jardín o canchas de fútbol, y también en el lecho del río La Paz.



Figura 22. El Leke-leke (*Vanellus resplendens*) se siente atraído por grandes espacios con césped donde puedan buscar invertebrados; este individuo ha encontrado una buena oportunidad en el Cementerio Jardín de la ciudad de La Paz. (Foto: Daniela Morales).

Historia natural

Se reproducen en la época lluviosa, anidan en el suelo en terrenos bien drenados y no inundables. Es muy ruidosa, tienen una amplia gama de vocalizaciones entre las que destacan las vocalizaciones durante el vuelo, sea cuando están alertando de depredadores, escapando al vuelo, o cuando defienden sus territorios, el cual asemeja un *"léc-léc-léc-léc-léc"*, del cual por onomatopeya deriva su nombre en aymara. También se escuchan estas vocalizaciones cuando se desplazan de un sitio a otro durante la noche. Son muy tolerantes a la presencia humana, forrajean y anidan aún cerca de las viviendas en las áreas rurales.

FAMILIA SCOLOPACIDAE (Agachadizas, Correlimos, Andarríos y Falaropos):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]
[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Calidris bairdii*
Nombre común: Correlimos de Baird (español), Baird's Sandpiper (inglés)

Distribución

Nidifica en la tundra ártica, en el extremo norte de Alaska y Canadá, migra hasta los Andes y la Patagonia en Sudamérica, parando frecuentemente en lagos y lagunas de las montañas Rocallosas y de los Andes, o en ambientes costeros. Durante la época no reproductiva en Sudamérica, entre septiembre a noviembre (21) habita cerca de ambientes acuáticos andinos entre los 2500 a 4700 m (34), forrajeando en pastizales, orillas lodosas y litorales de lagunas y arroyos. Considerando sus rutas de migración y los hábitats de época no-reproductiva, su presencia en las lagunas altoandinas y puneñas en el valle de La Paz es muy probable. Ribera (5), reportó a esta especie en varias lagunas del valle durante el verano de 1983, también se la ha observado en una ocasión en una laguna lodosa del campus universitario de Cota Cota.



Figura 23. La mayoría de especies de correlimos del valle de La Paz son migrantes de Norteamérica, es el caso de este individuo de Correlimos de Baird (*Calidris bairdii*) que ha sido fotografiado solitario en la localidad de Siete Lagunas. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es una especie monógama, ambos padres incuban y cuidan los polluelos, es de las pocas que construye un nido sobre el suelo relativamente bien elaborado pero expuesto; su estrategia contra depredadores de nidos es alejarse en silencio del nido confiando en la cripsis de los huevos. Se alimenta recogiendo los invertebrados que están encima del suelo y sobre los litorales, en lugar de introducir el pico, por tanto, usa principalmente la visión. Por esto mismo es una especie territorial con sus áreas de forrajeo y menos gregaria.

Nombre científico: *Gallinago andina*
Nombre común: Agachadiza o Becacina de la puna (español), Puna Snipe (inglés)

Distribución

La Agachadiza de la puna es endémica de los Andes, se distribuye desde el norte de Perú hasta el norte de Argentina y Chile entre los 3000 a 4500 m, está siempre relacionada a ambientes húmedos, como bofedales, suelos anegados y pantanosos como por ejemplo cerca de lagunas o arroyos (21, 34). Aunque es una especie residente, realiza movimientos nomádicos, y en invierno es posible observarla en zonas más secas como el altiplano sur o la costa del Pacífico. No se la ha observado en ninguna localidad en el valle de La Paz, sin embargo, es probable que sea más frecuente de lo que parece; existe un espécimen coleccionado en la localidad de Siete Lagunas (3900 m) en el año 1992.



Figura 24. Resalta en la Becacina de la Puna (*Gallinago andina*) la posición lateral y ligeramente hacia atrás de los ojos, lo que le permite tener un amplio espacio de vigilancia y detectar con rapidez a los potenciales depredadores. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Todos sus hábitos son crípticos, lo que dificulta enormemente observarla e incluso escucharla. Normalmente se la observa sólo cuando levantan vuelos de escape emitiendo una vocalización semejante a la de las agachonas, es típico que cuando está sobre el nido, evita volar y no lo hace sino hasta el último momento, pues la cripsis de su plumaje es la mejor defensa para el nido. En la época reproductiva, que es la época de lluvias, desarrolla un despliegue de vuelos circulares acompañado de vocalizaciones, y sonidos de las plumas rémiges y timoneras, normalmente en la noche. Se alimenta de invertebrados que busca "probando" con su largo pico en el suelo húmedo. Como otras especies del género, es probable que sea monógama, construyen el nido en parches de suelo seco, la hembra se encarga de la incubación y ambos padres del cuidado de los polluelos. Probablemente, como otras agachadizas, alimenta a sus polluelos con gusanos cuando son más jóvenes (34).

Nombre científico: *Actitis macularius*
Nombre común: Andarríos Maculado (español), Spotted Sandpiper (inglés)

Distribución

Anida en casi toda Norteamérica, desde Alaska y norte de Canadá hasta Texas, y pasa la época reproductiva desde Centroamérica hasta el sur de Brasil, incluyendo las islas Galápagos. Entre agosto y mayo es común verla en Sudamérica, se la encuentra forrajeando en una amplia variedad de ambientes, preferentemente en los márgenes de ríos, arroyos y lagunas en bosques de tierras bajas, pero también en pastizales, bordes costeros (playas arenosas) y manglares. En los Andes se la encuentra principalmente por debajo de los 3100 m o poco más alto en grupos pequeños (21). En el valle de La Paz ha sido observada eventualmente y solitaria en lagunas altoandinas y puneñas.

Historia natural

Es poliándrica social con inversión de roles sexuales, las hembras llegan primero a los sitios de reproducción y producen varias nidadas para varios machos, los machos tienen una sola nidada por evento reproductivo, la hembra no participa en los cuidados parentales a no ser en la defensa del territorio. Anida en el suelo, en simples depresiones apenas bordeadas por material vegetal. Forrajea visualmente en los bordes de los cuerpos de agua, picando sobre el suelo y persiguiendo presas, inclusive peces, por eso es poco gregaria y defiende sus territorios de forrajeo. Al escapar tiene un vuelo muy característico, rasante al cuerpo de agua, como un zumbido, aleteando levemente y espasmódicamente por debajo de la línea horizontal del cuerpo. En ocasiones ante el peligro de depredadores es capaz de sumergirse en el agua (34).

Nombre científico: *Tringa solitaria*
Nombre común: Andarríos Solitario (español), Solitary Sandpiper (inglés)

Distribución

Se reproduce entre mayo y agosto en bosques de latitudes altas de Norteamérica, desde el centro de Alaska y Canadá hasta el norte de Estados Unidos. En época no reproductiva (septiembre a abril) inverna en Centroamérica, Antillas y Sudamérica, desde el sur de México hasta el centro de Argentina (34). Utiliza cuerpos de agua dulce, sobre todo en tierras bajas de la cuenca del Amazonas, son raras en ambientes costeros, y en sus amplios movimientos migratorios utiliza temporalmente diferentes cuerpos de agua dulce en los Andes, por encima de los 2600 m, algunos individuos pueden permanecer en Sudamérica entre mayo a agosto (21, 34).

En el valle de La Paz, se la ha observado normalmente solitaria entre septiembre y abril en lagunas de las ecorregiones altoandina y puna, como La Cumbre, Siete Lagunas y en charcos estacionales del campus universitario de Cota Cota.



Figura 25. Este Andarríos Solitario (*Tringa solitaria*) está buscando invertebrados en el suelo anegado de un bofedal, para lo cual utiliza el sentido del tacto el extremo de su pico, característica propia de todos los escolopácidos. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Se alimenta de invertebrados acuáticos y terrestres que encuentra cerca de las orillas. Gracias a sus largas patas, ingresa sin mojarse a los cuerpos de agua para forrajear en los litorales, frecuentemente vibrando las patas para espantar y así capturar a sus presas potenciales. Forrajea generalmente en solitario, es territorialista respecto a sus áreas de alimentación. Es una especie socialmente poliándrica, anida en árboles, utilizando nidos abandonados de mirlos, los pollos deben dejarse caer al suelo luego de nacer (34). En escape son típicos sus vuelos en zig-zag.

FAMILIA THINOCORIDAE (Agachonas):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]
[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Attagis gayi*
Nombre común: Agachona Grande (español), Rufous-bellied Seedsnipe (inglés), Kulli-kulli (aymara)

Distribución

Esta especie se distribuye en las partes más altas de los Andes centrales (4000 – 5500 m), desde los páramos de Ecuador hasta el norte de Argentina y Chile, y en el sur de Chile y Argentina en tierras bajas hasta los 2000 m. Habita el terreno rocoso y suelo desnudo de la ecorregión altoandina. Para el valle de La Paz, Ribera (5), la reportó en la localidad de La Cumbre (4600 m).

Historia natural

Es una especie residente, usualmente se encuentra como pareja territorialista o en pequeños grupos (21). Se alimenta principalmente de material vegetal, de plantas espinosas o suculentas que las encuentra forrajeando entre las plantas en cojines y pulvínulos, o cojines de bofedales. Los cantos reproductivos asemejan un *"gli-gli-gli-gli"* de sílabas agudas, del cual deriva por onomatopeya su nombre en aymara.

Nombre científico: *Thinocorus orbignyianus*
Nombre común: Agachona Mediana (español), Gray-breasted Seedsnipe (inglés), Pucu-pucu (aymara)

Distribución

Habita desde el nivel del mar en el extremo sur del continente sudamericano, subiendo la cordillera de los Andes hasta el centro del Perú, en los Andes centrales ocupa un rango más amplio y en general por debajo de la Agachona Grande (3400-5000 m) (35). Potencialmente solapa hábitat con la Agachona Grande, pero el Pucupucu ocupa pastizales y pajonales. En el valle de La Paz ha sido observado entre los 4450 y 4700 m, en las localidades de La Cumbre, las alturas del Valle de Ánimas y el cerro Huaripampa.



Figura 26. En esta pareja de Pucu-pucu (*Thinocorus orbignyianus*) se puede apreciar que la hembra carece de los característicos diseños de plumaje de pecho y garganta del macho, y que en cambio presenta sobre la cabeza y el pecho el mismo patrón general del dorso. (Foto: Mauricio Ocampo).

Historia natural

Como todas las agachonas, es más fácil oírla que observarla. Las vocalizaciones reproductivas que se escuchan en la época de lluvia son inconfundibles, asemejando un continuo y monótono *"pucui-pucui-pucui"* que se escucha a gran distancia. De la onomatopeya de esta vocalización deriva el nombre en aymara. En época reproductiva realiza despliegues territoriales y de cortejo de vuelos circulares, emitiendo la misma vocalización, o las emite desde ciertas atalayas; en tales casos, y siguiendo sigilosamente los cantos, es posible llegar a observar al macho. Normalmente se las observa en parejas o en pequeños grupos. Se alimenta de yemas y plantas suculentas.

FAMILIA LARIDAE (Gaviotas):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]
[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Chroicocephalus serranus*
Nombre común: Gaviota Andina (español), Andean Gull (inglés), Kellua o Kellualla (aymara)

Distribución

Es estrictamente sudamericana, se distribuye en las zonas andinas desde el sur de Ecuador hasta el centro de Chile, entre los 3000 a los 4600 m, pero puede encontrarse anidando en lagunas glaciares incluso a mayor altura. En invierno desciende a los ambientes costeros dulceacuícolas y de marismas del Pacífico (21). Debido a sus características de alta adaptabilidad, oportunismo y generalismo, es muy abundante en prácticamente toda su área de distribución. En el valle de La Paz es posible observarla en la mayoría de las lagunas glaciares y del piso puneño, pero a la vez es muy difícil detectar los sitios donde duermen y nidifican. Ingresa al ambiente urbano sin dificultad, pero siempre asociada a ambientes acuáticos permanentes o estacionales. Se observa en grupos numerosos sobre el lecho de los ríos que atraviesan la ciudad, lagunas de parques urbanos, y en sus movimientos diarios entre sus sitios de descanso y forrajeo sobrevuelan varias zonas de la ciudad. Están presentes por el curso del río La Paz hasta los 2800 m aguas debajo de Mecapaca, pero no en el río Palca, probablemente debido a su mayor profundidad.



Figura 27. Los adultos de Gaviota Andina (*Chroicocephalus serranus*) se caracteriza por presentar un capuchón negro; pero esta capucha se pierde en la etapa no reproductiva, primero difuminándose como en esta pareja de adultos, para que finalmente quede sólo una pequeña mancha negruzca detrás de los ojos. (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Normalmente se observan individuos reproductivos (con capucha negra completa) durante la época lluviosa (septiembre a febrero) pero en ocasiones algunos individuos presentan la capucha durante el invierno. Ponen dos huevos, anidan generalmente en colonias poco densas, pero en la laguna de Cota Cota se ha observado una pareja residente que anida sola y ha llevado adelante hasta tres nidadas por año. Ambos padres incuban los huevos por relevos y alimentan a los polluelos. Los nidos son construidos sobre el suelo o rocas de islas de lagos, lagunas y humedales de gran altura, o sobre plataformas flotantes de vegetación ancladas en la vegetación emergente; se ha reportado que pueden utilizar los nidos flotantes de la Focha Gigante (*Fulica gigantea*) (36). Son altamente tolerantes a la presencia del ser humano cuando forrajean, buscan desperdicios en el río La Paz y sus afluentes, así como en lagunas de parques muy frecuentados por las personas. En los lechos de los ríos forrajean junto a la Paloma Común, imponiéndose con comportamientos agresivos sobre ésta.

FAMILIA COLUMBIDAE (Palomas y Tórtolas):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Columba livia*

Nombre común: Paloma Bravía o Paloma común (español), Rock Dove (inglés, forma silvestre); Feral Pigeon (inglés, forma doméstica asilvestrada)

Distribución

La forma silvestre habita aún en algunas zonas de Europa y Asia occidental. Ésta fue domesticada hace 5000 o 10 000 años y desde entonces ha sido transportada por el ser humano a todas partes (37). De esta manera, individuos escapados han logrado establecer poblaciones ferales y son muy abundantes en prácticamente todas las ciudades del mundo. En América ha sido introducida durante la colonización europea, pero es difícil saber si ocurrió en uno o durante varios eventos, o si ocurrió por distintos sitios. La forma feral es comensal de asentamientos humanos, es decir, su supervivencia se ve facilitada por las edificaciones y restos alimenticios de los humanos. En el valle de La Paz son abundantes en los centros poblados como la ciudad de La Paz, Palca, Achocalla, Mallasa, Mallasilla, Mecapaca, Collana, etc., así como en pequeños villorios agrícolas, pero en áreas periurbanas es menos abundante y en ambientes silvestres está ausente.

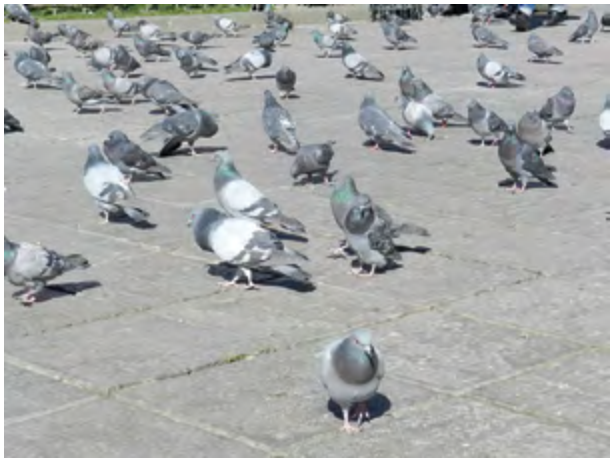


Figura 28. En las poblaciones ferales de la Paloma común (*Columba livia*), como este grupo fotografiado en la Plaza Murillo, se puede apreciar una gran variación del plumaje; el macho y la hembra del centro de la fotografía muestran el diseño más parecido al de las poblaciones silvestres. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

La especie silvestre es social y habita en paredes rocosas donde anidan en colonias. Estos comportamientos han permitido que las poblaciones ferales hagan sus nidos comunitarios en hoyos, entretechos o repisas de las construcciones humanas, lo cual, ligado a sus hábitos de forrajeo en el suelo, de una amplia variedad de granos y restos de alimentos, les ha hecho muy exitosas en la explotación de los recursos en los ambientes urbanos. En la ciudad de La Paz es común en el centro urbano, donde se la observa buscando alimento en las calles o en el interior de las viviendas, es muy abundante en las plazas donde es alimentada expresamente por los ciudadanos; también frecuentan los basurales y lechos de ríos donde encuentran restos de comida, estos hábitos las exponen a potenciales enfermedades que podrían transmitir a otras aves domésticas o silvestres, e incluso a los seres humanos. Se reproducen durante todo el año, y cada pareja puede tener hasta dos nidadas por año, nidifican principalmente en los entretechos, orificios o rebordes de las edificaciones humanas. El despegue en vuelo es potente, acompañado de un fuerte batir de alas que hace que éstas se encuentren por encima y debajo del cuerpo produciendo sonidos como palmadas (21). Las vocalizaciones reproductivas son típicos arrullos y las vocalizaciones de petición de alimento de los polluelos son chillidos agudos que fácilmente indican dónde una o más parejas de palomas han establecido sus nidos.

Nombre científico: *Patagioenas maculosa*
Nombre común: Paloma Moteada (español), Spot-winged Pigeon (inglés)

Distribución

La especie presenta dos subespecies, la nominal (*P. m. maculosa*) habita en tierras bajas hasta los 1000 m desde el sur de Bolivia al centro de Argentina, y es considerada plaga de cultivos en algunas zonas. La subespecie *P. m. albipennis* puede considerarse "andina", pues se distribuye desde el centro del Perú hasta el norte de Argentina entre los 2000 y 4200 m (37). Esta subespecie está presente en el valle de La Paz, habita áreas áridas y semiáridas en ambientes rurales, periurbanos y silvestres, y ha sido mayormente observada desde los 2800 m en Valles Secos de Mecapaca, hasta los 4200 m. Es particularmente abundante cerca de campos de cultivos que tengan árboles altos, donde perchean y anidan. En general evita la matriz urbana de la ciudad de La Paz, siendo más frecuente en ambientes periurbanos, pero es posible observarla en algunas áreas verdes urbanas, principalmente si están cerca de fragmentos silvestres o ambientes periurbanos. Esto parece estar asociado a su menor tolerancia relativa a humanos que se expresa en mayores tasas de vigilancia en comparación a la Zenaida Torcaza (38).



Figura 29. La Paloma Moteada (*Patagioenas maculosa*), es parecida a la Paloma común en tamaño y forma, y podría confundírsela con ésta, pero se distingue porque su plumaje está invariablemente moteado de blanco sobre las alas y es más frecuente verla perchando, pues desciende al suelo sólo para alimentarse. (Foto: A. Garitano-Zavala).

Historia natural

Es una especie social que forma grupos pequeños o grandes. Se alimenta en el suelo de una amplia variedad de granos. Se posa y nidifica en árboles, en el valle de La Paz es bastante común observarla asociada a arboledas de eucaliptos, donde es frecuente escuchar sus vocalizaciones de contacto parecidas a un gruñido, así como sus arrullos reproductivos. Probablemente se reproducen durante todo el año (37). Al levantar vuelo o desplazarse entre las ramas de los árboles, puede producir sonidos de palmadas pero comparativamente más débiles que los de la Paloma Bravía feral.

Nombre científico: *Zenaida auriculata*
Nombre común: Zenaida Torcaza, Totaqui (español), Eared Dove (inglés)

Distribución

Está distribuida en prácticamente todo el continente Sudamericano con excepción de los bosques más densos de la Amazonía y los desiertos más extremos de la puna y costa occidental de los Andes (21, 37). Habita principalmente en campos abiertos con arboledas o arbustales dispersos, usa muy frecuentemente campos de cultivo, y puede convertirse en plaga agrícola en tierras bajas. En el valle de La Paz se distribuye en prácticamente todos los ambientes desde los 2300 m hasta los 4300 m. Es una de las especies silvestres más sinantrópicas y forma parte de las comunidades simplificadas de la matriz urbana (39). Se la suele observar forrajeando en calles, parques, plazas, jardines, basurales y lecho de ríos, frecuentemente junto con la Paloma Bravía, pero a diferencia de la segunda, no tiene restricciones para habitar ambientes periurbanos, rurales y silvestres.



Figura 30. Como en todas las palomas, en la Zenaida Torcaza (*Zenaida auriculata*), macho y hembra comparten los cuidados parentales. En la fotografía, el macho entrega una ramita para el nido, mientras la hembra está incubando; este nido ha sido elaborado sobre la hoja de una palmera en el Jardín Botánico de Miraflores. (Foto: Andrea Salazar).

Historia natural

Es una especie social que forrajea sobre el suelo siempre en grupos, puede constituir áreas de anidamiento y descanso comunales en árboles, arbustos o roquedales, pero también las parejas pueden anidar aisladas. Están entre las pocas especies que anidan en jardines dentro de la matriz urbana. Se reproducen durante todo el año. Emiten vocalizaciones de territorialismo y reproductivas muy frecuentemente, las cuales constituyen uno de los sonidos naturales más típicos de la urbe paceña. Al levantar el vuelo, no emite palmadas sonoras como las dos palomas mayores, ni un cascabeleo como las tórtolas del género *Metriopelia*, sino un aleteo silencioso o a lo sumo con débiles palmadas. Se alimenta siempre en el suelo, de una amplia variedad de granos, muchos de ellos cultivados; en la ciudad se alimenta además de restos de comida de los humanos.

Nombre científico: *Columbina picui*
Nombre común: Columbina picuí (español), Picui Dove (inglés)

Distribución

Se extiende desde zonas altas de centro de Bolivia hasta zonas bajas de Brasil, Paraguay, Argentina y sur de Chile. En el valle de La Paz es más común en la ecorregión de Valles Secos y parte inferior de puna, entre los 2300 y 3400 m, pero puede ascender hasta los 3700 m. De acuerdo a Alfaro y colaboradores (40), esta especie no podría vivir a mayores altitudes debido a una menor capacidad de difusión de oxígeno en sus pulmones. Habita en matorrales, bosquecillos abiertos de *Prosopis*, campos de cultivos y es muy común en ambientes antropizados desde Mallasa hasta el límite altitudinal inferior del valle. Eventualmente puede ser observada en las zonas urbanas residenciales de menor altitud de la ciudad de La Paz, sólo cuando existe mayor proporción de jardines.



Figura 31. La Columbina picuí (*Columbina picui*) puede pasar mucho tiempo buscando pequeños granos sobre el suelo, los colores del plumaje le permiten pasar desapercibida para muchos potenciales depredadores. (Foto: Mauricio Ocampo).

Historia natural

Forrajea sobre el suelo en pequeños grupos, alimentándose de una amplia variedad de granos, es frecuente observarla sobre los caminos rurales poco transitados (21) y en campos de cultivo. Anida y perchea en árboles, muchas veces solitarias o en parejas. Probablemente es migrante (37), y quizás los reportes en la ciudad de La Paz responden a migraciones temporales. Sus vocalizaciones son arrullos fuertes y reconocibles.

Nombre científico: *Metriopelia ceciliae*
Nombre común: Palomita Cascabelita (español), Bare-faced Ground-dove (inglés), Kurukuta (aymara)

Distribución

Está distribuida en los Andes de Sudamérica, desde el norte de Perú hasta el norte de Argentina y Chile. Habita los ambientes áridos de campos abiertos sin árboles preferentemente con áreas rocosas de las cordilleras, altiplano y Valles Secos, principalmente entre los 2000 a 4500 m, pero puede descender a menores altitudes en el occidente del Perú.

En el valle de La Paz presente en las ecorregiones de la Puna y el Altoandino, ascendiendo hasta los 4400 m y descendiendo a Valles Secos hasta los 2800 m. Está presente en poblados humanos, y en la ciudad de La Paz habita desde las zonas periurbanas hasta el interior de la matriz urbana, forrajeando no sólo en parques y jardines, sino también alrededor de la vegetación ruderal en calles y avenidas, en ocasiones junto a la Paloma Bravía feral y la Zenaida Torcaza.



Figura 32. Como en todas las palomas terrestres, los diseños del plumaje de la Palomita Cascabelita (*Metriopelia ceciliae*) le permite camuflarse muy bien en el suelo o en los terrenos rocosos. Este individuo, al observar un potencial depredador, se ha quedado inmóvil esperando no ser descubierta. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es una especie eminentemente terrestre que forrajea en grupos de dos a diez individuos, muchas veces junto a otras especies de palomas. La coloración y diseño críptico de su plumaje las hace prácticamente invisibles mientras forrajean sobre el suelo, y cuando un potencial depredador se acerca permanecen inmóviles, haciéndose evidentes sólo cuando levantan el vuelo. Debido a que presentan identaciones en las barbas internas de las rémiges (37), al levantar el vuelo las alas emiten un sonido de cascabeleo metálico que asemeja a un sonoro *"Krruuu-uuuu"* que se prolonga hasta el aterrizaje. Precisamente la onomatopeya de este sonido ha originado su nombre en aymara. Emite vocalizaciones tan infrecuentemente que no se las conocía (21), recientemente se ha descrito arrullos muy suaves usados en comunicación a corta distancia (41). Anida en el suelo, en hoyos y bordes de rocas o paredes arcillosas, así como en hoyos de edificaciones. Se han observado juveniles en el mes de agosto.

Nombre científico: *Metriopelia melanoptera*
Nombre común: Palomita Alinegra (español), Black-winged Ground-dove (inglés)

Distribución

Especie andina, desde el centro del Perú (localmente en Ecuador) hasta el sur de Chile y Argentina entre los 2000 a los 4800 m (21, 37). Habita sobre todo campos abiertos, pastizales y campos de cultivo, pero también matorrales con cactus columnares, bosques de *Polylepis* (por ejemplo en el Parque Nacional Sajama) y rodales de *Puya*. En el valle de La Paz está presente en los ambientes altoandinos y puneño desde los 4300 descendiendo y haciéndose más rara hacia menores altitudes hasta los 3200 m en Mallasa y Totorani. Evita los ambientes urbanizados.

Historia natural

Si bien forrajea en pequeños grupos en el suelo, a diferencia de otras palomas terrestres del género *Metriopelia*, perchea y anida en árboles, arbustos, cactus o entre las hojas de bromeliáceas. Quizás se reproduce todo el año (21). Localmente puede ser muy abundante formando grandes grupos para forrajear, pero normalmente se observan grupos de parejas. Cuando levanta el vuelo produce un cascabeleo parecido al de la Kurukuta, pero menos agudo. Sus arrullos son producidos principalmente en época reproductiva y asemejan el sonido de un grillo.

FAMILIA TYTONIDAE (Lechuzas):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Tyto alba*
Nombre común: Lechuza Común o Lechuza de los campanarios (español), Barn Owl (inglés), Chuseka (aymara)

Distribución

Es una especie que se encuentra en todos los continentes pero es poco común. Se distribuye por toda la zona altoandina, y los valles interandinos, llegando hasta los 4000 m (21). En el valle de La Paz se lo ha registrado en la ecorregión de Valles Secos, en zonas periurbanas como El Palomar y Taipichulo, cerca de cultivos agrícolas.

Historia natural

Es muy difícil de ver por su actividad nocturna, busca su alimento mientras vuela sobre áreas abiertas detectando el movimiento de sus presas. Captura principalmente mamíferos pequeños como roedores y murciélagos, también se alimenta de anfibios e insectos siendo una buena controladora de plagas de cultivos. Nidifica en agujeros, viejas construcciones, o campanarios, en algunos casos entre las rocas en los riscos (21).

FAMILIA STRIGIDAE (Búhos, Mochuelos, Lechuzones y Autillos):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Bubo virginianus*
Nombre común: Búho Americano (español), Great Horned Owl (inglés), Chuseka (aymara)

Distribución

Su distribución es muy amplia, ocupando toda América, en los valles interandinos presente entre los 2500 a 4500 m (21). Debido a sus hábitos nocturnos y por su amplio rango de acción es poco frecuente verlo. En el valle de La Paz fue observado en ambientes periurbanos, en Ananta, Cota Cota, La Cumbre, Mallasa y el Palomar.

Historia natural

Es un ave rapaz de actividad mayormente nocturna, captura principalmente mamíferos y aves pequeñas, pero puede cazar presas mayores como vizcachas (21). Nidifica en agujeros de árboles, en algunos casos entre las rocas en los riscos y raramente en construcciones humanas.

Nombre científico: *Athene cunicularia*
Nombre común: Mochuelo de Madriguera (español), Burrowing Owl (inglés), Pejpera o Tiptiri (aymara)

Distribución

Está presente desde Estados Unidos hasta la Patagonia en Argentina (21). En hábitats áridos y abiertos como en llanuras sin árboles, pastizales, praderas, sabanas, desiertos o tierras de cultivo; desde el nivel del mar hasta los 4500 m (42). En el valle de La Paz se lo ha observado sólo en ambientes periurbanos, cerca de cultivos y en pajonales en la puna, como por ejemplo en la localidad de Callapa.

Historia natural

Este pequeño mochuelo tiene hábitos eminentemente terrestres, haciendo sus nidos en madrigueras bajo el suelo, es por ese motivo que suele encontrarse en zonas abiertas con poca vegetación. Coloca sus huevos entre septiembre a diciembre. Suele alimentarse de pequeños vertebrados como ratones, lagartijas y anfibios, así como de algunos invertebrados. Son activos tanto de noche como de día pero cazan mayormente en la noche (43).

FAMILIA CAPRIMULGIDAE (Atajacaminos o Cuyabos):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

---

Nombre científico: *Systellura longirostris*
Nombre común: Chotacabras Ñañarca (español), Band-winged Nightjar (inglés)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes, desde Colombia hasta el norte de Argentina, desde el nivel del mar hasta 4200 m, habita en los bordes de los bosques, bosques abiertos, zonas abiertas con vegetación baja, páramos arbustivos y desiertos pedregosos (21, 44). En el valle de La Paz se lo ha observado en las zonas abiertas y semiabiertas periurbanas en la ecorregión de los Valles Secos, en Cota Cota, Lipari, Mecapaca y Huajchilla.

Historia natural

Es un ave insectívora de actividad estrictamente nocturna, lo que sumado a sus coloraciones crípticas la hace muy difícil de observar. Acostumbra acechar desde el suelo o perchas bajas a los insectos que pasan, atrapándolos con vuelos cortos y regresando al mismo lugar (21). Se alimenta de varios tipos de insectos como polillas, escarabajos y termitas, y no es raro que capture insectos atraídos por luminarias artificiales (44).

FAMILIA APODIDAE (Vencejos):

Autor: Jackeline Campos[1]
[1] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Aeronautes andecolus*
Nombre común: Vencejo Andino (español), Andean Swift (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el norte de Perú hasta el centro de Argentina, entre los 2500 y 3500 m, ocupan valles montañosos (21). En el valle de La Paz fue reportada desde los 2800 a los 3750 m, se la observa sobrevolando serranías rocosas o erosionadas por profundas cárcavas como por ejemplo en el Cañón de Palca, la Muela del Diablo y Serranías de Aruntaya, también cerca de poblados rurales y cultivos en Mecapaca, Lipari, Cohoni, Chicani y Huayllani. En la ciudad de La Paz se la puede observar en los fragmentos silvestres con formaciones de quebradas erosivas como en Alto Calacoto y Las Lomas, pero en ocasiones ingresan a la matriz urbana y se puede observar grupos de varias decenas de individuos sobrevolando en barrios como Calacoto, Cota Cota, Miraflores y Sopocachi.

Historia natural

Se lo observa solitario o en grupos volando a grandes alturas, en ocasiones junto con especies de golondrinas.

Comunes y abundantes en hábitats de serranías rocosas y quebradas erosivas. Tienen gran habilidad al cazar su alimento al vuelo realizando movimientos circulares veloces y en picada, mientras vuelan emiten chillidos característicos; suelen nidificar en cavidades de paredes altas de cañones de tierra o roca, son agresivos cuando detectan un intruso cerca del área donde se encuentra su nido (21).

FAMILIA TROCHILIDAE (Colibríes o Picaflores):

Autor: Daniela Morales[1]
[1]*Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Colibri coruscans*
Nombre común: Colibrí Rutilante (español), Sparkling Violet-ear (inglés), Luli o Lulinchu (aymara)

Distribución

Se distribuye desde Venezuela a lo largo de la cordillera de Los Andes, hasta el norte de Chile y Argentina entre los 1700 y 4500 m (21, 45). Es la especie más común en el valle de La Paz, se encuentra desde los Valles Secos como en Mecapaca a 2800 m hasta los 4000 m. Habita en todo tipo de ambientes, desde los matorrales silvestres hasta los entornos más urbanizados, siendo la especie de picaflor más frecuente y fácil de observar en los jardines, bosques de eucalipto y plazas de la ciudad de La Paz.



Figura 33. Aunque el Colibrí Rutilante (*Colibri coruscans*) es capaz de obtener néctar de flores diseñadas para la polinización por aves, en este caso se observa cómo la flor de la salvia (*Salvia haenkei*) está adaptado para que los picaflores la polinicen: los estambres tocan la frente del ave para llenarla de granos de polen que serán luego transferido al estigma de otra flor. (Foto: Daniela Morales).

Historia natural

Es una especie generalista, pues se alimenta del néctar de una amplia variedad de flores de plantas nativas, como también de especies exóticas y ornamentales. Entre las especies ornamentales que visita están las kantutas (*Cantua buxifolia*) y los farolitos (*Callianthe picta*); entre las exóticas la malva (*Malva assurgentiflora*), el eucalipto y el ágave (*Agave americana*), en raras ocasiones visita la tuna (*Opuntia ficus*); entre las especies nativas la tankara (*Dunalia brachyacantha*), la salvia (*Salvia haenkei*), la karalawa (*Nicotiana glauca*), el sojosojo (*Agalinis lanceolata*), la chinchircoma (*Mutisia acuminata*), *m. orbignyana* e *Hippeastrum cybister*, además de especies del género *Puya*. Es altamente territorial respecto al área de forrajeo, expulsa no solamente a otros nectarívoros, sino también a otras especies de aves granívoras u omnívoras si se atreven a forrajear en su territorio, incluso se lo observó expulsando a grandes rapaces. En época reproductiva suele posarse en lo alto de los árboles, como por ejemplo eucaliptos o cables eléctricos, y vocalizan repetitiva e intensamente (*"tschip, tschip, tschip..."*), realizando frecuentemente vuelos de despliegue en forma de ocho o "U" invertida, para advertir a otros picaflores que posee un territorio. Esta estrategia también le es útil para atraer a las hembras durante la época reproductiva, que ocurre principalmente durante la época de lluvias. Las hembras nidifican en árboles altos o en arbustos, especialmente en otoño y verano (5). El nido tiene forma de copa, es elaborado con materia vegetal suave, líquenes y ramitas (45).

Nombre científico: *Sappho sparganurus*
Nombre común: Colibrí Cometa (español), Red-tailed Comet (inglés), Luli o Lulinchu (aymara)

Distribución

Se encuentra desde el centro de Bolivia hasta el centro de Argentina, entre los 1500 a 4000 m. de altura (65). En el valle de La Paz se encuentra desde la parte inferior de la Puna, siendo su límite superior los 3800 m, hasta los Valles Secos donde es más frecuente. Habita principalmente en ambientes rurales como Achocalla, Palca, Huajchilla o Mecapaca y en fragmentos silvestres o áreas periurbanas como Auquisamaña o Llojeta, que tengan una buena cobertura de matorrales nativos en los riscos, quebradas y lechos de río. También ingresa eventualmente en ambientes urbanos, principalmente a jardines y plazas en zonas residenciales de baja altitud como en Calacoto, Auquisamaña o Cota Cota. Es una especie de estrategia "rutera" y suele desplazarse entre parches de vegetación durante el día, o puede migrar en invierno a lugares más abrigados como los Valles Secos (46).

Historia natural

Se alimenta de plantas nativas con flores de corola corta como la tankara (*Dunalia brachyacantha*), la salvia (*Salvia haenkei*), el sojosojo (*Agalinis lanceolata*), *Hippeastrum cybister, Mutisia orbignyana y Tecoma fulva,* además de aprovechar los parches de la karalawa (*Nicotiana glauca*). También liban desde los orificios realizados por los ladrones de néctar en la base de algunas flores tubulares como *Tecoma fulva* (46) o *N. glauca*. Este picaflor tiene un comportamiento sumiso, generalmente se alimenta siguiendo rutas de forrajeo para evitar agresiones de otros picaflores, como del Picaflor Rutilante, el Picaflor Gigante o el Picaflor Puneño (46). Cuando forrajea emite una característica vocalización semejante a un zumbido *"krec, krec…".* En época reproductiva los machos establecen territorios temporales con una vocalización compleja y muy variable entre individuos (45). Su nido es voluminoso y tiene forma de copa, elaborado con musgos, líquenes y pelo; normalmente lo construye debajo de arbustos, raíces o salientes rocosas sobre paredes verticales del terreno, barrancos y riscos; es raro que anide en árboles (21, 45). Se ha reportado que en el valle de La Paz se reproduce en época de lluvias (46).



Figura 34. La actividad de los picaflores les demanda mucho gasto de energía, es por eso que durante cortos periodos de tiempo, y varias veces al día, entran en un letargo denominado "torpor"; el macho de Colibrí Cometa (*Sappho sparganurus*) de la fotografía de la izquierda, parece estar ingresando a un estado de torpor pues su plumaje está muy esponjado; a la derecha una hembra de la misma especie, nótese las diferencias de longitud de la cola entre ambos sexos. (Foto: Verónica Zegarra).

Nombre científico: *Oreotrochilus estella*
Nombre común: Colibrí Puneño (español), Andean Hillstar (inglés), Luli o lulincho (aymara)

Distribución

El Colibrí Puneño está restringido a ambientes altos de los Andes, se distribuye desde el norte de Perú siguiendo la cordillera de Los Andes hasta el noroeste de Bolivia y norte de Chile; generalmente entre 3500 a 4500 m, pero puede ascender hasta 5000 m y durante el invierno puede descender ocasionalmente hasta 2400 m (45). En el valle de La Paz se encuentra principalmente en el piso de la puna, especialmente en áreas silvestres con matorral nativo, áreas rurales y bosques de eucalipto en ambientes periurbanos, pero también se lo ha observado en localidades del piso subnival alrededor de los 5000 m forrajeando en las diminutas flores que crecen prácticamente al ras del suelo, es por tanto, el picaflor que tiene actividad a mayor altura en el valle de La Paz. Es poco común en las áreas urbanizadas, probablemente porque depende principalmente de flores de plantas nativas. Se lo ha observado en Apaña, Aruntaya, La Cumbre, Valle de las Ánimas, Laguna Uni, Llojeta, Chicani, y en matorrales nativos remanentes en Cota Cota y Achumani, aunque es cada vez más raro verlo en localidades urbanas.



Figura 35. En el Colibrí Puneño (*Oreotrochilus estella*) el dimorfismo sexual es muy marcado, la hembra carece de la mancha del pecho y de los colores tornasolados de la garganta que tiene el macho. Esta hembra fotografiada en los totorales de la laguna Uni, parece que está buscando insectos para alimentar a sus polluelos. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Se alimenta de diferentes especies de plantas nativas de las ecorregiones de la Puna y el Altoandino como *Chuquiraga*, especies del género *Puya*, *Caiophora, Mutisia orbignyana* y

parches de karalawa (*Nicotiana glauca)*. Para ahorrar energía, este picaflor suele posarse cerca de las flores para alimentarse de ellas debido a la alta demanda energética que representa vivir en ambientes altos (45). Es una especie agresiva, en especial las hembras que forman territorios alrededor de arbustos con flores, sin embargo, no se reporta que los machos defiendan territorios. Se reproduce entre septiembre y diciembre, en el valle de La Paz probablemente es la misma época, pues se ha observado muchas hembras buscando activamente insectos en el mes de enero en la laguna Uni. El nido es grande y lanoso tiene forma de copa, elaborado con pajas delgadas y musgo, con el interior revestido con plumas, normalmente pegados a la superficie de rocas (45).

Nombre científico: *Lesbia nuna*
Nombre común: Colibrí Colilargo Menor (español), Green-tailed Trainbearer (inglés), Luli o Lulinchu (aymara)

Distribución
Se distribuye entre 1700 y 3800 m desde el noroeste de Venezuela, pasando por los Andes de Colombia, Ecuador, Perú hasta Bolivia (21, 45). Habita en lugares bajos y áridos, ocasionalmente en bosques húmedos, en pendientes arbustivas, a veces en bosques dispersos de *Polylepis* y *Prosopis* (8, 21, 45). En el valle de La Paz está restringido a lugares bajos con poca urbanización (39) y es cada vez más raro observarlo, los reportes son ocasionales: se tiene un reporte en el Bosque de Bolognia a 3400 m de altura, en El Palomar (5), en el Polifuncional de Achumani (7) y en Uma Manta (8).

Historia natural
No se conoce mucho sobre este picaflor en el valle de La Paz. Se alimentaría de *Nicotiana glauca, Castilleja, Agalinis* y otras especies nativas. Suele ser agresivo, las hembras defienden pequeños territorios con recursos (45).

Nombre científico: *Patagona gigas*
Nombre común: Colibrí Gigante (español), Giant Hummingbird (inglés), Luli o Lulinchu (aymara)

Distribución
Se distribuye desde el suroeste de Colombia, a lo largo de la cordillera de los Andes hasta el centro de Chile y suroeste de Argentina entre los 2000 a 4000 m, en Perú hasta 4500 m (21, 45). En el valle de La Paz es bastante común, asciende hasta los 4100 m, encontrándolo desde la Puna hasta los Valles Secos. Es más frecuente en arboledas, zonas con matorrales nativos, campos agrícolas, quebradas y lechos de río en ambientes rurales y periurbanos, pero también es frecuente dentro de la matriz urbana de la ciudad de La Paz, observándolo principalmente forrajeando en plazas, jardines y otras áreas verdes. Durante el invierno suele moverse a lugares más bajos dentro del valle cuando reducen los recursos, y en época de lluvias se distribuye de manera más amplia en el gradiente altitudinal (46).



Figura 36. Quizás debido a su tamaño, y ha necesitar ahorrar energía, es frecuente observar al Colibrí Gigante (*Patagona gigas*) libar de las flores mientras se posa, el gran tamaño de esta inflorescencia de agave (*Agave americana*) le permite hacerlo. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural
El aleteo del picaflor gigante tiene un ritmo más lento en comparación con otros picaflores. Este picaflor se alimenta de las mismas especies de plantas nativas, exóticas y ornamentales que visita el Picaflor Rutilante. Además, puede visitar flores con tubos florales más largos debido a su largo pico en comparación a los otros picaflores que se encuentran en la misma zona, por ejemplo, puede alimentarse de los floripondios (*Datura sanguinea*), y de las grandes flores de cactus columnares como la achuma (*Trichocereus bridgesii*) y otras especies de cactus de los géneros *Trichocereus* y *Oreocereus*. En ocasiones se posa en la base de las flores para descansar y beber el néctar al mismo tiempo. Mientras forrajea emite una típica vocalización corta y repetitiva. Cuando se da una reducción de recursos durante la época seca, se convierte en una especie territorial expulsando a otras especies de picaflores, o suele moverse a lugares más abrigados dentro del valle de La Paz (46). Se reproduce entre octubre y diciembre, nidifica en cactus, ramas de árboles o arbustos grandes o en riscos (21, 45), el nido es pequeño elaborado con musgos, líquenes, telas de araña, lanas e hilos vegetales, ocasionalmente con plumas (45).

Nombre científico: *Amazilia chionogaster*
Nombre común: Picaflor Ventri-Níveo (español), White-bellied Hummingbird (inglés), Luli o Lulinchu (aymara)

Distribución

Se distribuye desde el sureste de Perú, pasando por el centro de Bolivia, hasta el noroeste de Argentina (21, 45). Prefiere los pisos de baja altitud, desde lugares húmedos hasta zonas áridas más altas entre 450 y 2000 m, ocasionalmente asciende hasta 2800 m. En el valle de La Paz está restringido a lugares bajos, en sectores de baja urbanización (39) como campos agrícolas, matorrales nativos y lechos de río, es más común desde Mallasa hacia Mecapaca. Ocasionalmente asciende hacia la puna con reportes en Tumusa-Chanka a 3900 m, se lo ha observado también en Chicani, Apaña y Palca. En ambientes urbanos es muy raro, eventualmente se ha observado individuos solitarios en fragmentos silvestres dentro de la matriz urbana de La Paz.

Historia natural

Se alimenta del néctar de diferentes especies de plantas nativas, encontrándolo en parches de karalawa (*Nicotiana glauca*), zonas arbustivas con cactáceas y agaves, bosques de eucalipto y *Prosopis* (8, 45). También se alimenta de insectos. Se reproduce entre enero y marzo, el nido tiene forma de copa, elaborado de hilos vegetales, musgo y líquenes, lo ubican en arbustos o ramas bajas de árboles (45). Es un picaflor territorial, siendo generalmente sedentario.

FAMILIA PICIDAE (Pájaros Carpinteros):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]
[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Colaptes rupicola*
Nombre común: Carpintero Andino (español), Andean Flicker (inglés), Yaka-yaka (aymara)

Distribución

Campos abiertos y bordes de bosques andinos desde el sur de Ecuador hasta el norte de Chile y Argentina, principalmente entre los 2000 y 5000 m, observado excepcionalmente hasta los 800 m (47). En el valle de La Paz distribuido desde La Cumbre a 4600 m hasta los 3200 m en Mallasa, muy común en ambientes periurbanos y rurales; también presente en ambientes urbanos, puede ser observado en áreas verdes buscando gusanos e insectos en el césped, o posado en atalayas como en los techos de las viviendas y edificios. La mayor limitante para su presencia en ambientes urbanos es la distancia a sus áreas de descanso y nidificación.



Figura 37. Esta hembra de Yaka-yaka (*Colaptes rupicola*) ha encontrado y extraído una gruesa larva de escarabajo del suelo, gracias a su largo y fuerte pico. Nótese que en las hembras están ausentes las franjas rojizas de la nuca y de la línea malar. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Es una de las pocas especies de carpinteros estrictamente terrestre, forrajea en pajonales y pastizales picoteando en el suelo en busca de larvas y gusanos, ya sea en solitario o en grupos, en el último caso probablemente como estrategia antipredatoria. Se desplaza dando saltos, como lo harían sus parientes arborícolas en superficies verticales. Como todo carpintero duerme y nidifica en cavidades, para el caso de esta especie excavadas en farallones arcillosos, generalmente en quebradas de ríos, las cuales pueden tener un canal horizontal de hasta un metro y medio de profundidad que termina en una amplia cámara. Se ha reportado nidificación en troncos de árboles del género *Polylepis* como excepcional (21). Diariamente se desplaza desde sus cavidades hasta las áreas de alimentación. Se reproduce entre septiembre y marzo (47). Emite vocalizaciones muy ruidosas que le hacen una especie muy conspicua, las vocalizaciones de alerta y comunicación son un típico *"yák-yák",* del cual deriva por onomatopeya su nombre en aymara. Cuando vuela emite una serie rápida de las mismas vocalizaciones combinadas con el batir de alas en el vuelo típicamente ondulante. Cuando los juveniles volantones siguen a los padres pidiendo alimento utilizan una característica vocalización parecida a un zumbido muy fácil de reconocer.

FAMILIA FALCONIDAE (Halcones, Cernícalos y Caracaras):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] *Colección Boliviana de Fauna;* [2] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Phalcoboenus megalopterus*
Nombre común: Caracara Andino (español), Mountain Caracara (inglés), Alkamari (aymara)

Distribución

Se distribuye al oeste de Sudamérica a través de los Andes, desde el norte de Perú, pasando por Bolivia, hasta el Noroeste de Argentina y parte de Chile, entre los 1600 a 5000 m; es común verlo sobrevolando en ambientes montañosos y valles profundos, en zonas rocosas y empinadas, en bordes de caminos y cerca de cuerpos de agua (21, 48). En el valle de La Paz es bastante común y se distribuye desde las altas montañas hasta las zonas más bajas, principalmente en ambientes rurales y silvestres, pero también en ambientes periurbanos y la misma urbe, donde se lo observa ya sea sobrevolando, posado en edificios altos (como en la zona de Miraflores) o buscando alimento en campos abiertos de grandes parques, cerca de basurales y alrededor del río La Paz.

Historia natural

Generalmente es solitario, pero también se lo observa en parejas, y a veces forma grupos cuando hay carroña o basurales. Es omnívoro, se alimenta principalmente de carroña y desechos, pero también puede depredar nidos, o capturar artrópodos, roedores y pequeñas aves. Nidifica entre octubre y noviembre, el nido está conformado por una plataforma de palos y pajas en árboles o repisas de los cañadones, e incluso en torres eléctricas de concreto; coloca dos o tres huevos blancos (21, 48). Se ha observado que defiende su nido de depredadores. El sonido que produce es un graznido ronco parecido al de los patos y lo producen cuando se encuentran en disputas territoriales y durante el vuelo. Gracias a sus hábitos omnívoros es muy común en ambientes perturbados, muestra de esta adaptabilidad ocurre cuando se agrupan en gran cantidad en los márgenes del río La Paz, cuando acuden a los rellenos sanitarios, e incluso ingresan a las jaulas de los cóndores en el Zoológico Municipal de Mallasa para aprovechar el alimento que les proporcionan.



Figura 38. En el Alkamari (*Phalcoboenus megalopterus*), no existe dimorfismo sexual en los adultos, pero los juveniles (derecha) tienen un plumaje marrón muy distintivo. La hembra, a la izquierda, ha construido su nido en una pared rocosa cruzando grandes ramas, y ha usado lana de oveja, e incluso papel, como revestimiento. (Fotos: Álvaro Garitano-Zavala y Mauricio Ocampo).

Nombre científico: *Falco sparverius*
Nombre común: Cernícalo Americano (español), American Kestrel (inglés), Qilli-qilli (aymara)

Distribución

Tiene una amplia distribución desde Canadá hasta el sur de Sudamérica excepto por la cuenca del Amazonas. Altitudinalmente se distribuye desde las costas marinas hasta los 4300 m (21). En el valle de La Paz es posible observarlo en zonas abiertas rurales y periurbanas, cerca de zonas de cultivos, en bosquecillos de eucaliptos o en zonas abiertas con matorrales de vegetación nativa, perchado en los cables eléctricos y en postes esperando por

sus presas. Debido a que tienen amplios rangos de acción y vuelan grandes distancias, ocasionalmente se observan individuos en zonas urbanas, normalmente en áreas con mayor vegetación, pero en ocasiones en entornos con edificaciones.

Historia natural

Con frecuencia se los observa solos o en parejas. Se posa en los postes de luz o cables de electricidad esperando pacientemente por sus presas, cuando las divisa, se lanza a gran velocidad y las captura con gran agilidad, o en ocasiones se queda aleteando sobre ellas hasta que puede asegurar el ataque.

En el valle de La Paz se ha visto que se alimenta de lagartijas, roedores y aves pequeñas, pero a lo largo de su distribución se sabe que se alimenta también de insectos, murciélagos y anfibios (48). Algunas veces se observan parejas de individuos cazando juntos. Nidifica en agujeros en las paredes, árboles o peñas, coloca de cuatro a cinco huevos de color ocre con manchas marrones, que los incuba de 27 a 32 días. Son territorialistas, y se los puede ver espantando ágilmente a águilas de mayor tamaño (21, 48). Cuando está volando o posado emite una aguda vocalización característica parecida a un *"Qui-qui-qui-quiiii",* de la cual por onomatopeya deriva su nombre en aymara.



Figura 39. El Quilli-quilli (*Falco sparverius*) se alimenta de una amplia variedad de presas. Este individuo fotografiado en inmediaciones de la ciudad de La Paz logró capturar al vuelo a un pequeño paseriforme y se ha posado en un poste para consumirlo con tranquilidad. (Foto: Mauricio Ocampo).

Nombre científico: *Falco femoralis*
Nombre común: Halcón Aleto (español), Aplomado Falcon (inglés), Mamani (aymara)

Distribución

Se distribuye por toda Sudamérica hasta México desde el nivel del mar hasta más de los 4000 m pero no es muy común verlo (21). Realiza movimientos locales desde la parte alta de los Andes hacia la costa (48). En el valle de La Paz es raro y se lo ha observado en pocas ocasiones en ambientes periurbanos, en cañones y quebradas, cerca de campos de cultivo y zonas con matorrales de vegetación nativa; en Lipari, Mecapaca, Mallasa, Palca y Apaña.

Historia natural

Se alimenta de insectos, otras aves, ratones, ranas, lagartijas, serpientes, murciélagos. Ostenta uno de los vuelos más veloces, y el ataque desde el aire a sus presas es bastantes ágil. Anida en acantilados, viejas construcciones, edificios, árboles altos. Coloca de dos a tres huevos de color ocre con muchas manchas pequeñas de color castaño (48). En el valle de La Paz, a finales de la época de lluvia se observó una hembra con dos juveniles.

Nombre científico: *Falco peregrinus*
Nombre común: Halcón Peregrino (español), Peregrine Falcon (inglés)

Distribución

Es una especie cosmopolita pudiendo encontrarse en gran parte del planeta, desde zonas frías como en el ártico hasta bosques tropicales, desde el nivel del mar hasta más de los 4000 m (21, 48). Presenta poblaciones residentes y migratorias, en particular, las poblaciones de Norteamérica migran hacia el cono sur de Sudamérica, otras poblaciones en Sudamérica son residentes y otras migran desde el sur hacia el centro de Sudamérica. Los individuos que se observan en el valle de La Paz probablemente son migrantes, es poco frecuente observarlos, se tienen reportes para ambientes rurales periurbanos particularmente de individuos solitarios en Mecapaca.

Historia natural

Se alimenta principalmente de aves, pero también puede capturar mamíferos medianos como conejos, vizcachas, lagartijas y serpientes (21, 48). Debido a su patrón migratorio, se observan individuos solitarios con poca frecuencia, y parece que no se reproduce en el valle de La Paz.

FAMILIA PSITTACIDAE (Loros, Cotorras, Pericos y Guacamayos):

Autor: Mauricio Ocampo[1,2]
[1] *Colección Boliviana de Fauna;* [2] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Psilopsiagon aymara*
Nombre común: Perico Cordillerano Gris (español), Gray hooded parakeet (inglés)

Distribución

Se distribuye por los valles interandinos desde el centro de Bolivia hasta el centro oeste de Argentina, entre los 2000 y los 4200 m (21). Es más frecuente en ambientes de los Valles Secos ascendiendo parcialmente hacia la puna. En el valle de La Paz se lo puede observar principalmente en ambientes periurbanos de baja altitud, en general evita ambientes de la matriz urbana, pero se lo puede observar en barrios donde existe una alta proporción de jardines, inclusive se ha registrado parejas nidificantes en el entretecho de una casa en Calacoto (Mariana Villegas com. pers.). Es muy común en quebradas y áreas con matorrales nativos en valles a baja altitud entre Cebollullo, Mecapaca y Mallasa y a lo largo del valle de Palca, también frecuenta mayores altitudes en Santiago de Collana, Totorani y Chicani, en ambientes periurbanos como Cerro de Aruntaya, Auquisamaña, Apaña, Valle de Ánimas y Sendero del Águila, e ingresando a la matriz urbana en Calacoto, Achumani y Cota Cota.



Figura 40. El Perico Cordillerano Gris (*Psilopsiagon aymara*) posee gran habilidad con el pico para obtener su alimento, este individuo ha logrado abrir el cáliz de una flor de un arbusto ornamental exótico (*Streptosolen jamesonii*) en un jardín urbano, con el fin de acceder al néctar. (Foto: A. Garitano-Zavala).

Historia natural

Son aves gregarias que permanecen juntas en pequeños grupos de 10 a 40 individuos o en parejas. Nidifica en hoyos en cactus, o en paredes de roca o de arcilla (21). Se alimenta de una amplia variedad de semillas y frutos de pastos, arbustos y algunos árboles como el molle y acacias, también aprovecha el néctar de algunas flores. Mientras vuela o forrajea emite vocalizaciones agudas y débiles.

Nombre científico: *Psittacara mitratus*
Nombre común: Aratinga Mitrada (español), Mitred Parakeet (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el centro del Perú, hasta el norte de Argentina, entre los 400 y los 3400 m, tanto en bosques húmedos como en valles secos (21). En el valle de La Paz existen poblaciones nativas y residentes sobre todo en las cotas inferiores de altitud del valle en Quilihuaya, Cohoni, Cebollullo, Palca, llegando a subir hasta Choquecota.

Existe una población en la ciudad de La Paz de hasta 22 individuos, aparentemente establecida a partir de individuos liberados, se los puede ver entre Mallasa, Calacoto, Irpavi y Cota Cota.

Historia natural

Es un ave reconocible por sus fuertes vocalizaciones de contacto emitidas mientras se desplaza volando de un sitio a otro. Anida en acantilados o en hoyos de árboles. Es una especie muy adaptable y en otras zonas de su distribución, como en los yungas, se constituyen en plagas de cultivos agrícolas. En el valle de La Paz se alimenta en matorrales nativos y también en cultivos agrícolas.



Figura 41. Esta pareja de la Aratinga Mitrada (*Psittacara mitratus*), pertenece a una población asilvestrada que ha logrado establecerse en la zona sur de la ciudad de La Paz. Los individuos se desplazan en grupo diariamente desde sus áreas de pernocte hacia la ciudad en busca de alimento. (Foto: Mauricio Ocampo).

La población asilvestrada de la ciudad de La Paz aparentemente sobrevive porque los individuos son alimentados por algunas personas y porque son capaces de encontrar su alimento en la vegetación exótica de la ciudad, además parece ser que el grupo incrementa en número, posiblemente porque están logrando reproducirse, o cabe la posibilidad de que nuevos individuos de zonas aledañas se estén incorporando al grupo.

FAMILIA FURNARIIDAE (Mineros, Bandurritas, Canasteros, Tijerales y Junqueros):

Autor: M. Isabel Gómez[1,2]

[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Geositta tenuirostris*
Nombre común: Minero Picudo (español), Slender-billed Miner (inglés), Kiti-Kiti (aymara)

Distribución

Esta especie se distribuye desde el centro de Ecuador hasta el noroeste de Argentina, se encuentra en pajonales y matorrales de la puna, entre los 2500 a 4600 m (49). Se observa en campos arados, suelos desnudos y roquedales. A diferencia de los otros mineros, se lo observa más a menudo cerca de humedales, ríos, lagunas y bofedales (21). En el valle de La Paz, se la ha reportado en la ecorregión altoandina y en la puna, en pajonales, campos agrícolas y cerca de lagunas en La Cumbre, Siete Lagunas, represa de Hampaturi, Huallatani Pampa, Tumusa y el Valle de Ánimas.

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios o en parejas. El canto se puede escuchar usualmente cuando vuela, y puede continuar cuando está en el suelo. Durante los vuelos nupciales vuelan en círculos a gran altura mientras vocalizan y hacen vibrar las alas (21). Colocan su nido -que es una copa poco profunda hecha de pastos secos-, en túneles construidos por las Bandurritas (género *Ochetorhynchus*), la época reproductiva es entre octubre y diciembre y colocan dos huevos (21, 50).

Nombre científico: *Geositta cunicularia*
Nombre común: Minero Común (español), Common Miner (inglés), Kiti-Kiti (aymara)

Distribución

Esta especie está ampliamente distribuida, desde el centro de Perú, suroeste de Bolivia hasta el sur de Chile y Argentina (21). Es común en los pajonales del altiplano (3000-4800 m) donde traslapa con el Minero Puneño, del que se diferencia porque este último es más pequeño y no presenta líneas en el pecho. El Minero Común fue observado en la ecorregión altoandina, en Achachicala, La Cumbre (5) y Callapa (8), puede ser considerada una especie rara para el valle de La Paz.

Historia natural

Se pueden observar individuos solitarios, parejas o grupos familiares. A menudo balancea la parte posterior del cuerpo pero rara vez mantiene la cola erguida. Se reproduce durante la época de lluvias y en el valle de La Paz se han observado volantones en diciembre (21).

Nombre científico: *Geositta punensis*
Nombre común: Minero Puneño (español), Puna Miner (inglés), Kiti-Kiti o Tiqui-Tiqui (aymara)

Distribución

Se distribuye desde el sur del Perú hasta el noroeste de Argentina, común en los pajonales de la puna entre 3200 a 5000 m, también se lo puede observar en suelos desnudos, áreas rocosas y también en zonas con arbustos dispersos (21, 49). En el valle de La Paz se la suele observar en la ecorregión altoandina, en pajonales y áreas de cultivo de La Cumbre, Huayllani, Huaripampa y también en Siete Lagunas.

Historia natural

Se lo puede observar solo o en parejas. A menudo balancea la parte posterior del cuerpo, especialmente al aterrizar del vuelo y con frecuencia mantiene la cabeza inclinada. Su presencia depende de la disponibilidad de madrigueras de roedores (p.ej. género *Ctenomys*) para su nidificación (21).

Nombre científico: *Geositta rufipennis*
Nombre común: Minero rojizo (español), Rufous-banded Miner (inglés), Kiti-Kiti (aymara)

Distribución
Se distribuye desde el suroeste de Bolivia hasta el sur de Chile y Argentina, en el altiplano y en pendientes suaves con vegetación baja o arbustos dispersos (21).

En el valle de La Paz ha sido observado principalmente en la ecorregión de Valles Secos, cerca de campos agrícolas y en ambientes periurbanos con matorrales nativos en Cota Cota, Collana, Lipari, Huajchilla y Mecapaca (8), y ocasionalmente en Siete Lagunas.

Historia natural
Se mueve en bandadas, incluso durante la época reproductiva. Al igual que los otros mineros, su vuelo es ondulante pero más frecuente y a menudo balancea la cola.

Se alimenta principalmente de insectos durante la época de lluvias y durante la época seca también se alimenta de semillas de *Coliguaya odorifera* (Euphorbiaceae)(21).

Nombre científico: *Ochetorhynchus andaecola*
Nombre común: Bandurrita Roquera (español), Rock Earthcreeper (inglés)

Distribución
Se encuentra en el suroeste de Bolivia, el norte de Chile y el noroeste de Argentina. En laderas rocosas, cañones con arbustos de *Prosopis*, cactus columnares y a veces en bosques de *Polylepis* (21). Ocasionalmente se encuentra en simpatría con la Bandurrita Piquirrecta. En el valle de La Paz se la puede observar en cañones rocosos con vegetación arbustiva xerofítica y se ha reportado en varias localidades como Apaña, Chicani, Ananta, Lipari, Huajchilla, Mecapaca y Cohoni y es probable que se encuentre en otras localidades de los Valles Secos.



Figura 42. Esta fotografía es muy elocuente respecto a la preferencia de la Bandurrita Roquera (*Ochetorhynchus andaecola*) por los ambientes de Valles Secos, pero observarla posada a cierta altura del suelo, es poco frecuente, puesto que normalmente pasa más tiempo sobre el suelo en busca de insectos. (Foto: Mauricio Ocampo)

Historia natural
Generalmente se la observa solitaria o en parejas y es inquieta y escurridiza por lo que muchas veces es más fácil oír su vocalización que observarla. Tiene hábitos terrestres, puede trepar rocas grandes utilizando la cola a manera de soporte y se mueve entre los arbustos de manera sigilosa (21). Utiliza su pico para buscar su alimento en las grietas y para cavar en la tierra (51).

Nombre científico: *Ochetorhynchus ruficaudus*
Nombre común: Bandurrita Piquirrecta (español), Straight-billed Earthcreeper (inglés)

Distribución
Se distribuye desde el sur de Perú, norte de Chile, suroeste de Bolivia hasta Argentina, de 3500 a 4500 m, en matorrales, laderas rocosas e incluso se lo puede observar en bosques de Polylepis (21). En el valle de La Paz ha sido observada en pajonales, matorrales y en campos agrícolas de la puna, en Collana, Siete Lagunas y La Cumbre.

Principalmente se observa individuos solitarios o en parejas. Es sigilosa e inquieta, corre y salta por el suelo escondiéndose entre los arbustos, por lo que muchas veces es difícil observarla pero es más fácil oír su vocalización. Se reproduce durante la época de lluvias (21).

Historia natural

Nombre científico: *Phleocryptes melanops*
Nombre común: Junquero (español), Wren-like Rushbird (inglés)

Distribución

Ampliamente distribuido, se encuentra en la costa de Chile y Argentina, el sur de Brasil, Paraguay, y las tierras altas de Perú y Bolivia. Es común en el Lago Junín (Perú) y el Lago Titicaca (21). En el valle de La Paz ha sido observada en la laguna de Achocalla y es probable que se encuentre en otras lagunas que mantienen un cinturón denso de totorales en la puna.



Figura 43. Este Junquero (*Phleocryptes melanops*), fotografiado en la laguna de Achocalla, demuestra su gran habilidad para buscar y capturar invertebrados en el medio acuático circundante a las totoras, llegando incluso a posarse sobre los conglomerados de algas filamentosas flotantes, sin hundirse. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Usualmente se lo observa en totorales altos, solitario o en parejas. Tiene un canto que suena como si dos guijarros o piedras estuvieran chocando entre sí o también suena como papel agitándose de 4 a 5 veces por segundo, el cual se entremezcla con trinos nasales (21). Tiene una forma de posarse bastante particular, agarrándose de tallos de totoras paralelos con las patas separadas, tiene mucha habilidad para ponerse cabeza abajo y así capturar su alimento. Está fuertemente asociado a los totorales (*Schoenoplectus* spp.) entre los cuales se oculta, se desplaza rápidamente y construye su nido, se hace evidente cuando vuela entre la vegetación o cuando vocaliza. Se alimenta de insectos, los cuales busca en el borde del agua, en el barro junto a la orilla, o en la vegetación emergente.

Nombre científico: *Cinclodes albiventris*
Nombre común: Remolinera Común (español), Cream-winged Cinclodes (inglés), Kachiranka o Kacha (aymara)

Distribución

Se distribuye en el centro y sur de Perú, las tierras altas de Bolivia y en el norte de Argentina (52). En el valle de La Paz tiene una amplia distribución estando presente en varias localidades de las ecorregiones Altoandino, Puna y Valles Secos. Fue registrada en campos agrícolas, pajonales, a lo largo de quebradas y riachuelos o al borde de lagunas buscando su alimento cerca de cuerpos de agua tanto en zonas periurbanas como en zonas urbanas entre los 2800 y 4500 m de altitud.



Figura 44. Haciendo honor a su nombre, esta Remolinera Común (*Cinclodes albiventris*) se ha apostado a orillas de un curso de agua cristalina y turbulenta de alta montaña; este es un sitio ideal para encontrar invertebrados acuáticos, pues éstos necesitan de aguas limpias y bien oxigenadas para su desarrollo. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Son territoriales, se la observa solitaria o en parejas cerca de arroyos, bofedales, acequias, o suelos anegados. Con frecuencia vuela bajo por largas distancias y es cuando se puede observar claramente la línea blanca de las alas; al aterrizar sube y mueve la cola. A veces atraviesa lugares con agua poco profundos. El canto es un trino que va acelerando (21). Se alimenta de invertebrados y a veces de semillas. Camina buscando insectos en el suelo, introduciendo el pico en la tierra húmeda, en el pasto y en la vegetación herbácea baja. Construye su nido en túneles, o en grietas entre las rocas, y muros de las casas (49).

Nombre científico: *Leptasthenura fuliginiceps*
Nombre común: Tijeral Canelo (español), Brown-capped Tit-Spinetail (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el oeste y centro de Bolivia hasta el norte de Argentina, en laderas con arbustos y en quebradas, tanto en zonas áridas como en zonas semi-húmedas (21).

En el valle de La Paz fue registrado en varias localidades de los Valles Secos y en la parte inferior de la puna, entre los 2800 y 3800 m, en áreas con matorrales nativos y quebradas erosivas y en áreas abiertas. Se encuentra principalmente en zonas periurbanas, y ocasionalmente ingresa a localidades urbanas como Cota Cota, Calacoto, Aranjuez y Mallasa.

Historia natural

Se mueve en parejas o formando grupos pequeños, así como también en bandadas mixtas. Se alimenta de insectos y su dieta incluye huevos de escarabajos (49). Se reproduce en la época de lluvias, en julio se han observado en La Paz individuos inmaduros (21). Es muy activo y acrobático y forrajea en arbustos densos buscando insectos en hojas y ramas.



Figura 45. El Tijeral Canelo (*Leptasthenura fuliginiceps*) busca insectos en el follaje utilizando poses muy acrobáticas; su larga cola le ayuda a mantener el equilibrio.(Foto: M. Ocampo).

Nombre científico: *Leptasthenura aegithaloides*
Nombre común: Tijeral Colinegro (español), Plain-mantled Tit-Spinetail (inglés)

Distribución

Se distribuye desde la costa hasta las montañas en los Andes, encontrándose al sur de Perú, suroeste de Bolivia, Chile y Argentina; en zonas áridas, en quebradas y áreas con arbustos espinosos (21). En el valle de La Paz es más común que el Tijeral Canelo y se encuentra en los Valles Secos, entre los 3200 y 3500 m, pudiendo ascender hasta la puna (3700 m). Fue registrado en varias localidades periurbanas, en zonas con cactáceas y matorrales espinosos del género *Prosopis*, y en cordones de vegetación que bordean cultivos y pajonales. Este Tijeral es más tolerante a ambientes urbanos y se lo puede observar en las áreas verdes de Cota Cota, Calacoto y Auquisamaña.

Historia natural

Se observa en parejas o en grupos pequeños, incluso forma bandadas con otras especies. Trepa por los arbustos y árboles bajos, buscando insectos en las ramas y hojas. Es ágil y realiza movimientos acrobáticos, colgando cabeza abajo y utilizando la cola como soporte y balance. Su nido es en forma de copa y lo construye utilizando ramitas pequeñas, pelos y plumas, lo coloca en huecos de árboles o cactus, o en grietas entre las rocas (49). Vuela bajo y perchea en las partes alta de los arbustos, desde donde muchas veces canta.



Figura 46. A diferencia del Tijeral Canelo, el Tijeral Colinegro (*Leptasthenura aegithaloides*) presenta la cresta con un aspecto estriado. (Foto: Alvaro Garitano - Zavala).

Nombre científico: *Phacellodomus striaticeps*
Nombre común: Espinero Andino (español), Streak-fronted Thornbird (inglés)
Distribución

Se distribuye en el sureste de Perú, centro y sur de Bolivia y el noroeste de Argentina. Prefiere zonas semiáridas, bosques de *Polylepis*, jardines, bosques de eucaliptos y áreas con arbustos espinosos y cactus (21). En el valle de

La Paz ha sido observado en matorrales espinosos y otra vegetación arbustiva en los valles de Tumusa y Collana, alrededor de los 3600 m.

Historia natural

Se observa en parejas o grupos familiares, es sigiloso. Busca insectos en arbustos bajos, muros de piedras y en el suelo, algunas veces se lo puede observar en pendientes rocosas cercanas a áreas arbustivas. A menudo tiene la cola parcialmente levantada. Se reproduce durante la época de lluvias y construye su nido colgándolo del extremo de una rama. Su canto es un fuerte trino y puede hacer dúos con otros individuos (21).

Nombre científico: *Asthenes dorbignyi*
Nombre común: Canastero Rojizo (español), Creamy-breasted Canastero (inglés)

Distribución

El Canastero Rojizo, tiene una amplia distribución, desde el oeste de Perú, oeste de Bolivia hasta el norte de Chile y noroeste de Argentina. La subespecie *A. d. consobrina* se distribuye en el suroeste Bolivia, a 2500 m en el valle de La Paz, y se encuentra de manera dispersa en el altiplano (cerca de los 4000 m), en el noroeste de Oruro y norte de Potosí (21, 49).

En el valle de La Paz el Canastero Rojizo es uno de los canasteros más comunes y presenta una amplia distribución desde la ecorregión Valles Secos hasta la parte inferior de la puna, entre los 2800 hasta los 3800 m de altitud pudiendo ascender hasta los 3960 m. Fue registrado tanto en áreas urbanas (Pura Pura, Calacoto, Achumani, Cota Cota), como en áreas periurbanas con dominancia de vegetación nativa (Mecapaca, Ananta, Cohoni, Santiago de Collana, Muela del Diablo, Lipari, Palca). Se encuentra en quebradas erosivas que mantienen vegetación arbustiva, cerca de campos agrícolas y en matorrales asociados a bosquecillos de eucaliptos.

Historia natural

Se puede observar individuos solitarios o en parejas. Se alimenta de insectos (incluso hormigas) y semillas. Es sigiloso y busca insectos en el suelo y en vegetación baja. Se reproduce en la época de lluvias y construye su nido a manera de una esfera grande (25 a 400 cm. de largo por 23 a 60 cm. de diámetro) en medio de arbustos espinosos y cactus columnares (49). Durante la época reproductiva es territorialista y defiende el área cercana al nido expulsando a otras especies de aves que se acercan. Es difícil de observar, pero se lo escucha vocalizar frecuentemente.



Figura 47. El nido del Canastero Rojizo (*Asthenes dorbignyi*), efectivamente asemeja una canasta cuidadosamente construida cruzando numerosas ramitas; nótese en este nido la entrada del lado derecho. El escurridizo adulto (fotografía de la derecha) forrajea principalmente sobre el suelo. (Fotos: Álvaro Garitano-Zavala y M. Isabel Gómez).

Nombre científico: *Asthenes humilis*
Nombre común: Canastero Gorgiestriado (español), Streak-throated Canastero (inglés)

Distribución

Se encuentra en el noroeste y centro de Perú, y en el oeste de Bolivia (La Paz), es una especie común en pajonales, áreas con suelo desnudo y áreas rocosas de la puna (3500-4800 m), es frecuente verlo cerca del agua (21, 53).

En el valle de La Paz es poco común ya que prefiere áreas a gran elevación y húmedas; fue observado en Achocalla, Llojeta, La Cumbre, Kaluyo y Tapacaya (5, 8) y en pajonales cercanos a los bofedales en Pampalarama.

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios o en parejas. Busca su alimento en el suelo, en medio de hierbas o en suelos desnudos. Se alimenta de escarabajos, larvas de mariposas y también de pequeñas semillas. La estructura de sus nidos es esférica (12-15cm), lo construye con pajas y forra el interior con plumas (49).



Figura 48. El Canastero Gorgiestriado (*Asthenes humilis*) a diferencia del Canastero Pálido (*Asthenes modesta*) no tiene las plumas externas de la cola de un color rojizo. (Foto: M. I. Gómez).

Nombre científico: *Asthenes modesta*
Nombre común: Canastero Pálido (español), Cordilleran Canastero (inglés)

Distribución

Se distribuye desde las tierras altas de Bolivia, Perú y Chile (3000 - 4600 m) hasta el nivel del mar en la Patagonia. Es un canastero común en la puna, está presente en zonas áridas con pajonales bajos, arbustos resinosos y en zonas con poca vegetación (21).

En el valle de La Paz fue observado en la ecorregión de la puna, en Siete Lagunas, el valle de Ánimas, Huaripampa y Chicani (entre 3700 y 4200 m).

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios. Tiene hábitos terrestres, camina y corre como un ratón, saltando entre rocas y debajo de arbustos, capturando insectos en el suelo, frecuentemente levantando la cola. Canta desde la punta de las rocas, o desde arbustos pequeños, su canto es un trino agudo ascendente (21).



Figura 49. El Canastero Pálido (*Asthenes modesta*), al igual que el Canastero Gorgiestriado, habita en los mismos ambientes montañosos, por lo que es común confundirlos si no se atiende las diferencias en sus colas. En esta especie las plumas externas de la cola son rojizas. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

FAMILIA TYRANNIDAE (Atrapamoscas, Cachuditos, Birros, Dormilonas y Pitajos):

Autor: M. Isabel Gómez[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2]Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Elaenia albiceps*
Nombre común: Fiofío Crestiblanco (español), White-crested Elaenia (inglés)

Distribución

Tiene una amplia distribución en Sudamérica, desde el nivel del mar hasta los Andes. La subespecie que está en el valle de La Paz, *E. a. albiceps*, se encuentra desde los 1700 hasta los 3300 m, está en el centro y oeste de Bolivia y el sureste de Perú. Prefiere zonas arbustivas ribereñas, jardines, huertas, y áreas con sauces y molles (*Schinus*

areira) (21). En el valle de La Paz es una especie poco común que se observa principalmente en ambientes silvestres de la parte baja del valle como en Mecapaca, aunque asciende ocasionalmente al límite inferior de la puna, fue observado por ejemplo en el campus universitario de Cota Cota.

Historia natural

Se pueden observar individuos solitarios o parejas, tiene hábitos muy tímidos, forrajea en el interior del ramaje de árboles y arbustos con movimientos rápidos, mantiene una postura vertical, ligeramente inclinado hacia adelante y con la cresta levantada formando dos "cuernos" mostrando el parche blanco de la corona. Se alimenta de insectos pero como en el caso de todas las especies de su género, consume gran cantidad de bayas (*p. e. Schinus areira* y *Lantana*). También puede capturar insectos con despliegues aéreos, vuela hasta 2 m de distancia fuera de su percha y una vez capturada su presa, vuelve y se posa en otra rama (21). Se reproduce durante la época de lluvias, entre noviembre y enero, construye un nido en forma de copa con fibras vegetales, ramas pequeñas y decorado con líquenes (54).



Figura 50. La cresta blanca del Fiofío Crestiblanco (*Elaenia albiceps*) está oculta entre las plumas del píleo, por lo que si éstas no están levantadas, como en este individuo fotografiado en Mecapaca, no es posible observarla; en estos casos, las bandas blancas en las alas permiten identificar a la especie. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Nombre científico: *Camptostoma obsoletum*
Nombre común: Mosquerito Silbón (español), Southern Beardless-Tyrannulet (inglés)

Distribución

Esta especie está ampliamente distribuida desde Costa Rica hasta el norte de Argentina. Se encuentra en hábitats arbustivos, áreas con arbustos espinosos, bosques deciduos, al borde de bosque húmedo, en jardines y parques urbanos (54). En el valle de La Paz fue observado en los Valles Secos (2900-3460 m), en matorrales y vegetación arbustiva de Cota Cota, Mecapaca, Auquisamaña, Palca y Cohoni.

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios o en parejas. Aparentemente sólo la hembra construye el nido que es de forma globular con una entrada lateral en medio de la vegetación densa y ambos padres alimentan a los polluelos (54). Es una especie muy activa, se la puede observar moviéndose entre árboles altos y arbustos medianos manteniendo una postura horizontal y revolotea rápidamente de rama en rama capturando insectos (21). Se mueve entre la vegetación chasqueando las alas y las plumas de la cola. Tiene un canto característico, que son silbidos cortos quejumbrosos que facilita su detección, incluso antes de ubicarlo con la vista.

Nombre científico: *Anairetes flavirostris*
Nombre común: Cachudito Piquiamarillo (español), Yellow-billed Tit-Tyrant (inglés)

Distribución

Esta especie es común en los Andes, se distribuye en el oeste de Perú, norte de Chile, oeste de Bolivia y en Argentina, en zonas abiertas con arbustos bajos, en matorrales ribereños y zonas semiáridas (21). En algunas áreas se puede encontrar en simpatría con el Cachudito Piquinegro, que es más común y se lo observa con más frecuencia. En el valle de La Paz se lo ha observado en Valles Secos y la parte inferior de la Puna, entre los 2900 y 3700 m; en vegetación arbustiva cerca de pajonales y campos agrícolas en Mecapaca, Cuñamani y Chicani.

Historia natural

Forrajea solo o en pequeños grupos, ocasionalmente en bandadas mixtas con otras especies. Es muy activo, se lo puede observar moviéndose de rama en rama realizando vuelos cortos y capturando insectos en el follaje. No es muy vocal, emite un llamado a manera de trino corto que va ascendiendo y luego desciende. Se reproduce en la época de lluvias, construye su nido a 1-2 m del suelo y dentro de arbustos, es en forma de copa y en su elaboración utiliza fibras de plantas, líquenes y lo forra con plumas (54).

Nombre científico: *Anairetes parulus*
Nombre común: Cachudito Piquinegro (español), Tufted Tit-Tyrant (inglés)

Distribución

Es una especie ampliamente distribuida a lo largo de los Andes, desde el sur de Colombia hasta el suroeste de Argentina. En algunas localidades se puede encontrar tanto el Cachudito Piquiamarillo como el Cachudito Piquinegro, pero este último prefiere hábitats más húmedos como el borde de bosque montano, bosques de *Polylepis* y bosques nublados (54). En el valle de La Paz tiene una amplia distribución, desde los 2800 hasta los 3800 m de altitud, en Valles Secos y en la Puna. Es común y fue registrado en vegetación arbustiva nativa, en matorrales asociados a bosquecillos de eucaliptos, en quebradas erosivas, y en vegetación aledaña a campos de cultivo. A diferencia del Cachudito Piquiamarillo, es muy común al interior de la matriz urbana, se los observa en jardines, plazas y parques, así como también en los árboles de los bordes de calles y avenidas.



Figura 51. Este individuo de Cachudito Piquinegro (*Anairetes parulus*) está bastante afanado extrayendo las fibras de un mechón de lana de oveja que ha quedado enganchado en el alambre de púas. Como otros tiránidos, esta especie construye nidos en forma de copa cuyo interior es tapizado prolijamente con fibras de materiales suaves. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es muy activo, se mueve de rama en rama, preferentemente en arbustos y árboles bajos con hojas pequeñas realizando vuelos cortos y capturando insectos entre la vegetación. Cuando se alimenta chasquea las plumas de la cola y mueve las alas. Es muy vocal, su llamada es un trino agudo como un parloteo y a veces realiza dúos con otro individuo. Se reproduce dos veces al año, de enero a junio y de agosto a enero; es territorial y agresivo, construye un nido pequeño, compacto, en forma de copa para lo cual utiliza raíces, pajas, líquenes y muchas plumas (54); ponen dos huevos y ambos padres participan del cuidado parental.

Nombre científico: *Tachuris rubrigastra*
Nombre común: Sietecolores (español), Many-colored Rush Tyrant (inglés)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes, desde el oeste de Perú hasta el sureste de Brasil, Uruguay y Argentina. Está especializada para vivir en la vegetación acuática emergente, como los torales, se la encuentra en ambientes acuáticos como lagos y lagunas, desde el nivel de mar hasta los 4200 m (21). En el valle de La Paz ha sido observada solamente en la laguna de Achocalla, pero es probable que se encuentre en otras lagunas que mantienen un denso cinturón de totorales.



Figura 52. El Sietecolores (*Tachuris rubrigastra*), pasa toda su vida en los cinturones de juncos emergentes, como los totorales de la laguna de Achocalla, en ellos construye sus nidos y busca una gran variedad de invertebrados entre la vegetación y sobre la superficie del agua, paro lo cual, utiliza ágiles y acrobáticos movimientos para sostenerse entre los juncos. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Se pueden observar individuos solitarios o grupos familiares en medio de densos totorales, generalmente no se los observa en zonas abiertas. Busca su alimento en la vegetación acuática y sobre la superficie del agua; para capturar los insectos realiza movimientos acrobáticos, pudiendo colgarse cabeza abajo, saltar y realizar pequeños vuelos. Se reproduce entre septiembre y febrero, construye un nido cónico en forma de copa el cual sujeta a un tallo de totora, para construirlo utiliza totora seca (54)

Nombre científico: *Knipolegus aterrimus*
Nombre común: Viudita Aliblanca (español), White-winged Black-Tyrant (inglés)

Distribución

Tiene una distribución fragmentada, desde el sur de Perú, centro de Bolivia, centro de Argentina y este de Paraguay, principalmente en zonas áridas, en claros de bosque, quebradas y zonas arbustivas (21). En el valle de La Paz es común en la ecorregión de Valles Secos, entre los 2800 a 3400 m; fue registrada en zonas periurbanas con vegetación nativa y matorrales xerofíticos, en Collana, Mecapaca, Ananta, Auquisamaña, Cebollullo y Cohoni.



Figura 53. La cabeza del macho de la Viudita Aliblanca (*Knipolegus aterrimus*) tiene una distintiva forma cuadrada, debido a que las plumas de la cabeza están levantadas, también es evidente el pico gris azulado con la punta negra. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Es confiada y se la observa generalmente solitaria, manteniendo una postura vertical cuando esta posada en ramas aisladas o en la cima de cactus columnares; desde estas perchas vuela para capturar insectos que están en el aire, follaje o en el suelo. Se reproduce entre octubre y febrero. El macho realiza un despliegue para atraer a la hembra que consiste en vuelos cortos, donde se detiene en el aire y cae en picada, algunas veces acompañado de vocalizaciones que incluye chasqueos con el pico. Construye un nido en forma de copa utilizando ramitas, plumas y pelos de mamíferos y lo ubica en el estrato bajo de árboles y arbustos (54). Las hembras, a diferencia de los machos, son poco evidentes y difíciles de observar.

Nombre científico: *Muscisaxicola maculirostris*
Nombre común: Dormilona Chica (español), Spot-billed Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución

Tiene una amplia distribución en los Andes, desde Colombia hasta el sur de Chile y Argentina, entre los 2000 a 4000 m; también se la puede encontrar a nivel del mar en Chile sobre todo en la época no reproductiva. Se encuentra en zonas áridas con vegetación arbustiva dispersa y en laderas rocosas, a diferencia de las otras dormilonas, no muestra afinidad por zonas húmedas (54). En el valle de La Paz es poco común y se la ha observado en la ecorregión Valles Secos, en Mecapaca y Palca (2800 y 2900 m).

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios o parejas, y durante la época no reproductiva a veces forman grupos pequeños. Es más difícil de ver que las otras dormilonas, se mueve realizando vuelos cortos y luego se posa en las paredes de las quebradas o se oculta entre la vegetación baja. Se reproduce entre octubre y marzo. Realiza un interesante despliegue nupcial aéreo, revoloteando y lanzándose en picada. Construye su nido en el suelo, cerca de arbustos o rocas, el cual tiene forma de copa y está elaborado con pastos secos y forrado con pequeñas plumas (54).

Nombre científico: *Muscisaxicola griseus*
Nombre común: Dormilona de Taczanowski (español), Taczanowski's Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución

Se distribuye en Perú y el noroeste y centro de Bolivia, en pajonales del páramo y la puna, entre los 2700 y 4800 m (54). En el valle de La Paz, es una especie rara y Ribera (5), menciona que es más frecuente observarla en campos altoandinos, cerca de los glaciares Chacaltaya y Kasiri.

Historia natural

Es una especie principalmente terrestre; para buscar insectos en el suelo realiza carreritas, da saltos y se detiene repentinamente permaneciendo en posición vertical (esta posición es menos erguida que las otras dormilonas), ocasionalmente se la puede observar posada en una percha elevada. Tiene un vuelo recto y rápido, cuando aterriza mueve la cola y sacude las alas. Forma pequeñas bandadas durante la época no reproductiva (54).

Nombre científico: *Muscisaxicola juninensis*
Nombre común: Dormilona Puneña (español), Puna Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución

Se distribuye en el centro y sur de Perú, suroeste de Bolivia y norte de Chile y Argentina, en pajonales de la puna, cerca de zonas rocosas, en bofedales entre 3200 y 5000 m, pero es más común a los 4200 m (54). En el valle de La Paz es rara, se encuentra en la ecorregión altoandina y en el límite superior de la puna, ha sido observada en los bofedales de Pampalarama y Palca.



Figura 54. Como todas las especies de su género, la Dormilona Puneña (*Muscisaxicola juninensis*) se especializa en la captura de invertebrados del suelo; este individuo ha conseguido una larva y se dispone a escapar volando. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Tiene hábitos terrestres y sus movimientos para buscar insectos son similares a las otras dormilonas. Durante la época no reproductiva puede formar bandadas con individuos dispersos; se reproduce en la época de lluvias, y construye su nido en grietas entre rocas (54). Es residente, pero realiza movimientos altitudinales cuando el clima es frío.

Nombre científico: *Muscisaxicola cinereus*
Nombre común: Dormilona Cenicienta (español), Cinereous Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución

Se distribuye desde el sur de Perú hasta el norte de Chile y Argentina. En Bolivia se encuentra principalmente en el altiplano, en bofedales y cerca de lagunas, prefiere zonas con vegetación baja (21). En el valle de La Paz, está presente en la puna entre los 3600 hasta los 4200 m de altitud y ocasionalmente se puede observar en altitudes menores (2800-2900m). Fue registrada en laderas rocosas, en zonas abiertas, pajonales, campos agrícolas y bofedales de La Cumbre, Siete Lagunas, Huallatani, Lipari, Tumusa y Palca.

Historia natural

Es confiada, tiene hábitos terrestres y sus movimientos para buscar insectos son similares a las otras dormilonas, manteniendo una postura vertical. Se reproduce entre septiembre y marzo; construye su nido en forma de copa, en huecos entre rocas, y está forrado con plumas y pelos de caballos (54).

Nombre científico: *Muscisaxicola albifrons*
Nombre común: Dormilona Gigante (español), White-fronted Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución

Se distribuye en el centro y sur de Perú, oeste de Bolivia y norte de Chile, se encuentra en pajonales en la puna, áreas rocosas, y en bofedales a 4000 y 5600 m (54). En el valle de La Paz, se la puede observar en los bofedales de Pampalarama, y en otros bofedales circundantes. Ribera (5), la considera como rara y menciona que frecuenta la ecorregión altoandina, en La Cumbre, Palloma – Kasiri y la Muela del Diablo.



Figura 55. Esta fotografía permite apreciar la típica postura que adoptan las dormilonas sobre el suelo cuando buscan invertebrados. La Dormilona Gigante (*Muscisaxicola albifrons*) resalta sobre todas las demás por su gran tamaño; habita preferentemente en los bofedales altoandinos. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Generalmente se observan individuos solitarios incluso durante la época reproductiva, tiene hábitos terrestres y atrapa insectos en el suelo persiguiéndolos corriendo o realizando pequeños y rápidos vuelos a manera de saltos (54). Se alimenta de invertebrados grandes, larvas de insectos y arañas que encuentra

en los bofedales. Mantiene una postura muy erguida y debido a su gran tamaño es fácil de identificar. Es territorial y muchas veces aleja a otras dormilonas que se encuentran en el mismo bofedal.

Nombre científico: *Muscisaxicola flavinucha*
Nombre común: Dormilona Fraile (español), Ochre-naped Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución
Se encuentra en el norte de Perú, oeste de Bolivia y sur de Chile y Argentina. Se encuentra en la puna, en laderas pedregosas con poca vegetación, y cerca de cuerpos de agua, entre 2000-4500 m (54). Las poblaciones del extremo sur de Sudamérica migran en el invierno al norte de los Andes, en Perú y Bolivia, pero hay poblaciones residentes entre el centro de Bolivia y norte de Argentina. En el valle de La Paz, se han observado algunos individuos en septiembre, en La Cumbre y en bofedales cercanos al valle en octubre y febrero. Es posible que se trate de individuos pertenecientes a poblaciones que se reproducen en Bolivia o individuos que estaban de paso durante su migración.

Historia natural
Es solitaria, no es muy ágil y cuando se mueve lo hace volando distancias cortas (principalmente saltando o corriendo). Su pecho sobresale cuando mantiene una postura erguida, aunque a diferencia de otras dormilonas mantiene una postura horizontal la mayor parte del tiempo (21).

Nombre científico: *Muscisaxicola rufivertex*
Nombre común: Dormilona Nuquirroja (español), Rufous-naped Ground-Tyrant (inglés), Tayankallo (aymara)

Distribución
Se distribuye desde el norte de Perú, centro y oeste de Bolivia, hasta el norte de Chile y noroeste de Argentina, entre 3000 y 4520 m, en pajonales y laderas rocosas (21). A diferencia de otras dormilonas, no está presente a grandes altitudes. En el valle de La Paz es mucho más común observarla, principalmente en las ecorregiones de Valles Secos y puna, entre 2800 y 4200 m, en zonas abiertas, campos de cultivo y pajonales con vegetación arbustiva dispersa en ambientes rurales y periurbanos como Lipari, Apaña, Chicani, Valle de Ánimas, Palca y Siete Lagunas. No ingresa a la matriz urbana.

Historia natural
Generalmente es solitaria, se posa en el suelo o en lugares elevados desde donde busca insectos en el suelo, que atrapa persiguiéndolos corriendo. Es territorial y durante sus peleas por territorio se para en rocas elevadas desde donde mueve las alas y la cola, muestra el parche castaño de la corona y se mueve de roca en roca (21).



Figura 56. Varias especies de dormilonas se distinguen entre sí por las características de los parches coloridos de sus cabezas, en esta Dormilona Nuquiroja (*Muscisaxicola rufivertex*) resalta el parche castaño-rojizo. (Foto: Mauricio Ocampo).

Nombre científico: *Agriornis montanus*
Nombre común: Gaucho Serrano (español), Black-billed Shrike-Tyrant (inglés), Waycho (aymara)

Distribución
Se distribuye a lo largo de los Andes, desde Colombia y Ecuador hasta el sur de Chile y suroeste de Argentina, entre 1800 a 4100 m, se encuentra en zonas abiertas, laderas arbustivas secas, el borde de bosques de *Polylepis,* pastizales de la puna y laderas rocosas (21). En el valle de La Paz es una especie con baja densidad y poco común, se ha registrado en el cerro Cuñamani, y en el Valle de Ánimas (3800-3900 m), en pajonales con vegetación arbustiva dispersa.

Historia natural

Es solitario, a veces se pueden observar en parejas. Se posa en rocas, árboles y arbustos manteniendo una postura vertical cuando está posado. Pasa la mayor parte del tiempo en el suelo, busca insectos saltando entre roca y roca. Se alimenta de pequeños mamíferos, lagartijas, huevos y polluelos, además de insectos grandes y semillas. Se reproduce durante la época de lluvias, su nido es en forma de copa que construye en el suelo o en grietas entre las rocas. Es muy vocal, y emite silbidos fuertes y claros (21, 54).

Nombre científico: *Agriornis micropterus*
Nombre común: Gaucho Gris (español), Grey-bellied Shrike-Tyrant (inglés), Waycho (aymara)

Distribución

Se distribuye desde los Andes del sur del Perú desde los 5000 m hasta el nivel del mar en el este y sur de Argentina, las poblaciones más sureñas migran al centro de Argentina y hay poblaciones residentes desde el centro de Bolivia al norte de Argentina (21). En el valle es poco común; se han registrado dos individuos posados conspicuamente en afloramientos rocosos y volando entre los arbustos para capturar insectos en el cerro Cuñamani.

Historia natural

Tiene una dieta similar al Gaucho Serrano. El macho realiza conspicuos despliegues aéreos de cortejo, se reproducen entre septiembre a diciembre, colocan de tres a cuatro huevos en un nido con forma de copa (21, 54).

Nombre científico: *Ochthoeca oenanthoides*
Nombre común: Pitajo Canela (español), d'Orbigny's Chat-Tyrant (inglés)

Distribución

Se distribuye en el sur de Perú, oeste de Bolivia y norte de Chile y Argentina, entre 2800 a 4500 m Se encuentra en la puna, en laderas rocosas con arbustos dispersos, árboles de queñua (*Polylepis* spp.), kara (*Puya*), *Gynoxis* y en otras especies de árboles bajos y arbustos (21). En el valle de La Paz es común y está en la ecorregión de Valles Secos y en la parte inferior de la puna, entre los 3000 y 3900 m Se lo observa en quebradas erosivas y matorrales bajos, en vegetación mixta con eucaliptos, cerca de campos de cultivo y pajonales en Chicani, Valle de Ánimas, Apaña, Achocalla, Mecapaca, Cohoni. Es posible encontrarla cerca de ambientes urbanos, siempre que éstos presenten abundante vegetación y cercanos a ambientes periurbanos.



Figura 58. El Pitajo Canela (*Ochthoeca oenanthoides*) se posa en ramas de arbustos a una altura intermedia, para capturar insectos tanto en el aire como en el suelo. Generalmente elije atalayas descubiertas que le permitan despegar con facilidad para regresar al mismo sitio luego de la captura. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se observan individuos solitarios o en parejas. Se posa de manera conspicua en ramas secas, en la parte superior de arbustos, o sobre cercos, manteniendo una postura vertical. Atrapa insectos en el suelo y generalmente retorna a la misma percha. Se reproduce en la época de lluvias, en el valle de La Paz hay registros de huevos y volantones en diciembre y juveniles en enero. Su nido es en forma de copa, encontrándose en huecos de acantilados o farallones (54).

Nombre científico: *Ochthoeca leucophrys*
Nombre común: Pitajo Gris (español), White-browed Chat-Tyrant (inglés)

Distribución

Se encuentra desde el suroeste de Ecuador hasta el norte de Chile y noroeste de Argentina, desde la costa hasta los 3600 m. Se encuentra en zonas áridas, en laderas con pajonales y hierbas y en laderas arbustivas (21). En el valle de La Paz es menos común que el Pitajo Canela y en algunas áreas son simpátricos. Ha sido observado en las ecorregiones de Valles Secos y Puna, entre 2700 a 3900 m. En zonas periurbanas con arbustos bajos poco densos, en quebradas erosivas rocosas con matorrales, cerca de riachuelos en Chicani, Muñumarca, Auquisamaña, Pedregal, Muela del Diablo, el valle de Ánimas, Ovejuyo, Collana y Cohoni.

Historia natural

Por lo general se observan individuos solitarios. Se posa en la parte superior de pequeños arbustos, manteniendo una postura vertical. Espera en silencio, vuela y atrapa insectos en el aire, o el suelo retornando a la misma rama. Frecuentemente sacude las alas y la cola (21).

Nombre científico: *Myiotheretes striaticollis*
Nombre común: Birro Grande (español), Streak-throated Bush-Tyrant (inglés)

Distribución

Es poco común pero ampliamente distribuido en los Andes, desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina, entre 1700 a 3700 m. Se lo puede observar en bordes y claros de bosque, en quebradas y riscos.

En el valle de La Paz fue registrado en Següencoma, Mallasa, Auquisamaña y Cota Cota; aunque la especie no es migrante, la presencia eventual y poco común en el valle de La Paz puede estar relacionada a movimientos locales.

Historia natural

Se lo observa solitario o en parejas, posado en ramas aisladas desde las que captura insectos en el aire o en el suelo, también come pequeños vertebrados; tiene un vuelo ondulatorio (21).



Figura 57. Es característico del Birro Grande (*Myiotheretes striaticollis*), esperar posado sobre una rama a que pasen insectos voladores para capturarlos. Es poco frecuente en el valle, este individuo fue fotografiado en un parque urbano de la ciudad de La Paz. (Foto: Daniela Morales).

FAMILIA COTINGIDAE (Cotingas):

Autor: Jackeline Campos[1]
[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Phytotoma rutila*
Nombre común: Cortarramas Argentino (español), White-tipped Plantcutter (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el Centro y sur de Bolivia a los 3600 m en los valles secos de los Andes, hasta tierras bajas en el suroeste de Uruguay y centro de Argentina, pasando por Paraguay; habita en ambientes de bosque abierto, matorrales espinosos, ambientes agrícolas, y regiones semi áridas (55). En el valle de La Paz es una especie muy frecuente, ha sido reportada desde los 2780 a los 3850 m, es particularmente abundante y frecuente en los ambientes de Valles Secos de Mallasa, Cañón de Palca, Lipari y Mecapaca, con predominancia de vegetación nativa, pero fuertemente asociado a cultivos de árboles frutales u otros campos agrícolas, en piso puneño es común en áreas agrícolas como en el Valle de Ánimas, Chicani y Achocalla. También es común en ambientes periurbanos con vegetación nativa e incluso en bosquecillos artificiales como en Auquisamaña y Pura Pura, así como en fragmentos de vegetación remanente de la Av. Buenos Aires, Llojeta, el Barrio Gráfico y el Parque Urbano Central. Ingresa a la matriz urbana de la ciudad de La Paz, siendo más frecuente en la zona sur que tiene menor altitud y más jardines y parques como en Obrajes, Calacoto, Cota Cota y Mallasa, pero también se la observa en Miraflores, Villa Fátima y Sopocachi.



Figura 59. El Cortarramas Argentino (*Phytotoma rutila*) consume una gran cantidad de brotes y frutos; en la fotografía se observa un macho adulto consumiendo los foliolulos más tiernos de las hojas de este algarrobo (*Prosopis* sp.), nótese cómo las espinas del árbol no le representan un impedimento. (Foto: Mauricio Ocampo).

Historia natural

Esta especie es residente en el valle de La Paz y comúnmente observada en cualquier época del año, su abundancia disminuye en ambientes perturbados por la actividad humana en zonas urbanizadas con alta cobertura de edificaciones y baja cobertura de vegetación arbustiva y arbórea nativa (56). Se alimenta cortando con su pico dentado las hojas de las ramas y pequeños brotes de varias especies de Valles Secos, también consume diversidad de frutos como por ejemplo de *Prosopis* sp., *Berberis* sp., *Acacia* sp. o *Schinus areira*, y ocasionalmente flores de *Nicotiana glauca*, aprovecha los brotes y frutos de árboles frutales introducidos. Pueden forragear solos, en pareja o en grupos familiares sobre árboles y arbustos medianos, y sólo ocasionalmente en el suelo.

Mientras percha o se alimenta sobre la vegetación, tanto la hembra como el macho realizan vocalizaciones de contacto repetidas como *"errrrrr"*, semejantes al sonido de una "puerta vieja que se abre", éstas también son emitidas cuando el ave escapa volando luego de ser perturbada, y es aún más utilizada en época reproductiva como canto territorialista por los machos, los cuales posados en ramas elevadas de árboles o arbustos, o en postes, y haciendo evidentes sus coloraciones rojo brillantes del pecho, las emiten durante varios minutos.Construye sus nidos en árboles pequeños y arbustos de porte mediano, el nido tiene forma de canasta hecho con pequeñas ramas, fibra de raíces y pasto. Se ha observado que el macho construye hasta más de un nido hacia los cuales intenta atraer a la hembra para la puesta de huevos. La época reproductiva es desde septiembre a febrero, ponen de dos a cuatro huevos incubados sólo por la hembra en un periodo de 14 a15 días, los pollos son cuidados por ambos padres en un periodo de 17 días, siendo que por lo general sobreviven dos crías por año (55).

FAMILIA HIRUNDINIDAE (Golondrinas):

Autor: Jackeline Campos[1]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Pygochelidon cyanoleuca*
Nombre común: Golondrina Barranquera (español), Blue-and-white Swallow (inglés), Siluri (aymara)

Distribución

Se distribuye en toda Sudamérica, se la encuentra en ambientes de quebradas de ríos, serranías rocosas y en cañones de tierra hasta los 4000 m (21, 57). En el valle de La Paz es comúnmente observada desde los 2800 a los 4700 m. Es común en ambientes puneños y altoandinos con ríos, arroyos y lagunas, como en La Cumbre, Siete Lagunas y Uni, donde además nidifica en paredes arcillosas verticales. Desde esos sitios se desplazan ampliamente en busca de insectos, por lo que pueden encontrarse sobre campos abiertos con vegetación nativa y campos agrícolas como en Chicani, Muela del Diablo, Apaña, Lipari, Mecapaca, Palca o Tumusa, en ambientes periurbanos de la ciudad de La Paz, e incluso dentro de la matriz urbana realizando movimientos circulares sobre techos de casas y cables eléctricos en las zonas de San Pedro, Sopocachi y Villa Fátima, y en áreas verdes de la zona sur.



Figura 60. La Golondrina Barranquera (*Pygochelidon cyanoleuca*), nidifica en ambientes urbanos; esta pareja ha instalado su nido en un orificio que ha quedado entre las rocas de un muro de contención construido en el barrio Meseta de Achumani (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Es la especie de golondrina más frecuente en el valle de La Paz, se la observa sobrevolando en pequeños grupos mientras caza moscas, mosquitos, hormigas voladoras, escarabajos y polillas, ya sea sobrevolando lagunas, ríos o áreas inundadas temporalmente, realizando vuelos de zigzagueo o en círculos. Ocasionalmente se han observado bandadas mixtas con la Golondrina Ventriparda o el Vencejo Andino. La época reproductiva en Bolivia comienza en marzo, nidifican en grietas de paredes de tierra, grietas entre rocas, huecos de árboles, huecos en edificaciones humanas o cavidades realizados por otros animales. El nido está hecho de pasto seco y ramas finas, es construido por ambos sexos, en el interior de cavidades, como en los rebordes de terrenos arcillosos al lado de caminos, barrancos o cursos de ríos, y en ambientes urbanos pueden hacerlos en distintos tipos de orificios en muros. La hembra pone hasta cuatro huevos que son incubados por ambos padres en un periodo de 15 días y el cuidado y alimentación de los pichones es realizado por ambos padres en un tiempo de 26 días, en la mayoría de

los casos sobreviven hasta dos crías, los padres pueden estar juntos a lo largo de todo el año (57). Se la considera residente al norte de su distribución y migrante al sur de Sudamérica (57).

Nombre científico: *Orochelidon murina*
Nombre común: Golondrina Ventriparda (español), Brown-bellied Swallow (inglés), Siluri (aymara)

Distribución

Se distribuye desde Venezuela hasta el centro de Bolivia, desde los 2800 hasta los 4000 m. Es usualmente observada en pastizales, matorrales, bosques de *Polylepis*, campos de cultivo y zonas pobladas cercanas a cuerpos de agua (21, 57). En el valle de La Paz ha sido reportada con poca frecuencia sobrevolando humedales cercanos a la laguna Estrellani en La Cumbre a los 4600 m.



Figura 61. La obscura coloración pardo-grisácea del vientre y garganta de la Golondrina Ventriparda (*Orochelidon murina*), es la principal característica que permite diferenciarla de la Golondrina Barranquera. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Forrajean solos o en pequeños grupos, sobrevolando lagunas, ríos y áreas inundadas o humedales. La época reproductiva comienza desde enero y puede durar hasta agosto en el este central de los Andes, nidifican en grietas de paredes de tierra, rocas, huecos de árboles, y edificaciones. El nido está hecho de pasto seco y ramas finas construido por ambos sexos, la hembra pone hasta tres huevos, el periodo de incubación y el cuidado de los pichones aún no se ha documentado; se la considera residente y posiblemente realiza movimientos locales (57).

Nombre científico: *Orochelidon andecola*
Nombre común: Golondrina andina (español), Andean Swallow (inglés), Siluri (aymara)

Distribución

Se encuentra distribuida al sur de Bolivia, centro y sur de Perú, norte de Chile y noroeste de Argentina, puede habitar a más de los 4600 m en zonas pobladas, ambientes de bosque, alrededor de campos de cultivo y de cuerpos de agua (57). En el valle de La Paz ha sido observada desde los 2800 a los 4200 m en ambientes con campos de cultivo, ríos y espacios inundados en la localidad de Mecapaca y ambientes con lagunas permanentes en las localidades de Siete Lagunas y Achocalla.

Historia natural

Forrajean solos o en grupos de hasta de 20 individuos, sobrevuelan a bajas alturas lagunas, ríos, humedales, charcos estacionales y pastizales ganaderos. La época reproductiva en Bolivia comienza posiblemente desde diciembre y se extiende hasta marzo, nidifican en grietas de paredes de tierra y de rocas, huecos de árboles y edificaciones, y también sobre los techos de las casas. La construcción de nidos, la puesta de huevos, el periodo de incubación y el cuidado de los pichones aún no han sido documentados. Se conoce que luego de la etapa reproductiva esta especie puede realizar algunos movimientos migratorios hacia el Perú (57).

FAMILIA TROGLODYTIDAE (Chochines):

Autor: Jackeline Campos[1]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Troglodytes aedon*
Nombre común: Chochín criollo o Ratona (español), House Wren (inglés)

Distribución

Ampliamente distribuida, desde el sur de México hasta el sur de Sudamérica, ocupando una amplia variedad de ambientes, como bosques cerrados y ambientes abiertos como campos de cultivo y ciudades, desde el nivel del mar hasta los 4500 m (34). En el valle de La Paz ha sido registrada en todos los tipos de ambientes desde los

2700 hasta los 4000 m. Como su nombre en inglés lo indica, es muy particular su asociación a ambientes poblados por el humano, pues si bien se lo observa en ambientes silvestres periurbanos, es más frecuente en todos los asentamientos humanos de las áreas rurales y dentro de la matriz urbana de la ciudad de La Paz. En la urbe se lo observa en plazas y parques, en los jardines residenciales y hasta en las más pequeñas jardineras con poca vegetación donde frecuentemente anida; es parte de las comunidades de aves más simplificadas de los entornos urbanos (12).



Figura 62. El Chochín Criollo (*Troglodytes aedon*) es una de las pocas especies explotadoras urbanas, en parte porque utiliza muchos tipos de oquedades para anidar, en este caso un tubo PVC en un muro. En esta pareja, mientras un individuo llega con un insecto recién capturado para alimentar a los polluelos, el otro deja el nido extrayendo un saco fecal; por la ausencia de dimorfismo sexual, es difícil saber cuál es el padre y cuál la madre. (Foto: Jackeline Campos).

Historia natural

Esta especie es más conocida como "Ratona" debido a que tiene un tamaño similar al de un ratón y se mueve y escabulle rápidamente entre las ramas de la base de los arbustos, distinguiéndose apenas una silueta obscura. En estos casos es típico que emita sus vocalizaciones de alarma semejantes a un agudo gruñido como *"Krrett-Krrett-Krrett".* Muy temprano en las mañanas, y principalmente durante la época lluviosa, emite sus hermosos cantos territoriales y reproductivos de atracción a la hembra, uno de los sonidos naturales más típicos en la urbe en zonas donde existen jardines; es posible que presenten eventos reproductivos durante todo el año (21).

Su éxito de colonización del ambiente urbano está dado, por un lado, por la amplia gama de invertebrados que puede encontrar entre la vegetación, en huecos de árboles, o en el suelo, y por otro lado, a la amplia gama de grietas y hoyos donde puede instalar su nido, pudiendo encontrarse nidos entre la vegetación de los cercos vivos de las viviendas, en esquinas de los tejados, en grietas y agujeros de las paredes, y hasta en caños y canaletas.

FAMILIA TURDIDAE (Zorzales y Mirlos):

Autor: Jackeline Campos[1]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Turdus amaurochalinus*
Nombre común: Zorzal Chalchalero (español), Creamy-bellied Thrush (inglés)

Distribución

Esta especie se distribuye al sur y este de Bolivia, sur de Brasil, norte y sur de Perú, y casualmente en el centro de Chile, desde los 2600 a los 2900 m, en general habita en bosques primarios y secundarios abiertos, bordes de bosque y jardines en regiones semi-áridas y semi-húmedas (21). Es residente, se ha documentado aparentes movimientos migratorios al norte de Brasil (58). En el valle ha sido observada principalmente en la ecorregión de Valles Secos entre los 2800 y 2900 m, tanto en ambientes relativamente conservados de bosque y matorral seco espinoso, como en campos de cultivo y plantaciones de árboles frutales en las zonas de Mecapaca y Huajchilla.



Figura 63. A diferencia del Chiguanco, que está tan ampliamente distribuido en el valle de La Paz, el Zorzal Chalchalero (*Turdus amaurochalinus*) se restringe a los Valles Secos, pero en ellos también puede utilizar ambientes modificados como cultivos de árboles frutales. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Forrajea en árboles plantados como eucaliptos y variedad de árboles frutales, también puede ser observado buscando lombrices de tierra y larvas en jardines con pasto, sin embargo, se alimenta

principalmente de insectos terrestres, frutos y ocasionalmente de flores. Se lo observa solitario o en parejas y a veces en pequeños grupos. Suele desplazarse dando pequeños brincos en el suelo y cuando se posa erguido en el suelo en ocasiones sacude las alas y la cola. Emite cantos secos y monótonos compuestos por frases cortas y simples (21). Nidifica en árboles y arbustos, el nido está construido con pasto, ramas, raíces y partes de epífitas (*Tillandsia*), tiene forma de cáliz, se conoce que la hembra pone entre tres y cuatro huevos de color azul verdusco y manchas marrones, el periodo de incubación dura hasta 15 días, se ha reportado que la eclosión de los huevos es a partir de febrero hasta marzo, posterior a ello, los padres realizan el cuidado de los pichones por un periodo de 15 días hasta que aprenden a volar (58).

Nombre científico: *Turdus fuscater*
Nombre común: Mirlo Grande (español), Great Thrush (inglés), Chiguanco (aymara)

Distribución

El Mirlo Grande es estrictamente sudamericano, se distribuye desde el norte de Venezuela hasta el centro oeste de Bolivia. Usa principalmente hábitats de bosque húmedo (21), y secundariamente campos abiertos, campos de cultivo y jardines en ciudades. En el valle de La Paz ha sido reportado en ambientes urbanos con jardines como en el Parque Urbano Central, jardines del Campus Universitario de Cota Cota y en la zona de Alto Llojeta con la presencia de remanentes de vegetación nativa y edificaciones. Probablemente es más frecuente, pero la confusión con el Mirlo Chiguanco hace que sea menos reportado.

Historia natural

Es de suponer que el Mirlo Grande es residente del valle de La Paz. En la época reproductiva suele realizar cantos similares a una "carcajada", realiza llamados de alerta como *"kee" o "tjuck"* repetidas veces para avisar a otros individuos de la misma especie la presencia de predadores u otras especies intrusas en su territorio. Generalmente se lo observa solitario o en pares en la época reproductiva en árboles y arbustos, en algunas ocasiones han sido observados grupos pequeños de hasta seis individuos buscando alimento juntos en el suelo en jardines con pasto (*Pennisetum* sp.). Se alimenta principalmente de pequeños frutos e invertebrados como gusanos de tierra. Nidifica en árboles y arbustos en ocasiones muy cerca del suelo, el nido tiene forma de cáliz construido con hojas, ramas y pasto, se conoce que la hembra pone hasta dos huevos de un color verdusco-azul con puntos marrones-rojizos y manchas de color lila.

Nombre científico: *Turdus chiguanco*
Nombre común: Mirlo Chiguanco o Chiguanco (español), Chiguanco Thrush (inglés), Chiguanco (aymara)

Distribución

Esta especie se encuentra distribuida desde Ecuador hasta Argentina. Está presente en el oeste y sur de Bolivia. Se caracteriza por tener mucho éxito en la conquista de variedad de hábitats que se extienden desde los 2800 a los 4300 m. En el valle de La Paz es una de las especies más frecuentemente reportadas, probablemente confundiéndola con el Mirlo Grande. Habita prácticamente todos los ambientes, desde los silvestres y los campos agrícolas, hasta los ambientes urbanos donde son incluso más abundantes que en los silvestres, de manera que casi no hay ningún sitio en el valle por debajo de los 4000 m donde no se lo pueda observar. En la ciudad de La Paz habita incluso en los ambientes más edificados y donde pareciera que no existe ningún recurso para ellos, y forma parte de las comunidades de aves más simplificadas del entorno urbano (39).



Figura 64. Los volantones del Chiguanco (*Turdus chiguanco*), se distinguen por el color general del plumaje, pardo grisáceo, profusamente moteado, sobre todo en el pecho, y principalmente porque ni el pico, ni las patas, ni el anillo alrededor de los ojos, están brillantemente coloreados. (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

El Chiguanco debe su gran éxito a su enorme adaptabilidad en su dieta y el uso de muchísimas estrategias de forrajeo. Bien puede observárselo en los céspedes buscando gusanos o semillas, solitario o en grupos, bien cerca de los lechos de los ríos, en árboles frutales picoteando la fruta madura o por madurar, así como en campos de cultivo y matorrales silvestres en busca de insec-

tos, granos y bayas. Es capaz de lanzarse sin titubeos sobre ratones, lagartijas y ranas, y es el principal depredador urbano de huevos y pichones recién nacidos en nidos de otras especies de aves. Es tal su frecuencia y abundancia que en algunos barrios de la ciudad los consideran equivocadamente plaga y trágicamente los envenenan, práctica que debería ser eliminada por completo. Tiene un amplio repertorio de cantos y vocalizaciones, son típicas sus vocalizaciones de alarma y escape, pero son aún más extraordinarios sus cantos territoriales y reproductivos, ampliamente modulados en frecuencia y con una compleja combinación de trinos que hacen a cada individuo único. Sus cantos son los primeros de la mañana que acompañan a los ciudadanos en la urbe, aún en los ambientes donde ya casi nada de naturaleza persiste.

En Bolivia se reproduce durante la época de lluvias principalmente, aunque pueden observarse volantones durante todo el año, nidifican en árboles y arbustos y en ocasiones sobre el suelo, es una de las pocas especies que anida en los jardines dentro de la matriz urbana, aprovechando cercos vivos y enredaderas de los jardines. El nido tiene forma de cáliz construido con pasto y ramas, la hembra pone de dos a tres huevos de color verde-azul pálido con puntos marrones, se ha reportado la presencia de pichones desde enero hasta abril (58).

FAMILIA MIMIDAE (Sinsontes o Burlones):

Autor: Jackeline Campos[1]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Mimus dorsalis*
Nombre común: Sinsonte castaño (español), Brown-backed Mockingbird (inglés)

Distribución

Se distribuye en Sudamérica, desde el oeste y sur de Bolivia hasta el noroeste de Chile y noroeste de Argentina en Tucumán (21, 59). Es muy común en los hábitats de matorral espinoso y cactáceas de valles secos de los Departamentos de La Paz y Cochabamba. En el valle de La Paz está presente entre los 2800 a los 3700 m, pero es más frecuente y abundante debajo de los 3500 m en la transición hacia y sobre la ecorregión de Valles Secos. Usa matorrales espinosos silvestres y ambientes periurbanos en Mallasa, Mallasilla, Huajchilla, Lipari, Carreras, Mecapaca y Ananta, y asciende hacia el piso puneño en Achocalla, Palca y Totorani.

En la ciudad de La Paz frecuenta los márgenes urbanos como por ejemplo en Auquisamaña y La Florida, y esporádicamente y por breve tiempo ingresa a la matriz urbana, como por ejemplo en Obrajes, Llojeta, Calacoto y Cota Cota.



Figura 65. El Sinsonte Castaño (*Mimus dorsalis)* es una de las aves más conspicuas en los sitios donde habita, no sólo porque es bastante bullicioso, sino porque además usa perchas en sitios abiertos desde donde es fácil apreciar sus contrastantes coloraciones blancas y obscuras. (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Se lo observa solitario o en pareja en hábitats con matorral espinoso y cactus, es muy conspicuo por sus vocalizaciones y comportamientos, suele posarse en cactus columnares de donde despega el vuelo para realizar planeos largos realizando vocalizaciones, resaltando sobre todo los patrones de coloración de las alas y la cola. Por lo general forrajea sobre el suelo, se lo ha observado buscando y comiendo insectos y también comiendo frutos de cactus como la tuna.

Presumiblemente nidifica en enero, sólo se ha reportado el nacimiento de pollos en diciembre, enero y marzo en Cochabamba (21), el nido tiene forma de cáliz construido con ramas secas y ubicado por lo general sobre cactus, árboles y arbustos medianos, se ha reportado hasta cuatro huevos en el nido, de color verde claro con manchas marrones y grises (59). Su presencia sólo eventual en ambientes urbanos denota su dependencia hacia los recursos de los matorrales con vegetación nativa.

FAMILIA MOTACILLIDAE (Bisbitas y Lavanderas):

Autor: Álvaro Garitano-Zavala[1]

[1] *Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés*

Nombre científico: *Anthus* spp.
Nombre común: Bisbitas (español), Pipits (inglés), Susi-susi (aymara)

El género *Anthus* engloba alrededor de 43 especies distribuidas por todo el mundo y todas tienen morfología y coloración críptica parecidas, por lo que reconocerlas entre sí es difícil y existen muchos problemas aún en su clasificación (60). En el valle de La Paz los bisbitas son muy difíciles de observar no sólo por sus coloraciones y hábitos crípticos, sino por su poca abundancia y frecuencia, y porque evaden ambientes alterados. De acuerdo a las distribuciones de las especies, cuatro podrían estar presentes en el valle: Bisbita Piquicorto (*A. furcatus*), Bisbita Correndera (*A. correndera*), Bisbita Pálido (*A. hellmayri*) y Bisbita Andino (*A. bogotensis*). Ribera (5), reportó para el valle sólo al Bisbita Andino y Martínez y colaboradores (8) al Bisbita Correndera, pero no es posible afirmar cuáles de las cuatro especies potenciales están realmente presentes, por lo que se realiza una descripción general.

Distribución

El Bisbita Piquicorto (*A. furcatus*) se distribuye tanto en tierras bajas en el centro de Argentina como en los Andes desde el sur del Perú hasta el norte de Argentina entre los 3500 y 4250 m (21), el Bisbita Correndera (*A. correndera*) tiene una distribución muy parecida a la precedente, pero las poblaciones andinas se extienden ampliamente hasta la Patagonia y costas de Chile, entre 3350 a 4450 m (21), el Bisbita Pálido (*A. hellmayri*) tiene dos poblaciones diferenciadas, una de tierras bajas desde Brasil al centro de Argentina, y otra andina, desde el sur de Perú hasta el norte de Argentina, pero a altitudes menores que las anteriores (1650 a 3400 m). El Bisbita Andino (*A. bogotensis*) a diferencia de las anteriores tiene una distribución más septentrional, desde los Andes de Venezuela hasta el centro de Bolivia y puntualmente Tucumán entre los 2200 a 4500 m (21). Según Tyler (60) el Bisbita Piquicorto y el Bisbita Correndera pueden ser simpátricos pero el primero preferiría pastizales más secos y ralos, y el segundo pastos altos y densos. En el valle de La Paz, Ribera (5) reportó al Bisbita Andino en pajonales secos de altura, Martínez y colaboradores (8) reportaron al Bisbita Correndera en bofedales altoandinos entre 4100 y 4600 m, recientemente en Cohoni a 3460 m se reportó también al Bisbita Correndera, y en el cerro Huaripampa a 4470 m se observó individuos del género, pero sin certeza en la identificación de la especie.

Historia natural

Vuelan eventualmente, sólo para escapar de un peligro inminente; ante los depredadores prefieren correr, parándose a intervalos para vigilar estirando el cuerpo y sacudiendo la cola. Paradójicamente realizan vuelos espectaculares en los despliegues de cortejo, el macho se eleva hasta más de 50 m de altura, se mantiene durante varios minutos y desciende hacia la hembra planeando, sólo durante estos despliegues cantan. Los cantos son complejos que siempre incorporan trinos largos y modulados como *"tsriiiiii" o "chiriip".* Se alimentan principalmente de insectos, pero también incluyen semillas en su dieta. Son monógamas, territorialistas, la hembra incuba sola y lleva la mayor parte del trabajo de construcción del nido, el cual es una copa construida en depresiones del suelo protegidas por rocas o vegetación, hechos con pasto seco y revestidos interiormente con material fino. El macho hace guardia de pareja hasta que los huevos eclosionan, alimenta a los pollos y retira sacos fecales junto con la hembra. Pueden tener varias nidadas por época reproductiva. Los huevos son color crema con motas obscuras. Debido a sus hábitos terrestres son susceptibles a la depredación, particularmente de los huevos y polluelos. Por tal motivo, además de su coloración tienen hábitos crípticos como esconderse o quedarse congelados, y si los depredadores acechan los nidos, practican comportamientos disuasivos como fingir estar heridas.

FAMILIA THRAUPIDAE (Tangaras):

Autores: Flavia Montaño-Centellas[1,2] y Daniela Morales[3]

[1] *Museo Nacional de Historia Natural;* [2]*Department of Wildlife Ecology and Conservation, Universidad de Florida;* [3]*Carrera de Biología, UMSA*

Nombre científico: *Pipraeidea bonariensis*
Nombre común: Tangara Naranjera (español), Blue-and-yellow Tanager (inglés)

Distribución

Se encuentra desde Ecuador, pasando por Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Brasil, y norte de Chile, generalmente desde el nivel del mar hasta 3600 m, pero puede ascender hasta 4000 m (21, 61). Vive en diferentes tipos de

hábitats, desde sectores húmedos en tierras bajas hasta zonas semiáridas, generalmente en áreas de vegetación semi-dispersa en los Andes (61). En el valle de La Paz se encuentra preferentemente en la ecorregión de Valles Secos, y asciende hasta los 3900 m de altura, preferentemente en sectores con bajo grado de urbanización. Puede ser observado en lechos de río, áreas verdes urbanas, sectores periurbanos con vegetación nativa, matorrales nativos, campos agrícolas, particularmente en huertas de árboles frutales (Palca, Mecapaca, Cohoni, Cebollullo, Chicani, Siete Lagunas, Uni y Tumusa). Esta especie ingresa a la matriz urbana de la ciudad de La Paz cuando existen recursos alimenticios, por ejemplo frutales en los jardines de zonas residenciales u otros en plazas y parques, como por ejemplo en Achumani, Cota Cota o Chasquipampa.

Historia natural

Forrajea solo o en parejas, ocasionalmente en grupos más numerosos (61). Se alimenta de frutos del dosel de los árboles, arbustos y cactáceas, así como de insectos, es frecuente observarlo forrajeando en plantaciones frutales. Sus cantos son relativamente simples pero distintivos por su agudeza. En Bolivia se reproduce entre noviembre y diciembre, pero se han reportado juveniles en octubre para el valle de La Paz. Nidifica en árboles altos, arbustos o cactus, el nido es simple en forma de copa (21, 61). Coloca de dos a cuatro huevos, usualmente tres, estos varían en color, pueden ser blancos, azules o verde pálido (61).

Nombre científico: *Thraupis sayaca*
Nombre común: Tangara Sayaca o Azulejo (español), Sayaca Tanager (inglés)

Distribución

Es un ave de amplia distribución. Se encuentra desde tierras bajas hasta 3600 m, desde el norte de Bolivia, hasta el norte de Argentina, incluyendo Uruguay, Paraguay y gran parte de Brasil (21, 61). Prefiere tierras bajas, pero se encuentra en diferentes tipos de hábitats, de secos a húmedos, con vegetación cerrada o dispersa (61). En el valle de La Paz es más común observarlo en la ecorregión de Valles Secos como por ejemplo en Mallasa, Huajchilla, Mecapaca o Ananta, tanto en campos agrícolas, como en huertas frutales y áreas conservadas con vegetación nativa, pero asciende hasta el extremo inferior del piso de puna a 3500 m, como por ejemplo en Achocalla. Se lo ha reportado en diferentes hábitats, y es más frecuente y común que la Tangara Naranjera en la matriz urbana de la ciudad de La Paz. Es frecuente observarlo en jardines, plazas y parques arbolados en barrios de la zona sur, en Miraflores y Sopocachi, e incluso en el centro de la ciudad ascendiendo eventualmente hasta 3700 m.



Figura 66. El Azulejo (*Thraupis sayaca*), puede estar presente en ambientes bastante urbanizados si es que encuentra suficientes árboles, pues prefiere alimentarse en el dosel arbóreo, tanto de frutos, como semillas o brotes florales. El individuo de la fotografía está consumiendo los botones de un árbol nativo (*Caesalpinia fimbriata*) en un jardín urbano. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se lo observa en pares o grupos de tres o más individuos (61). Usualmente se mueve en el dosel de los árboles o entre los arbustos, donde es más fácil detectarlo gracias a sus agudas vocalizaciones que son relativamente simples y repetitivas. Se alimenta especialmente de frutos, semillas y partes tiernas de las hojas, incluso de insectos. Se reproduce en noviembre en Bolivia, pero no existen registros para el valle de La Paz. Nidifica en árboles tupidos, el nido es compacto en forma de copa, tejido con pastos, ramitas, raíces y musgo, a veces cubierto con líquenes, la nidada consta de dos huevos, raramente tres, que varían en color de amarillo blancuzco a verduzco o gris; ambos miembros de la pareja cuidan de las crías (61).

Nombre científico: *Conirostrum cinereum*
Nombre común: Conirrostro Cinéreo (español), Cinereous Conebill (inglés)

Distribución

Se distribuye desde Colombia hasta el norte de Chile, desde la costa hasta los 4500 m (21), es más común por encima de los 3000 m (61), habita regiones húmedas y áridas, en sectores arbustivos, bordes de bosque, jardines

y áreas con vegetación dispersa, también en bosques de *Polylepis* (21, 61). En el valle de La Paz se encuentra en la puna entre los 3200 y 3800 m de altura, frecuenta el área periurbana, tanto en la zona sur como en las laderas de la ciudad, también es frecuente en áreas verdes urbanas y jardines en la ciudad de La Paz, siempre y cuando tengan alta cobertura vegetal.

Historia natural

Se lo puede observar solo, en parejas o en grupos forrajeando con movimientos rápidos y nerviosos entre la vegetación (21, 61), buscando insectos en la superficie de hojas y ramas o capturándolos en el aire. También extraen el néctar de las flores desde las perforaciones que los "ladrones de néctar" han practicado previamente, por lo que se los denomina "ladrones de néctar secundarios". Sus cantos son simples. Aunque no hay información acerca del lugar de nidificación, el nido tiene forma de copa tejido con fibras vegetales y pelos, la nidada consta de tres huevos de color azul grisáceo, con motas moradas (61). En el valle se han observado juveniles en octubre.



Figura 67. El pico cónico del Conirrostro Cinereo (*Conirostrum cinereum*) le permite capturar insectos, pero también extraer el néctar de las flores tubulares a través de las perforaciones que los ladrones de néctar, como pinchaflores o abejorros, hayan practicado previamente. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Nombre científico: *Diglossa carbonaria*
Nombre común: Pinchaflor Carbonero (español), Gray-bellied Flowerpiercer (inglés)

Distribución

Se distribuye entre los 2100 a 4300 m (21), es endémico de Bolivia (62), se encuentra desde la parte sur del departamento de La Paz, hasta Cochabamba, oeste de Santa Cruz y norte de Chuquisaca. Existe un reporte para el norte de Argentina (63), pero se considera que pudo tratarse de dos individuos vagantes (62). Habita en áreas secas a semihúmedas, en sectores con arbustos y árboles de estrato bajo (21, 61). Es el pinchaflor más común en el valle de La Paz, está ampliamente distribuido en todo el piso de puna, entre los 3200 y 3800 m, pero podría ascender hasta los 4000 m (5). Frecuenta ambientes con matorrales silvestres en entornos periurbanos y rurales (como por ejemplo en Achocalla, Llojeta, Auquisamaña, Chicani, Ovejuyo, Palca, Mallasa y Huajchilla) y a diferencia de los otros pinchaflores del valle, es frecuente en ambientes urbanos (39, 64) encontrándolo en relictos de vegetación nativa, plazas, parques y jardines residenciales con vegetación exótica en prácticamente todas las zonas de la ciudad, a excepción de los entornos urbanos más duros con poca o ninguna vegetación (39).



Figura 68. Se puede apreciar con claridad la técnica que este Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*) utiliza para "robar" el néctar. Mientras fijan el cáliz por un lado con el ganchito de la maxila, corta el otro lado con la mandíbula, cuando el orificio está hecho, saca el néctar con la lengua sin soltar la flor, en este caso una kantuta (*Cantua buxifolia*). (Foto: Verónica Zegarra).

Historia natural

Se mueve activamente entre el follaje de arbustos o árboles en busca del néctar de las flores. Aprovecha el néctar de flores nativas como la salvia (*Salvia haenkei*), la tankara (*Dunalia brachyacantha*), la karalawa (*Nicotiana glauca*), así como de numerosas especies de plantas ornamentales nativas o exóticas como la kantuta (*Cantua buxifolia*), los farolitos o campanitas (*Callianthe picta*), el eucalipto y la malva (*Malva assurgentiflora*). Vive solitario, y en época reproductiva forrajea activamente en pareja, vocalizando contantemente. En raras ocasiones se pueden observar parejas mixtas y probablemente reproductivas del Pinchaflor Carbonero con el Pinchaflor

Gorjinegro (21). Defienden territorios con vocalizaciones largas y complejas y alejan a intrusos de forma agresiva, especialmente a otros nectarívoros como picaflores y otros pinchaflores (21,61), pero en ocasiones también atacan a otras especies como la pichitanka (*Zonotrichia capensis*), los kellunchus (*Sicalis* spp.) y otras aves pequeñas. Es residente dentro del valle de La Paz, y mantiene su territorio de forma anual si las condiciones del mismo son buenas. En el valle de La Paz se reproduce durante la época de lluvias (noviembre a enero) e incluso puede hacerlo una vez más en la transición hacia la época seca (abril y mayo), se escuchan vocalizaciones reproductivas incluso en agosto. Se han reportado juveniles desde enero a marzo y de agosto a octubre. El macho ayuda en la construcción del nido aportando con materiales, la hembra coloca dos huevos color celeste con motas guindas, y es ella la que incuba; en el valle de La Paz nidifica en arbustos o árboles voluminosos y también entre gramíneas altas del género *Cortaderia*, el nido es en forma de copa elaborado con fibras vegetales y pelos. Ambos padres cuidan a las crías, aunque la hembra lo hace con más frecuencia, aparentemente es una especie monógama social.

Nombre científico: *Diglossa sittoides*
Nombre común: Pinchaflor Ferrugíneo (español), Rusty Flowerpiercer (inglés)

Distribución

Se distribuye desde el norte de los Andes de Venezuela hasta Argentina, generalmente entre 1500 a 2500 m (61), pero puede ascender hasta 3500 m (21). Habita en áreas con arbustos y árboles dispersos en sectores áridos, encontrándolo también en jardines (21). En el valle se encuentra principalmente en los Valles Secos y asciende hasta los 3400 m, es más frecuente en ambientes silvestres y poco urbanizados, desde Mallasa hasta el límite inferior del valle; también se lo ha registrado en áreas periurbanas de la ciudad de La Paz cerca de Cota Cota.



Figura 69. La hembra del Pinchaflor Ferrugíneo (*Diglossa sittoides*), es tan distinta del macho, que hasta podría pensarse que es otra especie; esta hembra está robando el néctar de un arbusto de tarku (*Tecoma fulva*) en el Sendero del Águila. (Foto: Luciana Tellería)

Historia natural

Es difícil verlo y escucharlo (53) pues se mueve activamente dentro del follaje. Se alimenta del néctar de flores de diferentes tamaños, tanto nativas como exóticas, así como de insectos (61). Se lo puede observar solitario o en parejas. Se alimenta en diferentes estratos de vegetación, desde el nivel del suelo hasta el dosel de árboles. Es una especie subordinada ante picaflores y otros pinchaflores, recibiendo ataques frecuentemente, quizás por esto es difícil observarlo en las áreas ocupadas por el Pinchaflor Carbonero. Se tiene reportes de volantones entre septiembre y noviembre en la región de La Paz (21), y en el valle se han reportado juveniles en marzo. El nido es en forma de copa, coloca dos huevos de color gris azulado, con motas grises en el lado más ancho (61).

Nombre científico: *Diglossa brunneiventris*
Nombre común: Pinchaflor Gorjinegro (español), Black-throated Flowerpiercer (inglés)

Distribución

Se distribuye entre los 2000 a 4000 m desde el norte y centro de los Andes de Colombia hasta el norte de Chile (21, 61). Es común en sectores arbustivos y bordes de bosque, en áreas secas más que en húmedas, también se lo puede encontrar en bosques de *Polylepis* (21). En el valle es más común desde los 3800 m ascendiendo hacia altiplano, donde es frecuente y la única del grupo de los pinchaflores; se lo ha observado en matorrales con vegetación nativa, campos agrícolas en Achocalla, y contados reportes en jardines y áreas verdes dentro del área urbana de la ciudad de La Paz, Sopocachi, Miraflores, Calacoto y Cota Cota; no es común dentro de la matriz urbana (39).

Historia natural

Se encuentra solo o en parejas (21, 61), a veces forrajea en grupo con otras especies de aves (p.e. grupos de Conirrostro Cinéreo en el valle de La Paz), y en raras ocasiones se puede observar parejas, probablemente reproductivas, de Pinchaflor Carbonero con el Pinchaflor Gorjinegro (21). Se mueve activamente entre el follaje en busca de flores de diferentes tamaños, ya sea nativas o exóticas. Aprovecha el néctar de flores nativas como

la tankara (*Dunalia brachyacantha*) y la karalawa (*Nicotiana glauca*); entre las plantas ornamentales o exóticas visita la kantuta (*Cantua buxifolia*), los farolitos o campanitas (*Callianthe picta*), las fucsias (*Fuchsia* spp.) y la malva (*Malva assurgentiflora*). Defiende territorios; aparentemente es residente, pero puede tener movimientos altitudinales dependiendo de la disponibilidad de néctar (21, 61). En el valle de La Paz se lo ha observado en general subordinado ante el Pinchaflor Carbonero. La información sobre reproducción es escasa, sólo se reportan volantones de diciembre a junio, y juveniles e inmaduros durante todo el año en Perú (61).

Nombre científico: *Phrygilus punensis*
Nombre común: Yal Peruano (español), Peruvian Sierra-finch (inglés), Chubta o Chali (aymara)

Distribución

Se encuentra en laderas rocosas y con matorrales poco densos de los Andes del norte, centro de Perú y el noroeste de Bolivia entre los 2500 y los 4800 m, siendo común en todo su rango de distribución. Puede ser observado en zonas agrícolas, y raramente en áreas abiertas y planas altoandinas (21, 61, 65). En el valle tiene una amplia distribución, encontrándose entre los 3100 y 4700 m en todos los tipos de hábitats, incluyendo todos los grados de urbanización presentes; es particularmente común en áreas agrícolas y es capaz de habitar los ambientes urbanos más duros siendo parte de las comunidades urbanas más simplificadas (39).



Figura 70. Los volantones del Yal Peruano (*Phrygilus punensis*) se caracterizan por la presencia de una línea clara en el área malar debajo de la mandíbula, a manera de "bigotes", así como por el color blanquecino de la garganta. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Tiene hábitos oportunistas y generalistas; se alimenta de semillas forrajeando en el suelo solitariamente, en parejas o pequeños grupos (61). Pero incluye en su dieta gran variedad de alimentos, invertebrados, frutos, flores y obtiene el néctar de las flores a través de los orificios practicados por los pinchaflores; puede alimentarse de las flores de *Puya raimondii* (21). En la localidad de Llacasa ha sido observado alimentándose de flores de *Oreocereus* en pequeños grupos. Puede formar bandadas monoespecíficas o con especies de los géneros *Sicalis* y *Catamenia*, además de otras del mismo género. Percha en rocas o en ramas de arbustos y árboles, incluyendo los eucaliptos. Existe poca información sobre su reproducción, pero en La Paz se han observado volantones en abril (21) y juveniles en octubre.

Nombre científico: *Phrygilus unicolor*
Nombre común: Yal Plomizo (español), Plumbeous Sierra-finch (inglés)

Distribución

Se distribuye a lo largo de la cordillera de los Andes entre los 800 y 5300 m, desde el norte de Colombia hasta Tierra del Fuego. Habita áreas abiertas y de pastizal de humedad variable, desde el húmedo páramo con bofedales y bosques abiertos de *Polylepis* spp., hasta pastizales secos de la puna y laderas rocosas y secas (21, 61). En el valle de La Paz esta especie no es frecuente, se distribuye principalmente en ambientes altoandinos, siendo registrada por encima de los 3500 m hasta los 4700 m, pero principalmente alrededor y encima de los 4000 m. Parece ser una especie poco tolerante a la presencia humana, estando restringida a áreas con bajos niveles de urbanización y asociada a pastizales, lagunas y pastizal-matorral nativo.

Historia natural

Parece ser una especie especialista en el consumo de semillas, pero puede incluir invertebrados en la dieta, particularmente para alimentar a los pichones (61). Forrajea sobre el suelo en pares o grupos pequeños y puede asociarse a otras especies para forrajear, por ejemplo, en el valle de La Paz ha sido registrada forrajeando junto a la Diuca Aliblanca (*D. speculifera*) en pastizales de altura. En invierno, forman bandadas muy grandes (21, 65). La reproducción ocurre en la época de lluvias, registrándose juveniles en los meses de febrero a julio. El nido es elaborado con pastos y material suave, en paredes rocosas y áreas accidentadas; la nidada se compone de dos o tres huevos de color azul pálido con lunares marrones (61).

Nombre científico: *Phrygilus fruticeti*
Nombre común: Yal Pechinegro (español), Mourning Sierra-finch (inglés), Chijta (aymara)

Distribución

Presente en regiones áridas y secas, abiertas a semiabiertas del sur de Perú, Chile, oeste de Argentina y suroeste de Bolivia, desde el nivel del mar hasta los 4000 m, pero es más frecuente sobre los 2000 m. Habita tanto en áreas rocosas y abiertas como en laderas arbustivas e incluso en bordes de bosques de *Polylepis* y áreas agrícolas (61). En el valle esta especie se encuentra ampliamente distribuida en la Puna, entre los 3200 y 3950 m, es particularmente abundante en áreas agrícolas y en matorrales remanentes de vegetación nativa, incluyendo áreas periurbanas. Es poco frecuente en ambientes urbanos, a lo sumo llega a los márgenes como en Chasquipampa.



Figura 71. El dimorfismo sexual en el Yal Pechinegro (*Phrygilus fruticeti*) es muy marcado, como lo muestra la hembra de la fotografía. Predominan en las hembras los tonos marrones y grisáceos, en un diseño críptico, que les favorece a la hora de incubar los huevos en el nido. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Es de hábitos generalistas, se alimenta de semillas y artrópodos, pero puede consumir pequeños frutos ocasionalmente. Forrajea a nivel del suelo en pares o en pequeños grupos, cuando captura insectos emite vocalizaciones; se posa y vocaliza de forma conspicua en rocas o en ramas de arbustos (21, 61, 65). Se reproduce desde septiembre hasta febrero, las vocalizaciones reproductivas de los machos son particularmente frecuentes durante diciembre y enero, en La Paz, se han observado individuos inmaduros en diciembre. Durante la reproducción el macho realiza vuelos nupciales en los que se eleva unos 3 m sobre el nivel de los matorrales y desciende de golpe vibrando las alas y haciendo circunvalaciones mientras vocaliza (5, 21). Los nidos son poco compactos y elaborados con pastos secos en arbustos de baja altura. La nidada es de dos o tres huevos de color verde claro con lunares de color marrón oliváceo.

Nombre científico: *Phrygilus plebejus*
Nombre común: Yal Plebeyo (español), Ash-breasted Sierra-finch (inglés), Chijta (aymara)

Distribución

En Sudamérica a lo largo de los Andes, desde el norte de Ecuador hasta el norte de Argentina, entre los 2500 a los 5000 m. Habita principalmente áreas abiertas de la puna, zonas de bofedal y laderas rocosas, aunque también se lo ha registrado en bosques de *Polylepis* (61). En el valle de La Paz esta especie es relativamente frecuente en ambientes silvestres y agrícolas de las ecorregiones Puna y Altoandino, entre los 3500 y 4500 m de altitud, aunque puede ser ocasionalmente avistada hasta los 3000. Ocasionalmente ha sido observada en áreas urbanas, pero asociada siempre a remanentes de vegetación nativa.



Figura 72. El Yal Plebejo (*Phrygilus plebejus*), es entre las especies de su género, la que evita con más notoriedad los entornos urbanos, prefiriendo ambientes silvestres y agrícolas desde la ecorregión de la Puna hasta Altoandino. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

El Yal Plebeyo es una de las especies más conspicuas y numerosas de la puna. En general es una especie tolerante, capaz de vivir en áreas fuertemente impactadas por actividades agropecuarias como zonas agrícolas y áreas abiertas por sobrepastoreo (21, 61, 65). Se alimenta principalmente de semillas, e incluye artrópodos, forrajea en áreas abiertas, a

nivel del suelo o en arbustos bajos, en pequeños grupos de su especie o con individuos del género *Sicalis*. Durante el período no reproductivo forma bandadas muy numerosas. Se posa en rocas, cactus o en el follaje de arbustos espinosos. En Bolivia la reproducción tiene lugar al final de la época seca hasta el mes de octubre. El nido es elaborado con pasto, lana, pelo y plumas sin una estructura definida, y es ubicado a nivel del suelo, entre rocas e incluso en grietas y entretechos de casas rurales. La nidada consiste de dos huevos de color celeste verdoso, con lunares marrones (21, 61, 65).

Nombre científico: *Phrygilus alaudinus*
Nombre común: Yal Platero (español), Band-tailed Sierra-finch (inglés), Chijta (aymara)

Distribución
En Sudamérica se distribuye a lo largo de los Andes desde el nivel del mar hasta los 4000 m, desde el noroeste de Ecuador, Perú, oeste de Bolivia, noroeste de Argentina y norte y centro de Chile. Generalmente habita áreas abiertas, con suelo parcialmente desnudo y vegetación arbustiva moderada, incluso en áreas rocosas y arenosas (61). En el valle de La Paz la especie no es frecuente; se restringe a ambientes puneños y altoandinos, siendo registrada por encima de los 3600 m. Se presenta principalmente en zonas silvestres, rurales y periurbanas como La Cumbre, Kaluyo y Valle de Ánimas, y ocasionalmente en zonas urbanas como Villa Fátima, Sopocachi y Cota Cota.

Historia natural
Tiene hábitos relativamente especialistas en la dieta, se alimenta principalmente de semillas y en ocasiones de invertebrados, parece tener un nicho dietario más estrecho que otras especies del género. Forrajea a nivel del suelo en pares o en grupos pequeños, siendo menos gregario que las otras especies del género; percha y vocaliza desde el suelo, sobre arbustos o sitios altos en áreas urbanas como cables y postes eléctricos (61). En La Paz la reproducción ocurre en otoño, observándose volantones incluso desde junio. Durante el cortejo, el macho realiza vuelos nupciales, volando en círculos hasta 20 a 30 m de altura y cayendo mientras emite vocalizaciones. El nido está elaborado con pastos y ubicado a nivel del suelo entre macollos de gramíneas duras. La nidada consiste de tres a cinco huevos de color blanco rosáceo a blanco verdoso, con lunares negros o morados.

Nombre científico: *Diuca speculifera*
Nombre común: Diuca Aliblanca (español), White-winged Diuca-finch (inglés)

Distribución
En Sudamérica, en los altos Andes de Perú, Bolivia y el norte de Chile y Argentina. Habita en roquedales y pastizales altoandinos, entre los 4000 y los 5500 m, particularmente en áreas húmedas con bofedales y laderas rocosas (21, 61). En el valle de La Paz, es frecuente por encima de los 4500 m en pastizales y humedales altoandinos y roquedales aledaños, como en La Cumbre, Milluni y Huallatani Pampa. Habita lejos de centros poblados grandes.

Historia natural
Se alimenta de semillas y artrópodos forrajeando en el suelo, generalmente en parejas o pequeños grupos familiares que se dispersan durante el forrajeo. Duerme en laderas rocosas o en arbustales poco densos, e incluso en grietas glaciares. La reproducción ocurre en la época seca, en los meses de abril a agosto. Se han registrado nidos hasta 5400 m, siendo probablemente la especie de ave que anida a mayor altitud en los Andes. La nidada consiste de dos a tres huevos de color verde pálido con lunares marrones violáceos. Los nidos son construidos con pastos y ramas delgadas generalmente en grietas rocosas (21, 61, 65).



Figura 73. Este individuo de Diuca Aliblanca (*Diuca speculifera*) se está alimentando de los granos de las pequeñas gramíneas que se desarrollan en la ecorregión Altoandina; en el valle de La Paz es el ave granívora que como ninguna otra se ha especializado en habitar los ambientes de alta montaña, observándosela con mayor frecuencia entre los 4500 y 5400 m (Foto: M. Isabel Gómez).

Nombre científico: *Idiopsar brachyurus*
Nombre común: Yal Colicorto (español), Shorted-tailed Finch (inglés)

Distribución
En Sudamérica se distribuye en Perú, Bolivia y el norte de Argentina, entre los 3900 y 4600 m, raramente debajo de los 3500 m. Es poco común (21, 61), habita en áreas desnudas con rocas y pendientes fuertes, se la considera una especie especialista de roquedal (61). En el valle de La Paz la especie no es frecuente, fue registrada por Remsen en 1979 (66) y por Martínez en la localidad de Palca en el 2002 (8). No fue observada en más de 10 años hasta que se la registró en la localidad de Pampalarama a casi 4500 m en recientes campañas de campo.

Historia natural
Existe muy poca información sobre su historia natural. Se alimenta de semillas que forrajea en el suelo en pares o pequeños grupos de hasta seis individuos (61, 65). La actividad se concentra cerca de peñascos y zonas de roquedal cerca de pastizales altoandinos. Ha sido registrado asociado a bosquecillos de *Polylepis* spp. (61). En La Paz se reproducen en enero, pero no existe información sobre el nido o comportamiento reproductivo (61).

Nombre científico: *Poospiza hypocondria*
Nombre común: Monterita Pechigrís (español), Rufous-sided Warbling-finch (inglés)

Distribución
Restringida a los Andes del sur de Bolivia y norte de Argentina, se encuentra entre los 2500 a 4200 m. Habita principalmente en áreas de vegetación arbustiva densa, en laderas semiáridas a semihúmedas, incluso en bordes de bosques de *Polylepis*. Relativamente tolerante a la presencia humana, ha sido registrada en la vegetación circundante de áreas agrícolas. En el valle de La Paz se encuentra entre los 3000 y 3500 m de altitud, ocasionalmente hasta los 3800, es la monterita más común de observar, su distribución incluye áreas silvestres, agrícolas y ambientes periurbanos con pocas edificaciones; ocasionalmente puede ser observada dentro de la urbe paceña, asociada a áreas verdes con remanentes de vegetación nativa, como el campus universitario de Cota Cota, y rara vez en bosquecillos exóticos de pino, ciprés o eucalipto.



Figura 74. Aunque las monteritas pertenecen a una familia de aves granívoras y frugívoras, ellas consumen una mayor proporción de insectos que encuentran sobre los arbustos. Este individuo de Monterita Pechigrís (*Poospiza hypocondria*) ha logrado extraer una larva que vive en los nectarios de la karallanta (*Nicotiana glauca*). (Foto: Daniela Morales).

Historia natural
Se alimenta principalmente de insectos, aunque se ha encontrado material vegetal en los estómagos de especímenes colectados. Forrajea en pares, grupos familiares o bandadas mixtas en arbustos densos o árboles bajos, raramente a nivel del suelo. Durante el forrajeo busca activamente insectos en las hojas terminales de arbustos y en rosetas, mientras mueve la cola de arriba hacia abajo o hacia los lado. Percha y vocaliza en ramas bajas de arbustos o árboles. No existe suficiente información sobre su reproducción, pero se han registrado juveniles en los meses de marzo y abril en Cochabamba y mayo y junio en Potosí, sugiriendo que la reproducción ocurre en la época de lluvias (21, 61, 65).

Nombre científico: *Poospiza boliviana*
Nombre común: Monterita Boliviana (español), Bolivian Warbling-finch (inglés)

Distribución
Se distribuye únicamente en los Andes del oeste de Bolivia y noroeste de Argentina entre los 1600 a 3700 m. Localmente rara a poco abundante, habita en zonas de vegetación arbustiva xérica a semihúmeda, incluyendo rodales de cactáceas, áreas rocosas abiertas, laderas ribereñas e incluso bosques de *Polylepis*. Es relativamente tolerante a la presencia humana, y se la ha registrado en vegetación que circunda zonas agrícolas (61). En el valle es poco frecuente y rara de ver, parece tener una distribución limitada a los Valles Secos, y restringida a áreas con bajos niveles de urbanización, en particular con vegetación nativa y zonas agrícolas como en Mecapaca.

Historia natural

Como las demás especies del género es insectívora, pero también consume semillas, forrajeando sola o en parejas a nivel del suelo o en arbustos de follaje denso. Percha sobre arbustos medianos o en cactus. Ocasionalmente ha sido registrada forrajeando en bandadas mixtas con otras especies del género *Poospiza* (21, 61). No existe suficiente información sobre su reproducción, pero se han registrado juveniles en La Paz en el mes de abril.

Nombre científico: *Poospiza torquata*
Nombre común: Monterita Acollarada (español), Ringed Warbling-finch (inglés)

Distribución

Se distribuye en el centro y sur de Bolivia, norte y centro de Argentina, y en el oeste de Paraguay, desde los Andes a las tierras bajas y áridas del chaco. Habita zonas áridas y semiáridas, abiertas y con vegetación arbustiva, hasta bosques abiertos de *Polylepis*, entre el nivel del mar y los 3600 m. En el valle la especie es rara, registrada únicamente en el límite sur, en las localidades de Tahuapalca, Tumusa Chanka, Mecapaca y dentro del Zoológico Vesty Pakos Sofro en Mallasa.



Figura 75. En muchas especies de paseriformes, los volantones solicitan comida a los padres hasta que son bastante mayores; en esta fotografía un adulto de la Monterita Acollarada (*Poospiza torquata*) le está pasando a su volantón una larva de insecto que ha encontrado en este cultivo de hortalizas en Lipari. (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Es más común en áreas con vegetación decidua y semidecidua. Se alimenta de artrópodos y semillas forrajeando en pares, grupos familiares o bandadas mixtas, en vegetación arbustiva y arbórea. Los artrópodos constituyen el ítem más importante en la época reproductiva, mientras que las semillas son consumidas principalmente fuera de ella; durante el forrajeo buscan insectos activamente en el follaje. La reproducción ocurre entre los meses de diciembre a febrero, el nido tiene forma de copa, está elaborado en base a pastos, plantas pubescentes, pelo de animales y plumas, y construido sobre la vegetación arbustiva. La nidada consiste de tres o cuatro huevos, de color azul pálido con manchas marrón rojizas (21, 61, 65).

Nombre científico: *Sicalis olivascens*
Nombre común: Chiringüe Oliváceo (español), Greenish Yellow-finch (inglés), Kellunchu (aymara)

Distribución

Se distribuye a lo largo de la cordillera de los Andes, desde el norte del Perú hasta el norte de Argentina, entre los 1500 a 3800 m de altitud. Habita áreas de matorral en la puna, particularmente en quebradas, pero también en áreas muy abiertas y áridas con cactus, es tolerante a la presencia humana (21, 61). En el valle de La Paz tiene una distribución amplia y es común observarlo; esta en las ecorregiones de la Puna y Valles Secos, entre los 3000 y 4100 m, aunque es más frecuente por debajo de los 3600 m, en áreas periurbanas y rurales, forrajeando en grandes grupos en campos de cultivo, barbechos y matorrales silvestres, en los valles de Mallasa, Lipari, Taipichullo, Mecapaca, Palca y Uni. También es observado en fragmentos silvestres al interior de la matriz urbana, si presentan vegetación nativa y cárcavas erosionadas, y en áreas verdes urbanas y jardines con vegetación exótica en Calacoto, Achumani, Irpavi y Cota Cota.



Figura 76. El Chiringüe Oliváceo (*Sicalis olivascens*), es el "Kellunchu" más común en el Valle de La Paz y se lo suele observar en grandes bandadas. (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Se alimenta principalmente de semillas, forrajeando sobre el suelo en pares o grupos de tamaño variable (65), tiene comportamiento gregario y utiliza perchas comunales. Fuera de la época reproductiva forma bandadas grandes, de varias decenas de individuos, que forrajean activamente de manera conspicua (21, 61), emitiendo continuamente llamadas de contacto; en el valle de La Paz, las bandadas más grandes son más frecuentes durante el invierno. La reproducción parece ocurrir durante la época de lluvias; en el valle (específicamente en el campus universitario de Cota Cota), varios juveniles fueron capturados en el mes de enero. Los nidos son elaborados de pastos y pelo animal, y construidos en áreas comunales, agregados en paredes rocosas, quebradas o grietas de casas de adobe. La nidada consiste de cuatro huevos blanquecinos con pequeñas marcas marrones (21, 61).

Nombre científico: *Sicalis uropigyalis*
Nombre común: Chiringüe Culigualdo (español), Bright-rumped Yellow-finch (inglés), Kellunchu (aymara)

Distribución

Se distribuye entre los 2500 y 4800 m, en los Andes del centro y oeste de Perú, centro y sur de Bolivia, norte de Chile y noroeste de Argentina. Habita en pastizales y matorrales altoandinos y en puna, en laderas semi abiertas y en valles húmedos con bofedales. Relativamente tolerante a la presencia humana, frecuentemente registrada en pueblos y áreas agrícolas (61). En el valle de La Paz ha sido observado únicamente por encima de los 3800 m de manera que solapa poco con las otras especies del género. En general es observado en áreas silvestres con matorrales y pastizales nativos, ocasionalmente en la matriz urbana, en parches de vegetación remanente.



Figura 77. El nombre aimará de "Kellunchus" no distingue entre las varias especies del género *Sicalis*, quizás porque tienen el mismo tono amarillento; por esta razón hay que atender a ciertos rasgos para diferenciarlos. En la fotografía es evidente el parche gris debajo del ojo de *Sicalis uropygialis*. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se alimenta de semillas y artrópodos forrajeando a nivel del suelo, en pareja o pequeños grupos. Fuera de la época reproductiva, puede formar bandadas de más de 500 individuos (21, 61), y participar de bandadas mixtas con otras especies del género *Sicalis*, con especies del género *Phrygilus* y con la Diuca Aliblanca. La reproducción ocurre a principio de año, se han registrado volantones en el mes de abril en Bolivia. La nidada consiste de cuatro huevos de color blanco, con pequeñas manchas de color gris y avellana. El nido tiene forma de copa y es elaborado con pastos secos, es construido a nivel de la vegetación y frecuentemente en grietas, barrancos o riscos, o debajo de los techos de casas de adobe en áreas rurales (21, 61, 65).

Nombre científico: *Sicalis flaveola*
Nombre común: Chiringüe Azafranado (español), Saffron Finch (inglés)

Distribución

Habita en áreas secas relativamente abiertas, incluyendo valles secos interandinos, sabanas, chaco y bosques de galería. Tiene una distribución discontinua en Sudamérica; se encuentra en el norte del continente (Colombia, Venezuela, Guyanas y Trinidad), en la costa del norte de Perú y Ecuador, a lo largo de la costa del Atlántico, desde el centro de Brasil hasta el centro de Argentina, y en el centro de Chile, sobre la costa del Pacífico. También presente en Centroamérica como especie introducida. Normalmente por debajo de los 1000 m, pero hasta los 2000 m en los Valles Secos interandinos de Bolivia (21, 61, 65). En el valle de La Paz es más común en altitudes menores a los 3500 en remanentes de Valles Secos conservados en las áreas de Mecapaca, Cebollullo, Mallasa y Santa Rosa, sin embargo, se hace más frecuente en la matriz urbana durante la época reproductiva, particularmente si existen grandes áreas verdes; se lo ha observado por ejemplo en Irpavi, Obrajes y Cota Cota.

Historia natural

Se alimenta principalmente de semillas y artrópodos, forrajeando en pares o pequeños grupos en el suelo (21, 61). En el valle de La Paz se lo ha registrado también forrajeando en bandadas mixtas con *S. olivascens*. El macho perchea y vocaliza conspicuamente en ramas altas, es la especie más vocal del género en el valle, y su canto es largo y melodioso.

La reproducción ocurre probablemente después de la época de lluvias, habiéndose registrado volantones en Cochabamba en el mes de mayo y en Cota Cota en marzo. El macho puede llegar a atender dos nidos, apareándose con dos hembras por estación, también se encarga del cuidado de la prole. La nidada consiste de dos a cuatro huevos de color crema, con manchas marrón violáceo, o grisáceas. Los nidos tienen forma de semiesfera y son construidos con pastos y material suave (pelos, plumas) en vegetación mediana o alta o en grietas (21, 61).



Figura78. Como todas las especies de su género, este macho del Chiringüe Azafranado (*Sicalis flaveola*) forrajea al nivel del suelo. Su alimento está constituido por una amplia variedad de semillas, y en menor proporción de invertebrados. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Nombre científico: *Catamenia analis*
Nombre común: Semillero Colifajado o Piquito de Oro (español), Band-tailed Seedeater (inglés)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes desde el norte de Colombia hasta el centro de Argentina entre los 1000 y 3700 m, pero ha sido registrado desde el nivel del mar hasta los 4680 m en el norte de Colombia. Habita en áreas abiertas, laderas con vegetación de matorral poco denso y pastizales andinos, común en áreas cercanas a asentamientos humanos, incluyendo áreas cultivadas, pastizales antrópicos y pueblos (21, 61, 65).

En el valle de La Paz presenta una distribución entre los 2700 y 3800 m de altitud habitando prácticamente todo tipo de ambientes, como matorrales de vegetación nativa remanente o áreas agrícolas con ninguna o muy pocas edificaciones como en Chicani, Mecapaca, Ananta y Ventilla, matorrales asociados a bosquecillos de eucalipto y en casi todos los niveles de urbanización, con excepción de los entornos más duros.



Figura 79. El dimorfismo sexual del Piquito de oro (*Catamenia analis*), también llamado Semillero Colifajado, es muy marcado, mientras en el macho resalta el brillante pico amarillo-oro sobre un plumaje de tonos enteros, en la hembra el plumaje es más bien barrado y el pico amarillo opaco, ofreciendo un aspecto más críptico. (Foto: Andrea Salazar).

Historia natural

Se alimenta de semillas, bayas y artrópodos, forrajeando a nivel del suelo o en vegetación herbácea y arbustiva baja; aparentemente tiene preferencia por las semillas de Compositae. Forrajea en pares o pequeños grupos y es frecuente en bandadas mixtas con otras especies de granívoros. El macho percha y vocaliza en arbustos y árboles bajos (21, 61), en la ciudad de La Paz incluso cantan desde los árboles de los bordes de avenidas muy ruidosas. La reproducción ocurre durante la temporada de lluvias y luego de ésta; en el valle de La Paz, varios juveniles fueron capturados en los meses de agosto y septiembre. Los nidos tienen forma de copa y son construidos con fibra vegetal, particularmente de compuestas pubescentes y material suave de origen animal, como pelos y lana. La nidada consiste en tres huevos de color verdoso claro, con marcas marrones o violetas (21, 61).

Nombre científico: *Catamenia inornata*
Nombre común: Semillero Sencillo (español), Plain-colored Seedeater (inglés)

Distribución

Se distribuye a lo largo de los Andes entre los 2600 y 4400 m, desde Venezuela hasta el norte de Chile y centro de Argentina. Habita en áreas abiertas secas o poco húmedas, de pastizal altoandino y puneño y en quebradas y laderas con matorral poco denso en el páramo y páramo yungueño, incluyendo bosques poco densos de *Polylepis* (21, 61, 65). Esta especie en el valle de La Paz es rara de ver, ha sido registrada únicamente en las zonas de Cohoni, Tumusa y Mecapaca, entre los 3400 y 3850 m de altitud, pero es más frecuente bajo los 3600 m; se restringe a áreas con bajos niveles de urbanización, en particular áreas agrícolas con poca o ninguna construcción y rodeadas de vegetación nativa de Valles Secos.



Figura 80. Aunque muy similar al Semillero Colifajado, el macho del Semillero Sencillo (*Catamenia inornata*) no cuenta con la faja blanca en la cola, y como se aprecia en la fotografía, sin la línea blanca en el ala. Este macho se está alimentando de los pequeñísimos frutos que extrae de una gramínea. (Foto: Mauricio Ocampo).

Historia natural

Frecuente en áreas semiabiertas con arbustos dispersos, evita matorrales y bosquecillos densos. Se alimenta de semillas, forrajeando a nivel del suelo en pares o grupos de tamaño variable. Puede formar bandadas mixtas con otras aves granívoras, en particular del género *Phrygilus*. Durante la época no-reproductiva participa de bandadas más grandes. La información sobre su reproducción es limitada, sin embargo, parece reproducirse en época de lluvia, se registraron juveniles y huevos en el mes de febrero en Argentina. Las parejas se forman únicamente para la reproducción, separándose luego de la puesta de los huevos (21, 61).

INCERTAE SEDIS - GÉNERO *SALTATOR* (Pepitero):

Autor: Jackeline Campos[1]
[1] *Museo Nacional de Historia Natural*

El género *Saltator* estuvo dentro la familia Fringillidae, subfamilia Cadinalinae (cardenales) (21) y posteriormente en la familia Cardinalidae (67). Su clasificación actual esta en discusión, se ha propuesto ncluirlo en la familia de las Tangaras, pero aún no existe consenso de ello (68), por lo que ahora no se lo ubica en ninguna familia (4).

Nombre científico: *Saltator aurantiirostris*
Nombre común: Pepitero Piquigualdo, Golden-billed Saltator (inglés)

Distribución

Se extiende desde el sur de Ecuador, hasta el norte y este de Argentina entre los 1300 a 4000 m, pasando por el norte del Perú, norte de Chile, sur-este de Brasil y centro y este de Bolivia. Ocupa principalmente hábitats de matorral seco y húmedo (21). En el valle de La Paz es muy común observarla entre los 2700 y 3950 m en ambientes silvestres, agrícolas, periurbanos y urbanos. En la ciudad de La Paz está asociada a diversos hábitats mientras tengan una buena cobertura vegetal, como por ejemplo bosquecillos de eucalipto, plazas y parques, frecuentando jardines de las casas si tienen árboles frutales como ciruelos y durazneros. Si bien no es abundante debido a la relativa poca cobertura vegetal en la ciudad, está presente desde zonas altamente urbanizadas como Villa Fátima y San Francisco hasta las zonas residenciales con más jardines en Obrajes, Calacoto y Cota Cota.



Figura 81. El Pepitero Piquigualdo (*Saltator aurantiirostris*) es bastante oportunista en su dieta, y si bien prefiere la pulpa de frutos carnosos, no desaprovechará la oportunidad de alimentarse de granos si los encuentra en abundancia, como en este campo de avena en Tahuapalca. (Foto: M. Isabel Gómez).

Historia natural

Puede ser observada solitaria, en pares o en grupos familiares en la época reproductiva. Forrajea sobre los árboles y arbustos grandes perchando, su dieta predilecta son las semillas e insectos (escarabajos, hormigas y moscas) aunque también se alimentan de frutos jugosos. Usualmente se la encuentra sobre los árboles cantando fuerte y melodiosamente como un silbido que enfatiza la última sílaba, *"twi-chéw tew- swee"*, también realizan vocalizaciones como llamadas de alerta *"rrr"* o llamadas a otros individuos *"chip" o "zak".* En Bolivia se reproduce en febrero y marzo, en el valle de La Paz se han observado volantones también en enero. Nidifican en árboles y arbustos a más de 3 m de altura sobre el suelo, su nido tiene forma de cáliz construido con paja, pequeñas ramas, raíces y líquenes, pone hasta tres huevos incubandolos durante 14 días, una vez que nacen los pichones son cuidados por ambos padres durante 18 días hasta que aprenden a volar y alimentarse por sí mismos (67). Aparentemente es sedentaria, en el valle de La Paz puede ser observada durante todo el año siempre y cuando haya vegetación arbórea, arbustiva y principalmente árboles frutales.

FAMILIA EMBERIZIDAE (Gorriones):

Autor: M. Isabel Gómez[1,2]

[1] *Colección Boliviana de Fauna;* [2] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Zonotrichia capensis*
Nombre común: Chingolo Común (español), Rufous-collared Sparrow (inglés), Pichitanka (aymara)

Distribución

Está ampliamente distribuido en el sur y este de Sudamérica, desde el sur de Chile y Argentina hasta el norte de Brasil y sur de Venezuela, desde los 5300 m hasta el nivel de mar, pero no se encuentra en el bosque húmedo (21). En el valle de La Paz tiene una amplia distribución estando presente entre los 2700 hasta los 4500 m en prácticamente todo tipo de hábitats en las ecorregiones de Valles Secos, Puna y Altoandino. Se lo puede observar en zonas abiertas, al borde de carreteras, en jardines y plazas de las áreas urbanas, y también en áreas periurbanas con vegetación arbustiva nativa, en pajonales o áreas de cultivo y en vegetación mixta con bosquecillos de eucaliptos. Es sin lugar a dudas la especie silvestre más conspicua en ambientes urbanos, y es parte de las comunidades más simplificadas de la urbe dura (39).



Figura 82. La Pichitanka (*Zonotrichia capensis*) es una de las especies más comunes y abundantes en el valle de La Paz, sobre todo por su alto grado de adaptabilidad a las modificaciones antropogénicas. Son observadas incluso en los ambientes urbanos más alterados y carentes de recursos para otras especies de aves. (Foto: Veronica Zegarra).

Historia natural

Se observa en parejas o en pequeños grupos. Se alimenta de semillas, aunque también consume insectos y una amplia variedad de alimentos o desechos producidos por los humanos. Busca su alimento en el suelo, usualmente cerca de vegetación arbustiva, y es tan tolerante que puede forrajear a pocos centímetros de las personas. El canto es muy variable y puede variar de acuerdo al hábitat en el que se encuentra, en los pajonales está compuesto por más trinos y en el borde de bosque por silbidos agudos, además, tiene dialectos regionales (69). Vocaliza todo el año, incluso algunas noches se puede escuchar el llamado de alerta. Se reproduce todo el año, pero a nivel local puede tener ciclos reproductivos definidos por los ciclos climáticos. Su nido es una copa compacta, construida con pajas y fibras de plantas (69), es capaz de anidar en jardines de domicilios privados.

FAMILIA FRINGILLIDAE (Jilgueros o Cabecitanegras):

Autor: M. Isabel Gómez[1,2]

[1] *Colección Boliviana de Fauna;* [2] *Museo Nacional de Historia Natural*

Nombre científico: *Sporagra magellanica*
Nombre común: Jilguero Encapuchado (español), Hooded Siskin (inglés), Chaiñita (aymara)

Distribución

Presente desde Venezuela hasta Uruguay y el este de Argentina. Es residente pero tiene movimientos nómadas,

durante la época no reproductiva viajan a través de todo su rango de distribución. Se encuentran desde tierras bajas hasta bosques montanos, en vegetación secundaria, plantaciones, áreas arbustivas y al borde de cultivos, parques y jardines, incluso al borde de pueblos y ciudades (70). En el valle de La Paz es raro, se encuentra principalmente en los valles áridos de Rio Abajo, en zonas de cultivo y campos arbustivos abiertos, como por ejemplo en Collana y Mecapaca, y es poco común por encima de los 3300 m.

Historia natural

Se observan individuos solitarios, en parejas o formando pequeñas bandadas. Forrajea en todos los estratos, tanto en el suelo como en los árboles, es inquieto y realiza movimientos ágiles. Se alimenta principalmente de semillas, botones de flores y hojas de una variedad de plantas, ocasionalmente captura pequeños insectos. Posiblemente se reproduce todo el año y construye su nido en lo alto de los árboles (70).

Nombre científico: *Sporagra xanthogastra*
Nombre común: Jilguero Ventriamarillo (español), Yellow-bellied Siskin (inglés), Chaiñita (aymara)

Distribución

Distribuida desde las montañas de Costa Rica y oeste de Panamá hasta el sureste de Perú y oeste de Bolivia, al borde del bosque húmedo, en zonas abiertas con árboles y arbustos dispersos y en pastizales. Es una especie residente parcialmente nómada (70).

En el valle de La Paz se encuentra entre los 2700 y 3600 m, y puede subir hasta los 3800 m. Se lo puede observar en zonas silvestres, en campos de cultivo con vegetación arbustiva nativa y ambientes periurbanos como por ejemplo en Ananta, Mecapaca, Achocalla, Cebollullo y Chicani, es común también en entornos urbanos, principalmente en áreas verdes.

Historia natural

Se observan individuos solitarios, en parejas o en bandadas pequeñas, durante la época no reproductiva forman grandes bandadas de más de 30 individuos y ocasionalmente forma bandadas mixtas con el Jilguero Negro.



Figura 83. Este Jilguero Ventriamarillo o chaiñita (*Sporagra xanthogastra*), está aprovechando la abundancia localizada de pulgones para alimentarse; nótese que el color amarillo del abdomen llega hasta el borde inferior del pecho. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Se alimenta de semillas, forrajea en todos los estratos pero principalmente en el estrato medio y alto de los árboles y arbustos. Se reproduce entre marzo a mayo y entre septiembre a noviembre. El nido lo construye la hembra, y consiste en una copa hecha de fibras de plantas, raíces, líquenes y musgos, colocado al menos a 4 m del suelo en medio de follaje, la nidada tiene de dos a tres huevos blancos o un poco verduzcos (70).

Nombre científico: *Sporagra uropygialis*
Nombre común: Jilguero Cordillerano (español), Yellow-rumped Siskin (inglés), Chaiñita (aymara)

Distribución

Tiene una distribución fragmentada en los Andes, es poco común en Perú, Bolivia y el norte de Chile y común en la parte central de Chile (21). En Bolivia se encuentra alrededor de los 3700 m, observándose grupos de individuos hasta más de 4200 m. En el valle de La Paz, Ribera (5), lo considera como raro e indica que principalmente se encuentra en la puna y cabecera de valle, y Martínez et al. (8) mencionan que fue observada en las localidades de Chicani, Collana, Lomas del Sur, Uni, Lipari y el Palomar.

Historia natural

Generalmente se lo observa en parejas, durante la época no reproductiva puede formar bandadas con otros jilgueros. En La Paz se han reportado nidos en mayo (21). Es mucho menos frecuente de observar que el Jilguero Negro o el Jilguero Ventriamarillo.

Nombre científico: *Sporagra atrata*
Nombre común: Jilguero Negro (español), Black Siskin (inglés), Chaiñita o Hallo Hallo (aymara)

Distribución

Se encuentra en el centro y sur de Perú, oeste de Bolivia, norte de Chile y noroeste de Argentina. En laderas rocosas de la puna y en zonas con vegetación dispersa, también se lo observa al borde de cultivos y en pueblos entre 1800 a 4800 m. Es residente, pero tiene movimientos altitudinales y algunas poblaciones de las partes altas pueden bajar hacia menores altitudes durante la época no reproductiva (70). En el valle de La Paz es común y está ampliamente distribuido entre los 2800 y 4400 m de altitud, se lo puede observar en una gran variedad de hábitats en este rango de distribución, principalmente en áreas abiertas como campos de cultivo y pajonales, así como en zonas con vegetación herbácea baja y arbustos nativos dispersos. Es muy común dentro de la matriz urbana, tanto en áreas verdes como en ambientes urbanos.



Figura 84. En el Jilgero Negro (*Sporagra atrata*) predomina el color negro en su plumaje, y el color amarillo se restringe a la región anal y a la línea alar. Este individuo está aprovechando la presencia de los aquenios de una compuesta (*Senecio clivicolus*) para alimentarse. (Foto: Álvaro Garitano-Zavala).

Historia natural

Se lo puede observar en parejas o formando pequeñas bandadas. Incluso durante la época no reproductiva puede formar bandadas con otras especies del mismo género. Se alimenta principalmente de semillas de la vegetación herbácea o de arbustos bajos, y ocasionalmente captura insectos (70). En la ciudad de La Paz es frecuente observar bandadas bastante grandes -en ocasiones mezcladas con individuos de Jilguero Ventriamarillo que vocalizan bulliciosamente en el follaje de altos árboles o mientras forrajean semillas de gramíneas y frutos de compuestas cerca del suelo; también cuando se posan en cables eléctricos o los techos de las viviendas.

FAMILIA PASSERIDAE (Gorriones del Viejo Mundo):

Autor: M. Isabel Gómez[1,2]
[1] Colección Boliviana de Fauna; [2] Museo Nacional de Historia Natural

Nombre científico: *Passer domesticus*
Nombre común: Gorrión Común (español), House Sparrow (inglés)

Distribución

Es una especie nativa del noroeste de Europa, norte de África y centro de Asia. Fue introducida al continente americano. Ahora se encuentra en Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay, sureste de Brasil, sureste de Bolivia y este de Perú y Ecuador. Asociada a ambientes modificados por el humano de los cuales no se aleja, es común en ciudades y pueblos (71). En el valle de La Paz fue observada en la ecorregión de Valle Secos, en plazas y en zonas abiertas con vegetación dispersa aledañas a las casas en Mecapaca, no ha logrado establecerse en la ciudad de La Paz probablemente debido a alguna restricción a la mayor altitud.

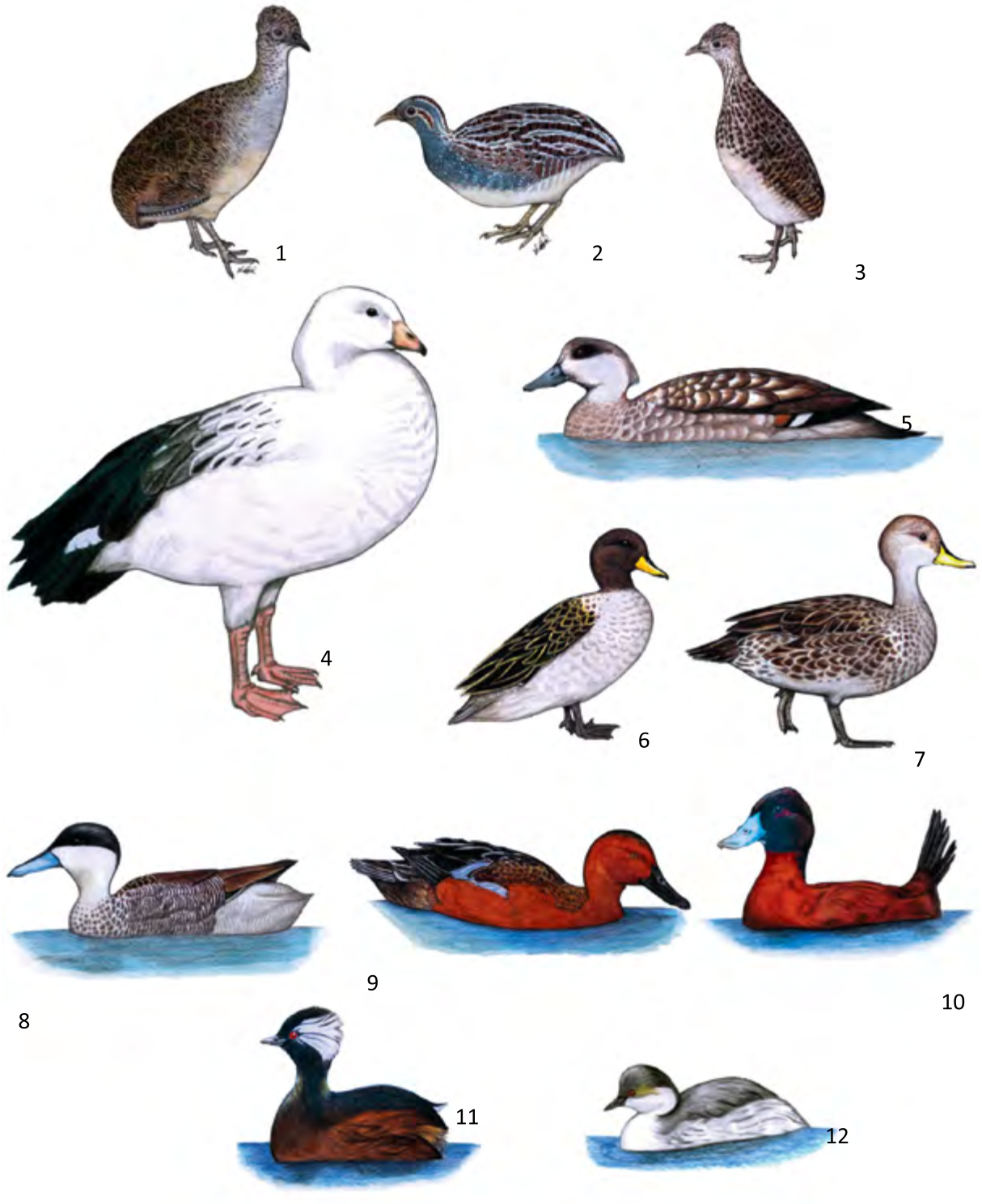


Figura 85. El Gorrión Común (*Passer domesticus*) es una especie introducida en América, que coloniza zonas modificadas por el humano gracias a su generalismo y oportunismo en la dieta; este macho está muy interesado en una "pasankalla" abandonada en el Zoológico Municipal "Vesty Pakos Sofro". (Foto: Luciana Tellería).

Historia natural

Se lo puede observar solo o en parejas, pero generalmente está en bandadas, que pueden ser de muchísimos individuos en ambientes urbanos. Busca su alimento en el suelo y frecuentemente esta posado entre la vegetación. Posiblemente se reproduce todo el año y cuando hay suficiente espacio, puede anidar en grupo (21).

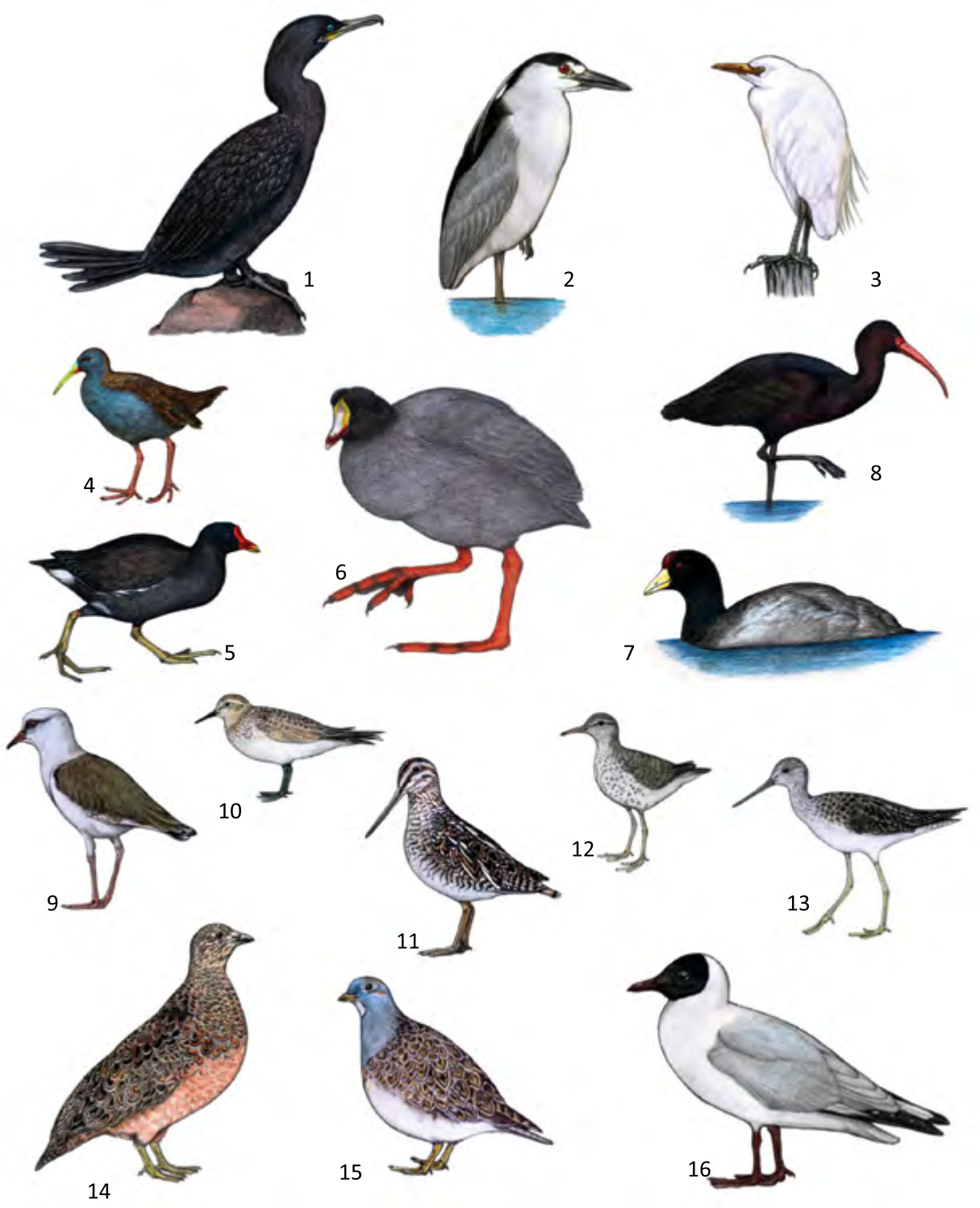
Familias Tinamidae, Anatidae y Podicipedidae



1. *Nothoprocta ornata,* 2. *Nothoprocta pentlandii,* 3.*Nothura darwinii,* 4. *Oressochen melanopterus,* 5. *Lophonetta specularioides,* 6. *Anas flavirostris,* 7. *Anas georgica,* 8. *Anas puna,* 9. *Anas cyanoptera,* 10. *Oxyura jamaicensis,* 11. *Rollandia rolland,* 12. *Podiceps occipitalis*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Familias Phalacrocoracidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Charadriidae, Scolopacidae, Thinocoridae, y Laridae



1. *Phalacrocorax brasilianus*, 2. *Nycticorax nycticorax*, 3. *Bubulcus ibis* 4. *Pardirallus sanguinolentus*, 5. *Gallinula galeata*, 6. *Fulica gigantea*, 7. *Fulica ardesiaca*, 8. *Plegadis ridgwayi*, 9. *Vanellus resplendens*, 10. *Calidris bairdii*, 11. *Gallinago andina*, 12. *Actitis macularius*, 13. *Tringa solitaria*, 14. *Attagis gayi*, 15. *Thinocorus orbignyianus*, 16. *Chroicocephalus serranus.*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

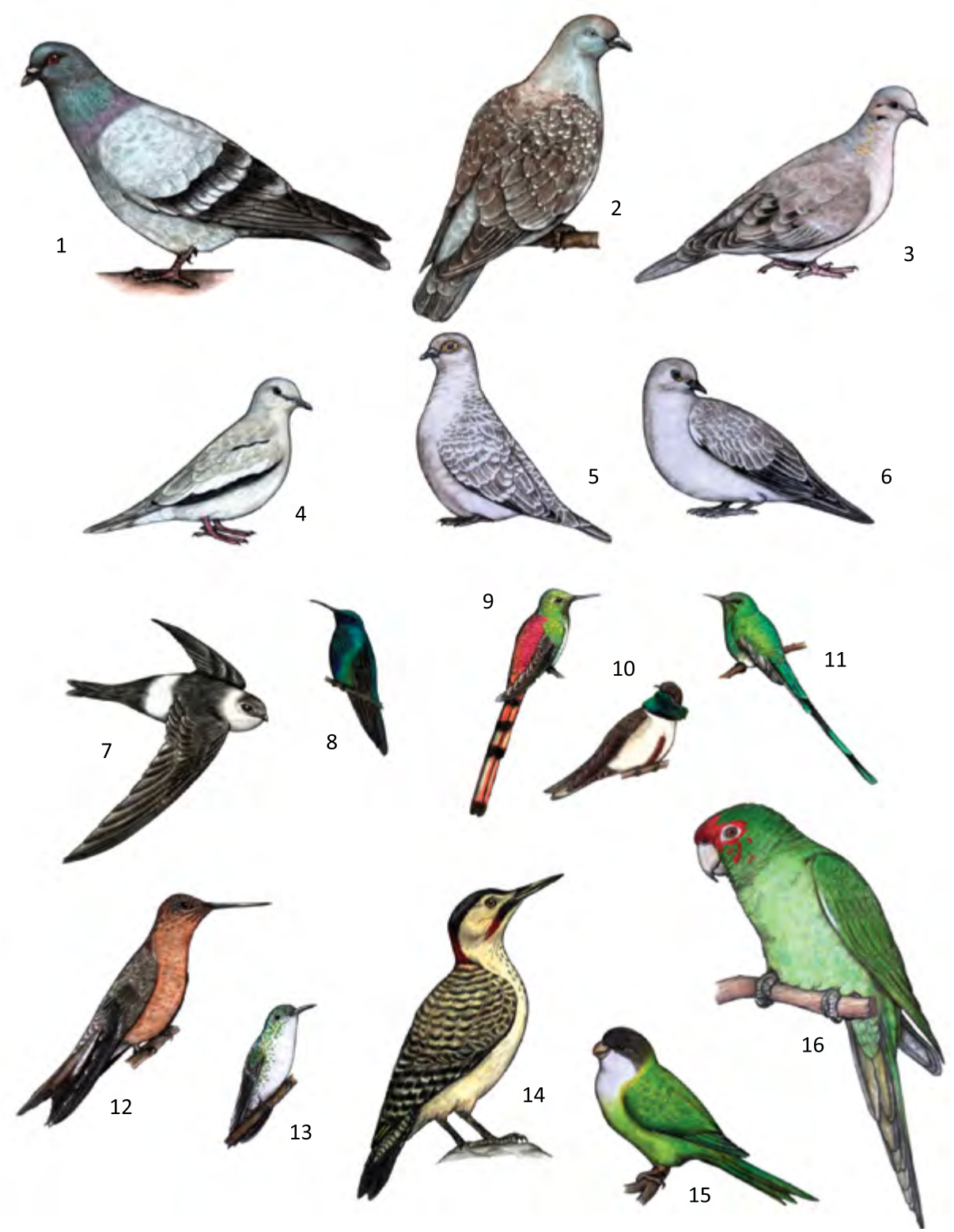
Familias Cathartidae, Accipitridae, Tytonidae, Strigidae, Caprimulgidae y Falconidae



1. *Vultur gryphus*, 2. *Geranoaetus polyosoma*, 3. *Geranoaetus melanoleucus*, 4. *Tyto alba*, 5. *Bubo virginianus*, 6. *Athene cunicularia*, 7. *Systellura longirostris*, 8. *Phalcoboenus megalopterus*, 9. *Falco sparverius*, 10. *Falco peregrinus*, 11. *Falco femoralis*.

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

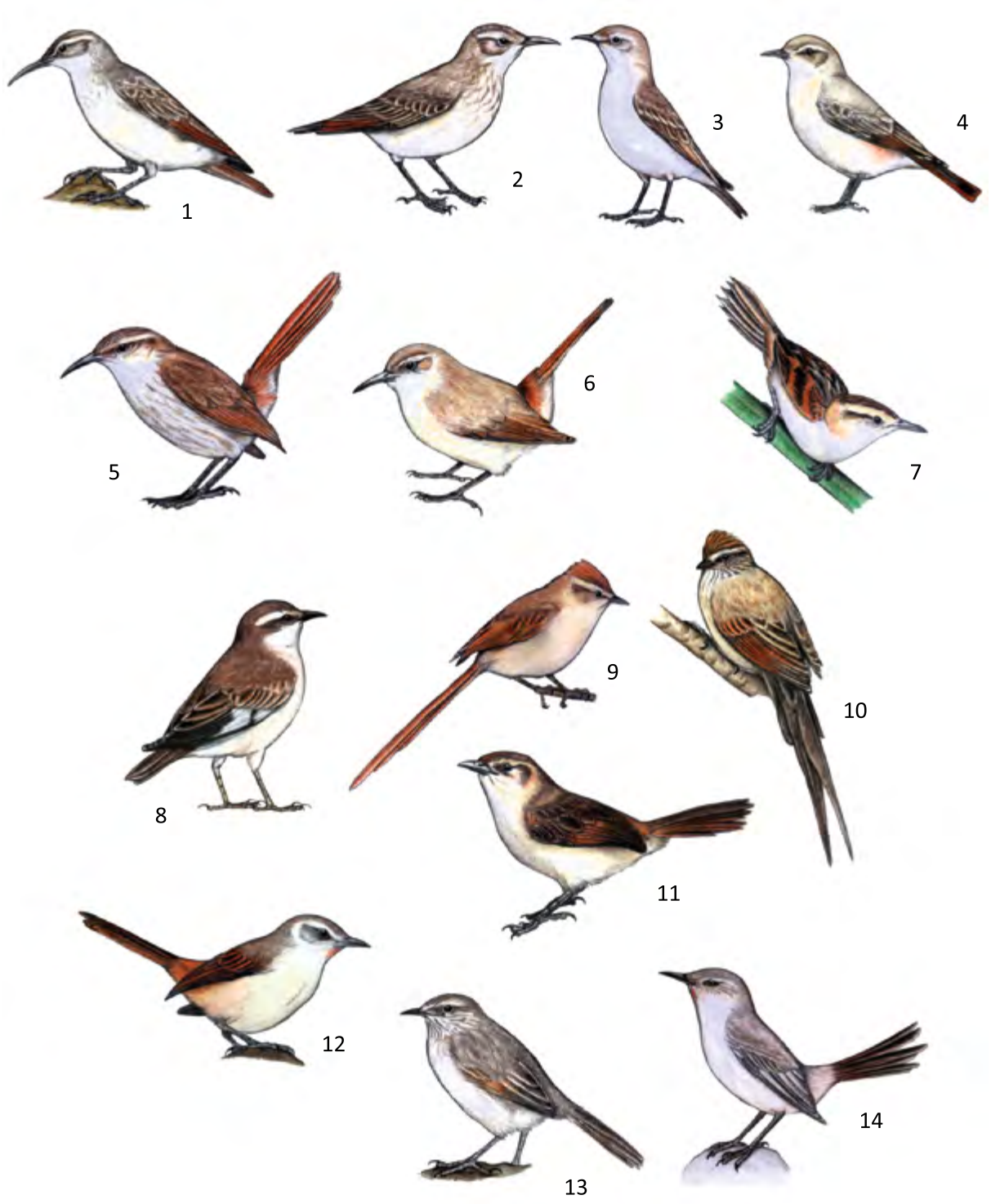
Familia Columbidae, Apodidae, Trochilidae, Picidae y Psittacidae



1. *Columba livia,* 2. *Patagioenas maculosa*, 3. *Zenaida auriculata*, 4. *Columbina picui,* 5. *Metriopelia ceciliae*, 6. *Metriopelia melanoptera*, 7. *Aeronautes andecolus*, 8. Colibri coruscans, 9. *Sappho sparganurus*, 10. *Oreotrochilus estella*, 11. *Lesbia nuna*, 12. *Patagona gigas*, 13. *Amazilia chionogaster*, 14. *Colaptes rupicola*, 15. *Psilopsiagon aymara*, 16. *Psittacara mitratus*.

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Familia Furnariidae



1. *Geositta tenuirostris*, 2. *Geositta cunicularia*, 3. *Geositta punensis*, 4. *Geositta rufipennis*, 5. *Ochetorhynchus andaecola*, 6. *Ochetorhynchus ruficaudus*, 7. *Phleocryptes melanops*, 8. *Cinclodes albiventris*, 9. *Leptasthenura* fuliginiceps, 10. *Leptasthenura aegithaloides*, 11.*Phacellodomus striaticeps*, 12. *Asthenes dorbignyi*, 13. *Asthenes humilis*, 14. *Asthenes modesta*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Familia Tyrannidae



1. *Elaenia albiceps,* 2. *Camptostoma obsoletum,* 3. *Anairetes flavirostris,* 4. *Anairetes parulus*, 5. *Tachuris rubrigastra,* 6. *Hirundinea ferruginea,* 7. *Knipolegus aterrimus,* 8. *Muscisaxicola maculirostris,* 9. *Muscisaxicola griseus,* 10. *Muscisaxicola juninensis,* 11. *Muscisaxicola cinereus,* 12. *Muscisaxicola albifrons,* 13. *Muscisaxicola flavinucha,* 14. *Muscisaxicola rufivertex*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Familias Tyrannidae, Cotingidae, Hirundinidae, Troglodytidae y Motacillidae



1. *Agriornis montanus,* 2. *Agriornis micropterus,* 3. *Myiotheretes striaticollis,* 4. *Ochthoeca oenanthoides,* 5. *Ochthoeca leucophrys,* 6. *Phytotoma rutila (a: macho; b: hembra),* 7. *Pygochelidon cyanoleuca,* 8. *Orochelidon murina,* 9. *Orochelidon andecola,* 10. *Troglodytes aedon,* 11. *Anthus correndera,* 12. *Anthus bogotensis*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos (a excepción de 6b). Dibujos: Daniela Ticona.

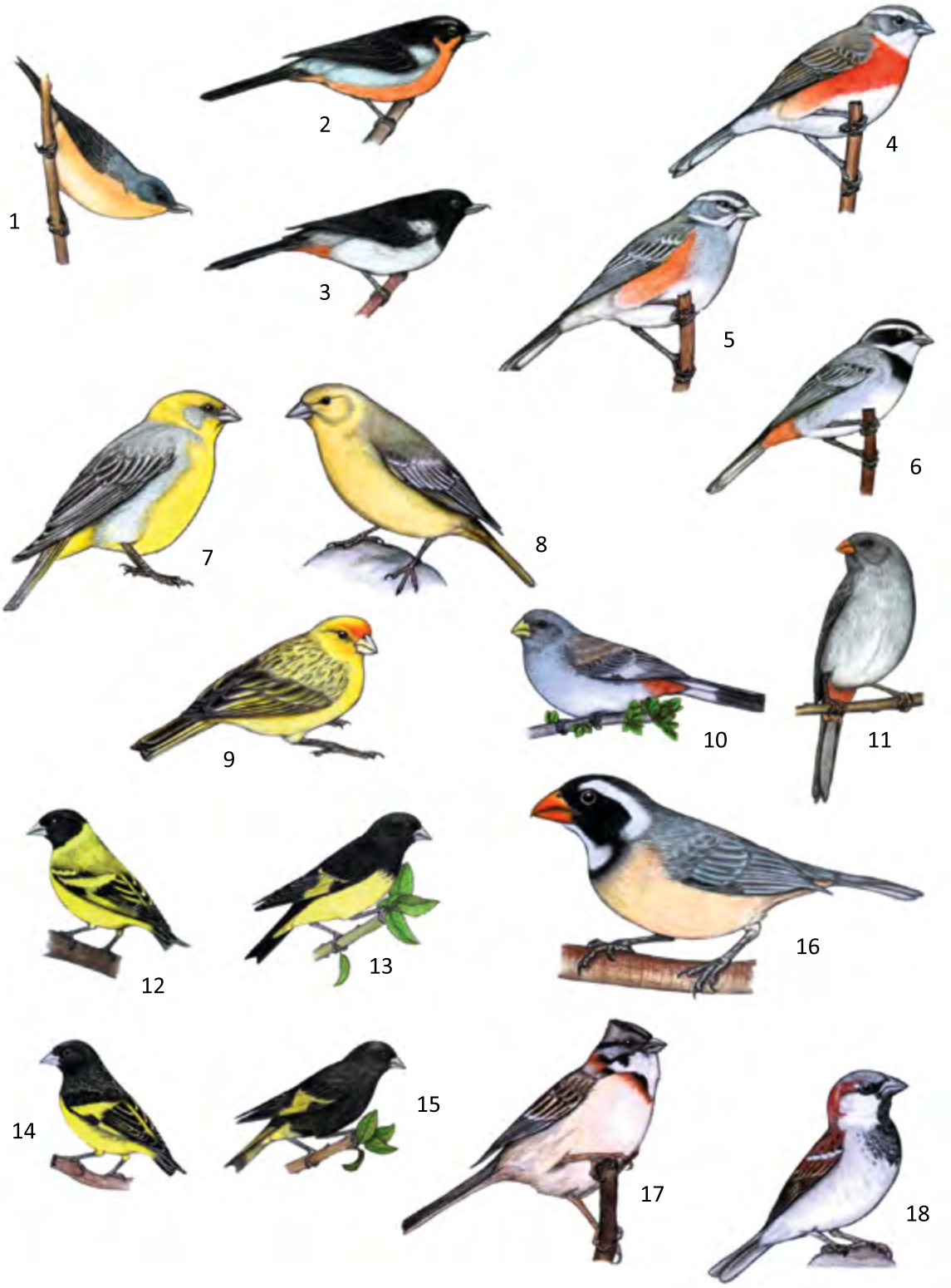
Familias Turdidae y Thraupidae



1. *Turdus amaurochalinus,* 2. *Turdus fuscater,* 3. *Turdus chiguanco,* 4. *Mimus dorsalis,* 5. *Pipraeidea bonariensis,* 6. *Thraupis sayaca,* 7. *Conirostrum cinereum,* 8. *Phrygilus punensis,* 9. *Phrygilus fruticeti,* 10. *Phrygilus unicolor,* 11. *Phrygilus plebejus,* 12. *Phrygilus alaudinus,* 13. *Idiopsar brachyurus,* 14. *Diuca speculifera*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Familias Thraupide, Fringillidae, Emberizidae, Passeridae y Saltator aurantiirostris



1. *Diglossa sittoides* 2. *Diglossa brunneiventris,* 3. *Diglossa carbonaria,* 4. *Poospiza boliviana,* 5. *Poospiza hypochondria,* 6. *Poospiza torquata,* 7. *Sicalis uropygialis,* 8. *Sicalis olivascens,* 9. *Sicalis flaveola,* 10. *Catamenia analis,* 11. *Catamenia inornata,* 12. *Sporagra magellanica,* 13. *Sporagra xanthogastra,* 14. *Sporagra uropygialis,* 15. *Sporagra atrata,* 16. *Saltator aurantiirostris,* 17. *Zonotrichia capensis,* 18. *Passer domesticus*

Todos los dibujos corresponden a machos adultos. Dibujos: Daniela Ticona.

Los mamíferos del valle de La Paz

Isabel Moya[1,2,3], Enzo Aliaga- Rossel[2], Adriana Rico[2,4], Raquel Galeón[1,2,3] & Jorge Salazar-Bravo[2,5]

[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia; [4]Instituto de Ecología-UMSA; [5]Universidad de Texas Tech.

1. Introducción

Los mamíferos son un grupo muy diverso del cual somos parte los humanos (1,2). Gracias a su capacidad de adaptación, lograron colonizar todo el planeta; encontrándose en todos los tipos de hábitats, terrestres o acuáticos. Se reconoce que en el mundo existen alrededor de 5411 especies de mamíferos (3), de las cuales, hasta la fecha en Bolivia, se tienen registradas 400 especies, representando el cuarto lugar en importancia en Sudamerica, a pesar de tratarse de un país mediterráneo (1, 4, 5). Los órdenes más abundantes corresponden a los roedores, con 140 especies y a los murciélagos, con 133 especies (4). Luego están los marsupiales (Didelphimorphia) con 39 especies, los carnívoros (Carnivora) con 28 especies, los monos del nuevo mundo (Primates) con 25 especies, ungulados (Artiodactyla) con 12 especies y armadillos (Cingulata) con 11 especies (4). Esta diversidad se explica por la ubicación geográfica del país, por su topografía y la presencia de un gran número de ecorregiones.

Una característica que les permite colonizar nuevos ambientes es que son **endotérmicos**, capaces de generar calor a través del metabolismo y **homeotermos**, pudiendo autorregular su temperatura manteniéndola dentro de un rango determinado. Además, comparten características que los distinguen de los otros grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles y aves):

- La presencia de pelos que les ayuda a regular la temperatura y, dependiendo del color y/o el diseño del pelaje, les permiten camuflarse. También funcionan como una capa protectora ante daños de tipo mecánico. Si bien los mamíferos acuáticos (cetáceos) han perdido el pelo del cuerpo, aún mantienen rastros a manera de vibrisas (pelos sensoriales) y bigotes.
- Las hembras presentan glándulas mamarias que secretan leche con las que alimentan a sus crías.
- La presencia de tres diferentes huesos en el oído interno: martillo, yunque y estribo, que les permite desarrollar y diversificar la agudeza auditiva tanto a depredadores como a las presas.
- Son los únicos animales que poseen un solo hueso en cada mandíbula, el dentario, el cual se encuentra articulado directamente con el cráneo.
- Las crías de los mamíferos nacen vivas y se desarrollan dentro de la madre. Se reconocen tres grupos, desde los más primitivos tenemos: **a) los monotremas** que incluye a los ornitorrincos y equidnas, en los cuales las hembras ponen huevos y una vez que estos eclosionan las crías se alimentan de leche que brota de los poros de la madre **b) los marsupiales,** cuyo desarrollo en el útero materno es muy corto y completan su crecimiento pegados a las tetillas de la madre, dentro de una bolsa o marsupio, o cubiertos por un pliegue de piel que los protege y **c) los placentarios**, que presentan el desarrollo de los embriones dentro del cuerpo de la madre y las crías nacen completamente desarrolladas.
- Son heterodontos; con diferentes tipos de dientes: incisivos, caninos, premolares y molares. Aquellos grupos que son omnívoros presentan todos los tipos de dientes (por ejemplo los primates); pero también hay aquellos donde están ausentes los caninos y premolares pero tienen los incisivos muy desarrollados (roedores). Otros que perdieron los dientes como algunos xenartros (armadillos, perezosos y hormigueros) y que se alimentan de insectos, larvas y semillas. También es característico la presencia de dientes de leche que son sustituidos una vez en la vida.

Los primeros mamíferos aparecieron a finales del Triásico, hace 225 millones de años (3). Durante el Mesozoico fueron animales pequeños y nocturnos, pero esto cambió con la extinción de los dinosaurios a finales del Cretásico, que fue cuando empezó la diversificación de este grupo (6).

2. Importancia ecológica de los mamíferos

Los mamíferos cumplen roles y funciones ecológicas importantes dentro de los ecosistemas en los que se encuentran, además de haber intervenido en el desarrollo de comunidades humanas relacionandose ya sea como alimento, como medicina, en rituales e incluso como mascotas (7).

Algunos mamíferos son indicadores del estado de conservación de un ecosistema. Por ejemplo, la presencia de jaguares indica un buen estado de conservación de los bosques, ya que ellos requieren de una gran diversidad de presas para sobrevivir y ésto solo se consigue en ambientes naturales bien conservados. En cambio, el incremento de la abundancia de especies como por ejemplo el vampiro común, pueden indicar ambientes perturbados, en este caso con mucha actividad ganadera(8).

Los mamíferos pueden afectar positiva o negativamente en la reproducción de las plantas, actuando como polinizadores, dispersores o depredadores de semillas. Por ejemplo, algunos murciélagos al alimentarse del néctar de las flores permiten la reproducción de estas plantas. Por otro lado, aquellos que son depredadores controlan las poblaciones de sus presas y evitan que las cadenas alimenticias se desequilibren. Un ejemplo son los carnívoros que regulan las poblaciones de roedores, evitando que éstos aumenten en número y se conviertan en plagas; pero, al mismo tiempo, los roedores, son importantes en los ecosistemas, ya que se constituyen en alimento de muchas otras especies y su ausencia podría desencadenar una serie de extinciones. Los mamíferos carroñeros son capaces de acelerar la descomposición de materia muerta y el reciclaje de nutrientes; y los excavadores remueven y ventilan el suelo mediante la excavación de túneles.

3. Los mamíferos del valle de La Paz

Considerando las condiciones ambientales particulares del valle, como la altura (de 2200 a 5000 m.s.n.m), la estacionalidad, las amplias variaciones de temperatura diarias (muy frío por las noches y días con alta radiación solar) y la menor cantidad de oxígeno disuelto en el ambiente, los mamíferos del valle presentan importantes adaptaciones fisiológicas (9,10), comportamentales, anatómicas y morfológicas (3); que les ha permitido colonizar todos los ambientes.

Este valle alberga 38 especies, incluyendo animales pequeños como murciélagos y ratones silvestres, hasta animales grandes como la taruca (*Hippocamelus antisensis*) y el puma (*Puma concolor*). Se reconoce la presencia de cinco órdenes y 15 familias. El orden más diverso son los roedores (ratones silvestres, vizcachas, cuises o cuis y tojos) con 18 especies. Le sigue el orden Chiroptera (murciélagos), con ocho especies, el orden Carnívora, con seis especies; el orden Artiodactyla con tres especies y dos especies de marsupiales (Didephimorphya). Cabe recalcar que, del orden "Artiodactyla" la llama y la alpaca (*Lama pacos y Lama glama*) son especies domesticadas, pero al ser nativas fueron consideradas dentro de la fauna representativa del valle de La Paz.

3.1. Distribución de los mamíferos en las ecorregiones del valle de La Paz:

La representatividad de la fauna de mamíferos varía según las tres ecorregiones que lo conforman.

El **Valle Seco**, ubicado debajo de los 3600 m.s.n.m, es la ecorregión con el mayor número de especies (40% del total de especies de mamíferos). La **Puna**, ubicada entre 3600 y 4200 m.s.n.m, donde se han registrado especies de los órdenes Carnivora, Rodentia y Artiodactyla. La **Altoandina**, por encima de los 4200 m.s.n.m, alberga el 12% de la fauna del valle.

Los roedores son los más frecuentes y numerosos en el valle de La Paz (11). Cada especie se ha adaptado a un ambiente particular. Los ratones y ratas con colas relativamente cortas permanecen en el suelo, habiendo incluso especies fosoriales (con hábitos de vida subterránea); mientras que las especies con colas largas suelen pasar una buena parte del tiempo trepadas en las ramas de arbustos y/o cactus, siendo la cola la que les ayuda a mantener el equilibrio (13). En este segundo grupo encontramos a los ratones de género *Oligoryzomys*.

Los roedores de la Puna y la región altoandina, son principalmente fosoriales y utilizan las madrigueras hechas por otras especies. Estas madrigueras son muy importantes, especialmente durante la época de invierno, ya que al no entrar en hibernación, estos refugios los protegen de las bajas temperaturas de la puna y la región altoandina.

En áreas de bofedales, se encuentran dos especies de roedores del género *Auliscomys (A. pictus y A. sublimis)*. Estas especies habitan en una variedad de ambientes húmedos, pero también en roquedales y paredes de piedra; encontrándolos frecuentemente en madrigueras abandonadas de tuco tuco o de vizcachas. Otras especies como *Neotomys ebriosus*, están asociadas a arroyos y humedales de densa cobertura, mientras que *Calomys lepidus* habita en los pastizales de los Valles Secos y de la Puna, pero también se los puede encontrar en roquedales. *Abrothrix jelskii* que se encuentra en pastizales abiertos, zonas rocosas, matorrales e incluso en áreas cultivadas y casas rurales. Por su parte, el tuco tuco o tocoro (*Ctenomys leucodon*) es un roedor cuyas madrigueras fueron observadas a los 4800 m.s.n.m, en el valle de Jhacha Toloko.

En la cuenca del río Kaluyo se encuentran dos especies *Phyllotis osilae* y *P. xanthopygus*. Aparentemente *P. osilae* substituye *P. xanthopygus* a partir de los 3700 m.s.n.m y se distribuye hasta los 4200 m.s.n.m En las zonas más altas de la cuenca, se encuentra *Auliscomys pictus*, aunque también fue colectado en una

localidad muy alejada del río Kaluyo, al sur del valle de La Paz (colina Cachapa), a una altura de 2900 m.s.n.m y en un hábitat semejante al que utiliza *Phyllotis xanthopygus* en esa región (11). Por debajo de los 3600 m.s.n.m, en los Valles Secos, hay especies adaptadas a vivir en suelos más pedregosos, en gran parte desnudos, con cactáceas columnares, tunares, árboles espinosos de mediana altura (*Prosopis alba*), siendo el río de La Paz la única fuente de agua constante. El suelo en esta zona tiende a ser claro, y como una adaptación a este ambiente, el pelaje de los animales tiende a ser más pálido, como por ejemplo los roedores *Octodontomys gliroides* y *Galea musteloides* (11).

Los murciélagos distribuidos en la región de los valles son animales de hábitos nocturnos. El murciélago nectarívoro *Anoura peruana*, fue registrado para el valle y de cuya historia natural se conoce poco. Otras especies como *Tadarida brasiliensis*, que es un murciélago insectívoro que vuela muy alto, pudo ser capturado mientras bajaba a tomar agua en una pequeña laguna dentro del zoológico Municipal Vesti Pakos Sofro. En este mismo lugar, hace muchos años, se tuvo información sobre ataques de vampiros a animales cautivos, sugiriendo la presencia de *Desmodus rotundus* (vampiro común) en el área, tambien fue registrado en una mina abandonada cerca de Tahuapalca. Otros murciélagos fueron encontrados accidentalmente en el centro de la ciudad de La Paz, sugiriendo que aún pueden utilizar la ciudad como ruta de vuelo. También, se han tenido registros de murciélagos insectívoros en las zonas rurales y peri urbanas del valle, sobre todo buscando alimento cerca a las fuentes de luz, las cuales atraen insectos como moquitos o polillas, siendo mucho menos abundantes al alejarse de estas fuentes de alimento.

3.2. Principales amenazas para los mamíferos:

A nivel mundial, miles de especies se han extinguido (14), pero la tasa de extinciones se ha acelerado en las últimas décadas. Los mamíferos silvestres, están siendo afectados por la sobreexplotación de los recursos, la destrucción y/o pérdida de su hábitat, la introducción de especies exóticas, entre otras (12). Estas amenazas también afectan a las poblaciones de mamíferos del valle de La Paz; y de las 38 especies presentes, seis fueron incluidas dentro del *Libro Rojo de los vertebrados amenazados de Bolivia* (16).

Entre los mamíferos amenazados presentes en el valle de La Paz, están la taruja (*Hippocamelus antisensis*) y los felinos (*Leopardus colocolo* y *Leopardus geoffroyi*), cuyas principales amenazas son la pérdida de hábitat y la reducción de su principal presa, la vizcacha (*Lagidium viscacia*). Las principales amenazas identificadas para el valle son:

Crecimiento de la mancha urbana y transformación de hábitat natural en áreas de cultivo:

El rápido crecimiento y avance urbano, además de la transformación de hábitat natural en áreas de cultivo es una de las principales amenazas a los mamíferos del valle. Esto afecta a sus poblaciones, ya sea por la pérdida de hábitat, de refugios y de recursos alimenticios; así como también en el incremento del contacto con los humanos, provocando los conflictos entre éstos y/o con sus animales domésticos. Los mamíferos grandes, como la taruja, se ven afectados por la pérdida de hábitat, la poca disponibilidad de refugios, la competencia alimenticia, las enfermedades transmitidas por animales domésticos, la cacería y la depredación por parte de jaurias de perros cimarrones (también llamados asilvestrados; 15-17). Otros mamíferos pequeños, como el murciélago nectarívoro *A. peruana*, se ve afectado por la ausencia de la plantas de las que se alimenta, debido a la pérdida de hábitat y/o cambio de uso del suelo. Los ratones silvestres que se alimentan principalmente de semillas, vegetación o insectos nativos, también se ven amenazados ante el crecimiento de la mancha urbana, la pérdida de su hábitat natural y por mayor riesgo de depredación por parte de animales domésticos, como los gatos, reduciendo así sus poblaciones (18). Como consecuencia y por efecto cascada, los carnívoros nativos que se alimentaban de estos roedores se ven afectados ante la reducción de sus presas.

Por otro lado, también existen algunas especies que pueden adaptarse a la presencia humana o inclusive beneficiarse de ésta, asegurando de esta forma su permanencia en el valle. Por ejemplo, algunos murciélagos insectívoros posiblemente se ven beneficiados de los insectos atraídos por las luces en las zonas periurbanas; o utilizan los entretechos de las casas como refugios. También está el murciélago vampiro, que se beneficia de la abundancia de animales domésticos y ganado de las zonas periurbanas de la ciudad de La Paz, aprovechando algunos refugios artificiales como minas y otras construcciones abandonadas (19). Otras especies de roedores son capaces de utilizar los cultivos como fuentes de alimento, lo que promueve el incremento en su abundancia, convirtiéndose en plagas.

Conflictos entre vida silvestre y humanos:

El conflicto es un problema muy común en la conservación de mamíferos. Los más evidentes se establecen entre los depredadores y el ganado. Por ejemplo, el puma (*P. concolor*), el zorro (*L. culpaeus*) y el murciélago vampiro (*D. rotundus*); al atacar al ganado generan un malestar y repudio en los pobladores locales quienes los matan. En el caso de los murciélagos, el desconocimiento de su diversidad y la creencia de que todos se alimentan de sangre causa que los pobladores maten indiscriminadamente a los murciélagos sin discriminar al vampiro de las otras 132 especies (18, 19).

Cacería:
Si bien la caza está prohibida, ésta ha sido realizada históricamente en el valle. Un ejemplo de su efecto negativo se ve con la vizcacha (*Lagidium viscacia*). Este dócil y tímido roedor aún puede ser visto en reducidos relictos de áreas naturales remanentes dentro y cerca de la ciudad. Otros ejemplos de cacería se dan sobre la taruja, el zorro y los gatos andinos, estos últimos cazados principalmente como una forma de prevenir ataques a ganado, sean o no estas especies las responsables de la muerte del ganado.

4. Historia natural de los mamíferos del valle de La Paz

ORDEN CARNÍVORA

Los carnívoros están adaptados a la ingestión de carne. Tienen garras afiladas y un mínimo de cuatro dedos en cada extremidad. Tienen los caninos muy desarrollados y los molares y premolares con bordes cortantes para desgarrar y cortar carne o tendones, o quebrar huesos.

Familia Canidae:

Los cánidos comparten un aspecto muy similar entre sí, todos se parecen a un típico perro. Están adaptados para desplazarse por espacios abiertos, por ello tienen extremidades largas y caminan sobre los dedos de los pies (digitígrados); sus uñas, a diferencia de los félidos, no son punzantes, cortantes ni retráctiles. Son sociales y las crías demuestran afinidad al cuidado materno. Incluye especies como lobos, dingos, zorros, coyotes y chacales.

Nombre científico: *Lycalopex culpaeus*
Nombre común: Zorro andino, khamake (aymara), Andean fox (inglés)
Autor: Mariana Da Silva L.[1] y Enzo Aliaga-Rossel[1,2,3]
[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2] Colección Boliviana de Fauna; [3]Instituto de Ecología-UMSA

Descripción
El khamake es el único zorro del valle de La Paz, es del tamaño de un perro doméstico mediano (60 a 117 cm. de largo). Su cola es peluda y larga (30 a 51 cm.), con una mancha negra en la base y otra en la punta (21, 22). Pesa entre 4,3 y 13,5 kg, siendo los machos más grandes que las hembras (22, 23). Su pelaje es café rojizo en la cabeza, cuello, cola y piernas. El vientre y la barbilla son blanquecinos y la espalda es gris.



Figura 1. El zorro (*Lycalopex culpaeus*), un animal típico de los Andes bolivianos (Foto: O. Rocha).

Distribución
Habita a lo largo de la Cordillera de los Andes, entre los 700 y 4867 m.s.n.m En Bolivia se encuentra en La Paz, Cochabamba, Tarija, Oruro y Potosí, y posiblemente en Chuquisaca y Santa Cruz. En el valle de La Paz se lo ha registrado en las tres ecorregiones: Puna, Prepuna y Valles.

Historia natural
Se alimenta principalmente de ratones, vizcachas, aves, reptiles, insectos, carroña y frutos, siendo los frutos del algarrobo (*Prosopis laevigata*) parte importante de su dieta en el valle de La Paz (22, 23,24). Puede encontrarse en regiones altiplánicas, valles secos e incluso bosques nublados. Prefiere hábitats abiertos como pampas y en el valle de La Paz está presente en casi todos los cerros, pastizales, quebradas, lechos de ríos y algunas áreas urbanizadas de los alrededores de la ciudad. Puede recorrer hasta 6 km diarios buscando alimento, es solitario y marca su territorio con orina y heces. Tiene actividad las 24 horas pero es principalmente nocturno (22, 23).

Entre agosto y noviembre nacen las crías luego de 55 a 60 días de gestación. En este periodo es también muy común verlo en pareja y oír sus vocalizaciones. Las crías son dependientes hasta los cuatro o cinco meses pero permanecen con la madre hasta el año de edad, que es cuando maduran sexualmente y establecen su territorio

(22, 23). Es muy inteligente y por esto es incluido en cuentos, leyendas y mitos locales. Es considerado indicador de clima y de la buena suerte. Es una especie común, pero puede desaparecer en hábitats muy alterados, donde sus presas han desaparecido o donde se lo caza por ser considerado perjudicial para el ganado y/o con fines rituales (22, 23). También es susceptible a la competencia y ataques y enfermedades de los perros domésticos.

Familia Felidae:

Son carnívoros muy especializados, poseen un cuerpo esbelto, oído agudo y excelente vista. Son los mamíferos cazadores más sigilosos y pueden variar considerablemente en su tamaño. La mayoría consume exclusivamente carne. Su musculatura les permite realizar grandes saltos, sus poderosas patas terminan en cinco dedos en las delanteras y cuatro en las traseras. Cada dedo está provisto de una garra retráctil, muy curvadas para retener a sus presas. Sus ojos con pupilas que se contraen de forma vertical, les confieren una visión muy eficiente. La superficie de la lengua está cubierta de puntas óseas dirigidas hacia atrás, a manera de lija, que le sirven para raspar los huesos. El pelaje de los felinos es suave y terso debido al constante acicalamiento. Las hembras pueden tener crías varias veces al año (poliéstricas) y la camada es de una a seis crías.

Nombre científico: *Puma concolor*
Nombre común: Puma, Mizque (aymara), Mountain lion (inglés)

Autores: Mariana Da Silva[1], Enzo Aliaga-Rossel[1,2] y Luis F. Pacheco[1,2]
[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Instituto de Ecología-UMSA

Descripción

Es el segundo felino más grande de América y el más grande en el valle de La Paz. Su cuerpo mide entre 85 y 160 cm. de largo y la cola de 45 a 96 cm.. Pesa entre 34 y 120 kg. Los machos son hasta 60% más grandes que las hembras. El color del pelaje es uniforme y puede variar regionalmente, pero en el valle de La Paz es café leonado. El vientre, garganta y hocico son blancos, y la punta de la cola es negra (18, 30).



Figura 2. El puma (*Puma concolor*), es el mamífero más grande presente en el Valle (Fotografía tomada con trampa cámara; Foto: R. Villalobos-AGA).

Distribución

En el valle de La Paz ha sido reportado en Huayllani, Palca, las Ánimas, Hampaturi y Pampalarama, principalmente en montañas y pastizales de altura lejos de áreas urbanizadas.

Historia natural

Es el depredador más grande e importante del valle de La Paz, su principal aporte es controlar las poblaciones de sus presas. En áreas altas se alimenta de mamíferos medianos y grandes como la taruja (ciervo andino), vicuñas, liebres y vizcachas; también puede alimentarse de roedores pequeños, aves, reptiles y carroña, entre otros (30). Cuando su presa es grande, es común que coma una parte y tape el resto con tierra o vegetación para su uso posterior. No ruge pero emite diversas vocalizaciones. Es ágil, corre y trepa bien (18, 30, 31).

Puede habitar desde zonas montañosas, desiertos y sabanas hasta los bosques tropicales. Los machos ocupan territorios más grandes que las hembras. Recorre hasta 12 km. diarios (30, 31) y puede llegar a ocupar hasta 1000 km^2. Es solitario y marca su territorio con orina, heces y rasguños en el suelo. Tiene actividad las 24 horas, en especial al anochecer y amanecer; aunque tiende a ser nocturno donde hay presencia humana. Alcanzan la madurez sexual desde el año y medio, cuando se separan de la madre y establecen su territorio (30, 31). Las crías nacen en cualquier momento del año, pero generalmente cuando hay mayor disponibilidad de presas. El periodo de gestación es de tres a cuatro meses y las crías nacen con los ojos celestes y manchas café oscuras en el pelaje, lo que les permite camuflarse.

La progresiva ocupación humana de los hábitats ha causado la disminución de sus poblaciones, ha desaparecido de gran parte del valle de La Paz. Sus principales amenazas son la cacería por considerarlo peligroso para el ganado, la alteración de su hábitat y la disminución de sus presas (16, 30).

Nombre científico: *Leopardus jacobita*
Nombre común: Gato andino, Titi, Titimisi, Huaña titi, Oskhollo, Andean mountain cat (inglés)
Autores: M. Lilian Villalba[1] y Mariana Da Silva[2]
[1]Alianza Gato Andino; [2]Museo Nacional de Historia Natural

Descripción
Es de tamaño mediano (4-6 kg.), su pelaje es predominantemente grisáceo con bandas café amarillento dispuestas verticalmente a ambos lados de su cuerpo, pareciendo franjas continuas. La forma y tamaño de su cola es su principal característica; es gruesa, cilíndrica y grisácea, presenta siete a nueve anillos anchos de color café oscuro a negro y alcanza el 66 a 75% del tamaño de su cabeza y cuerpo. Las patas también presentan bandas oscuras pero no llegan a formar anillos completos (21). El color de su nariz es negro.



Figura 3. El gato andino (*Leopardus jacobita*) es un animal muy difícil de observar (Fotografía tomada con trampa cámara; Foto: AGA - E. Delgado, D. Berna, M. L. Villalba).

Distribución
Se encuentra en la región Andina de cuatro países de Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile y Perú. En Bolivia se ha registrado esta especie a altitudes mayores a los 3800 m.s.n.m en las regiones altas de las cordilleras oriental y occidental de los Andes, en los departamentos de Potosí, Oruro, Cochabamba y La Paz (25, 26). Aunque no se ha confirmado su presencia en el valle de La Paz, los habitantes del valle de las Ánimas, cerca de la laguna Uni, en Aranjuez, Mallasilla, cerca de la Muela del Diablo, Huayllani y Pampalarama han reportado haberlo visto en algún momento. Sin embargo, como esta especie puede ser confundida con el gato de las pampas y ambos son conocidos localmente como Titi, es necesario confirmar su presencia con registros directos.

Historia natural
El gato andino es un carnívoro estricto y de dieta especializada. Su alimento principal es la vizcacha que puede conformar más del 50% de su dieta; en menor proporción se alimenta de otros roedores, lagartijas y aves propias de las zonas altas (27). Su mayor actividad es de noche, al atardecer y a tempranas horas de la mañana (28), aunque puede tener actividad durante el día. Utiliza como refugio las cuevas o huecos existentes en los roquedales y por lo general deposita sus heces en letrinas.

El gato andino es solitario, pero puede verse en pareja o con su cría en la época de reproducción y después de los nacimientos. Se considera que la época de nacimientos es entre octubre y abril, donde se han observado hembras con crías y que coinciden con las épocas menos frías y secas. Se desconoce a qué edad pueden reproducirse y no existe una diferencia marcada entre machos y hembras, pudiendo ser estas últimas ligeramente más pequeñas que los machos. Por lo general se ha reportado una cría por hembra y por año (26).

Esta especie no es fácil de estudiar y aún no se sabe cuántos individuos existen en el país ni en toda el área de su distribución; sin embargo, es una especie poco abundante, con una distribución que no es continua debido a su preferencia a ambientes rocosos. Se ha estimado en un área al sur del departamento de La Paz, provincia Pacajes, una densidad de 1,8 individuos en 100 km² (29). El libro rojo de vertebrados silvestres de Bolivia lo categoriza como en “Peligro Crítico”.

Nombre científico: *Leopardus colocolo*
Nombre común: Gato de las pampas, Titi, titimisi o mulo-mulo, Pampas cat (inglés)
Autores: Mariana Da Silva[1] y M. Lilian Villalba[2]
[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Alianza Gato Andino

Descripción
Es un poco más grande y robusto que un gato doméstico (43 a 75 cm.. de largo), su cola mide cerca del 50% del largo del cuerpo y pesa entre 3 y 7 kg. Los machos son más grandes que las hembras (18, 30). El color y patrón

del pelaje varían geográficamente, y es posible que se subdivida hasta en tres especies y varias subespecies (18, 30, 31). Las poblaciones que habitan en el altiplano y valles, tienen el pelaje predominantemente café-amarillento, con manchas alargadas café-rojizo dispuestas en diagonal a ambos lados del cuerpo. Los pelos de la espalda son más largos y oscuros, como una crin. En las piernas resaltan dos o más anillos negros. La cola tiene varios anillos rojizos y delgados. La nariz es rosada (31).



Figura 4. El gato de las pampas (*Leopardus colocolo*), importante depredador que caza durante las noches (Fotografía tomada con trampa cámara; GECM-AGA).

Distribución

Habita en Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay y Brasil, desde el nivel del mar hasta 5000 m.s.n.m (18, 31). Se encuentra en todos los departamentos de Bolivia, excepto Pando. Se ha reportado en varios cerros y otras áreas naturales del valle de La Paz, incluyendo sitios poco urbanizados cerca de la ciudad; se confirmó su presencia en Carreras.

Historia natural

Es carnívoro, se alimenta principalmente de mamíferos pequeños como tujos, vizcachas y otros roedores. Es solitario. Marca su territorio con olores y vocalizaciones. Los machos tienen territorios más grandes que las hembras (18, 30, 31). Es principalmente nocturno y crepuscular, con poca actividad diurna (18, 30, 31). Entre enero y abril, después de 80 a 85 días de gestación nacen de una a tres crías. Se reproduce a partir de los dos años de edad (18, 30, 31).

Es naturalmente raro en toda su área de distribución, incluyendo el valle de La Paz, donde se ha reportado que ha disminuido o desaparecido. En Bolivia está categorizado como Vulnerable a la extinción, porque sus poblaciones estan afectadas por la caza y pérdida de hábitat. Es cazado para usar su piel en rituales y por ser considerado peligroso para las aves de corral (32). Es susceptible a ataques y enfermedades de los perros domésticos.

Nombre científico: *Leopardus geoffroyi*
Nombre común: Gato montés, geoffroy´s cat (inglés)

Autores: Mariana Da Silva[1] y Luis F. Pacheco[2,3]
[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Instituto de Ecología-UMSA, [3]Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Es de tamaño similar al gato doméstico (42 a 66 cm.. de largo), pero con la cola más corta (24 a 37 cm..). Pesa entre 2 y 5,2 kg. Las hembras son más pequeñas que los machos (18, 30). Su pelaje es generalmente naranja-amarillento con pequeños puntos negros en el dorso. Tiene líneas negras en las piernas y cuello. La cola tiene anillos oscuros. En esta especie es posible encontrar individuos totalmente negros (llamados melánicos) (18, 30).



Figura 5. El gato montés (*Leopardus geoffroyi*) (Foto: E. Hug).

Distribución

Está en todos los departamentos de nuestro país excepto Oruro y Pando (30). El valle de La Paz es el límite noroeste de su distribución, donde se confirmó su presencia en Carreras y Palca, y se lo reportó en Huayllani, Mallasa, Huajchilla y Llacasa (30, 31).

Historia natural

Es carnívoro estricto, sus presas principales son ratones y liebres; también se alimenta de aves, reptiles y ranas,

entre otros. Es un animal solitario, nocturno y crepuscular (18, 30); lo que se confirmo en la localidad de Carreras, aunque en otras áreas se lo ha observado durante el día (33). Ocupa diversos hábitats, en especial pampas, bosques secos y matorrales (hábitats dominados por arbustos). Los machos tienen territorios más grandes que las hembras; pueden abarcar de 0,3 a 12,4 km2. Puede recorrer hasta 3,7 km diarios (18, 30, 31). Trepa y nada muy bien (18, 30). Entre diciembre y abril, después de 62 a 78 días de gestación nacen de una a tres crías, y puede haber un año de intervalo entre nacimientos. Las crías alcanzan el tamaño adulto a los seis meses pero se reproducen desde los 18 meses en hembras y 24 meses en machos (18, 30, 31).

Aunque es raro en casi toda su área de distribución, incluyendo el valle de La Paz, en algunas zonas es común (hasta 2,5 individuos/km^2) (18, 30, 31). En los años 70´s y 80´s fue el felino más cazado para el comercio de pieles en Latinoamérica y el segundo mundialmente. Actualmente, se estima que en Bolivia sus poblaciones tienden a disminuir por la alteración de su hábitat y porque es cazado debido a que es considerado peligroso para las aves de corral (34). Es susceptible a ataques y enfermedades de los perros domésticos.

Familia Mephitidae:

Carnívoros conocidos vulgarmente como mofetas, zorrinos o zorrillos. Son animales de tamaño mediano, que habitan principalmente en América. Son omnívoros, pueden alimentarse tanto de insectos como de huevos, frutas y mamíferos pequeños. Una característica es la presencia de glándulas anales muy fétidas que producen un líquido que se utiliza como defensa.

Nombre científico: *Conepatus chinga*

Nombre común: Zorrino, Añatuya (quechua), Molina's hog-nosed skunk (inglés)

Autores: Mariana Da Silva[1] y Enzo Aliaga-Rossel[2;3].

[1]Museo Nacional de Historia Natural; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Instituto de Ecología-UMSA

Descripción

El cuerpo del zorrino mide entre 13,3 y 50 cm. y tiene una cola espesa de 17 a 42 cm. de largo. Pesa entre 1,1 y 4,5 kg. Su pelaje es largo y negro, con dos franjas blancas que recorren la espalda desde el cuello hasta la base de la cola. Tiene garras largas para cavar sus madrigueras y buscar comida. La cabeza es redondeada con orejas cortas y con el hocico pelado, alargado y ancho (21, 35).

Distribución

Se encuentra en Bolivia, Chile, Perú, Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil, desde los 245 hasta los 4642 m.s.n.m. Ocupa diversos hábitats como valles, bosques secos, chaco e incluso el altiplano (21, 35, 36). En Bolivia está en todos los departamentos, excepto Beni y Pando (35). En el valle de La Paz fue reportado en cerros, pastizales, arbustales y valles secos, incluyendo áreas poco urbanizadas de los alrededores de la ciudad. Se confirmó su presencia en Carreras.



Figura 6. El zorrino (*Conepatus chinga*) característico por su particular mecanismo de defensa (Foto: G. Gallardo).

Historia natural

Se alimenta principalmente de insectos, arácnidos y otros invertebrados, pero también come frutas, huevos y pequeños vertebrados como lagartijas, serpientes, aves, roedores, y en algunos casos carroña. Ubica a sus presas por su olfato y oído; su visión es pobre a más de 3 m (35, 36). Es solitario y poco territorial, ocasionalmente forma grupos familiares. Es principalmente nocturno, tanto en el valle de La Paz como en el resto de su distribución (35). Cava sus madrigueras o usa huecos, troncos o madrigueras abandonadas de otras especies. Para defenderse levanta la cola rápidamente comprimiendo dos glándulas anales que expulsan un líquido de olor fuerte y desagradable, entre 2 y 6 m de distancia (21, 35, 36). Después de aproximadamente 41 días de gestación (21, 35, 36), nacen de dos a cinco crías. La edad de madurez sexual es entre 10 y 12 meses para ambos sexos. El zorrino es común, pero la cacería y la pérdida de hábitat disminuyen sus poblaciones (21, 35, 36). En el valle de La Paz ha desaparecido en varias áreas cercanas a la ciudad. Es cazado porque se lo considera peligroso para las aves de co-

rral y porque puede arruinar algunos cultivos al excavar buscando insectos. Sin embargo, es útil para la agricultura por la cantidad de insectos que consume (35-37).

Familia Mustelidae:

Dentro de la familia Mustelidae se encuentran las típicas comadrejas. Esta familia se caracteriza por tener el cuerpo alargado, orejas pequeñas y pelaje espeso. Tienen patas cortas, provistas de cinco dedos bien desarrollados, semiplantígrados. Son animales muy ágiles, tanto terrestres como acuáticos.

Nombre científico: *Galictis cuja*
Nombre común: Hurón, Lesser grison (inglés)

Autores: Enzo Aliaga-Rossel[1,2]
[1]*Colección Boliviana de Fauna;* [2]*Instituto de Ecología-UMSA*

Descripción

El hurón, es un animal pequeño, con cuerpo delgado y alargado. Tiene la cabeza corta y ancha, con orejas muy pequeñas y redondeadas. Los dientes son alargados y muy filos. Las patas y la cola son cortas, con pelo espeso y grueso. La longitud del cuerpo, desde la cabeza a la cola, es de 30 a 45 cm.. Pesa 1 kg aproximadamente y las hembras son más pequeñas y delgadas. El rostro, el costado del cuerpo, las piernas y las patas son de color negro, mientras que la parte superior de la cabeza la espalda y la cola están cubiertas de pelo grises y/o blanco grisáceos, lo que es muy distintivo (38). Las patas son fuertes y su locomoción es semiplantígrada, con las patas adaptadas a correr y trepar. Cada dedo está provisto de una garra curvada y fila.



Figura 7. Al hurón (*Galictis cuja*) es típico encontrarlo en huecos y roquedales (Foto: N. Lagos).

Distribución

Distribuido en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Perú, Paraguay y Uruguay (1, 38); especialmente en zonas montañosas, chaco y altiplano, hasta más de 4000 m.s.n.m. En el valle, se conoce un registro antiguo (1990) en Llojeta y se ha confirmado su presencia reciente en Carreras. Tambien se lo ha reportado en varias áreas naturales y poco urbanizadas de los alrededores de la ciudad de La Paz (1, 11).

Historia natural

Se alimenta de pequeños roedores, aves, anfibios y en menor proporción de reptiles; hay reportes de que también consumen carroña (38). Es ágil y se desplaza trotando con pasos cortos y veloces. Es un animal solitario, aunque se pueden ver pequeños grupos familiares, como ocurre en Carreras. Es principalmente diurno, aunque es posible encontrarlo tambien por la noche. Es muy territorial y agresivo. Se resguarda en rocas y cuevas.

Presenta glándulas cerca del ano que producen un líquido almizcle de olor desagradable. Se conoce muy poco sobre detalles reproductivos, pero se sugiere que pueden ser monógamos, y la pareja permanece junta durante la crianza de las crías. Después de la gestación nacen dos a cuatro crías. Su principal amenaza es la cacería para evitar que ataquen a los pollos, la alteración y pérdida de su hábitat y frecuentemente son encontrados atropellados (11, 38). En el valle de La Paz, la progresiva ocupación humana de los ambientes naturales ha causado la disminución de sus poblaciones en casi todos sus hábitats históricos, habiendo reportes de su disminución.

ORDEN ARTIODACTYLA

Los artiodáctilos son denominados también ungulados. Sus extremidades terminan en un número par de dedos de los cuales al menos dos apoyan en el suelo mientras que los otros son rudimentarios. Especialmente evolucionados para andar y correr, ya que los dedos están cubiertos por pezuñas. Un carácter muy típico (cérvidos, anti-

locápridos, bóvidos y jiráfidos) es la presencia de cuernos situados de manera simétrica a los lados de la frente. La dentición de los artiodáctilos está muy especializada para la dieta herbívora.

Familia Cervidae:

Son herbívoros rumiantes, su estómago está dividido en cuatro cámaras: rumen, redecilla, omaso y abomaso. Se trata de una adaptación que les permite descomponer la celulosa presente en los vegetales gracias a la presencia de microorganismos simbiontes. Tienen una cabeza alargada, extremidades largas y una cola corta; los machos posen cuernos deciduos, es decir que los cambian cada año, durante la época del celo.

Nombre científico: *Hippocamelus antisensis*
Nombre común: Taruja, Taruca, Venado (aymara), Taruka (quechua), Peruvian guemal, (inglés)

Autor: Luis F. Pacheco
Instituto de Ecología-UMSA; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

La taruja es el único venado que, con certeza, habita el valle de La Paz (11, 39). Es un venado de porte mediano, que mide entre 140 y 160 cm. de longitud total, alcanza hasta 90 cm. de altura al hombro y pesa entre 45 y 60 kg (40). Su pelaje es pardo-marrón, a veces amarillento, de corta longitud y algo áspero; los pelos son gruesos y huecos.

Los machos adultos presentan astas a manera de horquilla, con dos simples ramas que nacen directamente desde la corona, sin pedúnculo, que pueden medir entre 220 y 270 mm de largo y son muy característicos de la especie, al igual que el cuello de color blanco. Estas características sirven para diferenciarlo de la especie con la cual puede compartir el hábitat, el venado de cola blanca (*Odocoileus virignianus*), pero que no está registrado en el valle de La Paz (39), ya que habita principalmente en áreas boscosas.



Figura 8. La taruja (*Hippocamelus antisensis*) es el único venado que está presente en nuestro vale (Foto: O. Martínez).

Distribución

Está presente en Sudamérica: en Perú, Bolivia, Chile y Argentina (2). En Bolivia se la encuentra en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, entre los 2300 y 5000 m.s.n.m (1, 40, 41); donde suele habitar parajes rocosos, con laderas empinadas, con vegetación de bosque seco, páramos yungueños y vegetación de puna, altoandina y subnival. En el valle se la consideró una especie extinta (11), pero hace unos 6-7 años volvió a ser observada en lugares donde se abandonaron asentamientos humanos y no hay caza deportiva. Actualmente se sabe que ha recolonizado los cerros de Llacasa, Ñuñumañani, Huaricana y Tahuapalca (39).

Historia natural

La taruja es una de las siete especies de ciervos que habita Bolivia. Es un herbívoro estricto; en ambientes que corresponden a la ecorregión altoandina, su dieta incluye especies de las familias Poacea, Rosaceae, Umbelliferae, Plantaginaceae y Violaceae (41). Datos preliminares para el valle de La Paz indican que su dieta incluye al llocke (*Kageneckia lanceolata*), *Muhlenbergia* cf. *rigida*, *Tillandsia* sp. y *Astragalus* sp. También puede consumir musgos, líquenes y, ocasionalmente, ingresan a los cultivos, especialmente de alfalfa (40).

La taruja es una especie muy cautelosa y huye al primer indicio de amenaza, lo cual hace difultoso verla en vida silverstre. Esta especie forma grupos de dos a seis individuos, incluyendo crías. Su actividad es mayor durante las últimas horas de la tarde y las primeras de la mañana. Históricamente los grupos eran mucho más grandes, alcanzando unos 30 individuos. Al presente, se reportan grupos en las regiones de Aucapata (Muñecas) y Cairoma (Loayza), lo cual requiere verificación. Solo nace una cría por parto, luego de un periodo de gestación de 240 días aproximadamente. Las crías permanecen escondidas entre la vegetación, siendo visitadas sólo periódicamente por la madre para su amamantamiento (42).

La taruja es una de las especies de ciervos más amenazadas. La cacería y la competencia con el ganado doméstico la han puesto en categoría "En Amenza" en el libro rojo de vertebrados de Bolivia. Existen evidencias de ataques y muertes causadas por perros asilvestrados (15).

Familia Camelidae:

Esta familia alberga un grupo de animales que tuvieron su origen en Norteamérica hace 40-45 millones de años, donde hubo una diversificación importante. Hace 3 millones de años a finales del Plioceno un grupo de estos camélidos migró hacia el norte de África, Asia y Europa, mientras que otro grupo migró hacia Sudamérica (43). Posteriormente los camélidos en Norteamérica se extinguieron quedando los del viejo mundo con dos especies (*Camelus bactrianus* o camello de dos jorobas y *Camelus dromedarius* o camello de una joroba) y los camélidos sudamericanos que incluyen cuatro especies; la vicuña (*Vicugna vicugna*), el guanaco (*Lama guanicoe*), la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*). En el valle de La Paz, se ha registrado la presencia de llamas y alpacas y registros históricos de la presencia de vicuñas, aunque estas no fueron observadas en los últimos años.

Nombre científico: *Vicugna vicugna*
Nombre común: Vicuña, Huari

Autor: Lilian Villalba
Alianza Gato Andino

Descripción

Es la especie más pequeña, comparada con su pariente silvestre el guanaco, y sus parientes domésticos, la llama y la alpaca; pesa entre 35 y 55 kilos y la altura a los hombros varía de 70 a 90 cm.. Es de apariencia delicada, su cabeza es pequeña, ojos grandes, cuello largo y las patas largas y delgadas. El color de su pelaje es uniforme en todos los individuos, es un café acanelado único, conocido como color vicuña; el pecho, la parte ventral y las partes internas de sus patas y cola, son de color blanco. Posee una de las fibras más finas del mundo (11-14 micras), aunque en el pecho se forma una pechera de pelos más gruesos y largos (43, 44). Existen dos subespecies geográficas de vicuña, encontrándose ambas en Bolivia. La vicuña del norte (*Vicugna vicugna mensalis*) y la vicuña del sur o austral (*Vicugna vicugna vicugna*) que se distingue por ser más grande que la norteña, los pelos de la pechera son más cortos y el pelaje blanco del vientre se extiende hacia la parte media de los costados, del cuerpo del animal (45).



Figura 9. La vicuña (*Vicugna vicugna*) es una de las especies emblemáticas de la región andina de nuestro país (Foto: O. Rocha)

Distribución

Se distribuye en la región altiplánica y altoandina de Argentina, Bolivia, Chile y Perú, ocupando ambientes abiertos por encima de los 3 300 m.s.n.m (45). En Bolivia, la subespecie norteña se encuentra en el Altiplano norte, centro y parte del sur (La Paz, Oruro, Cochabamba y Potosí). En cambio, la subespecie austral tiene una distribución más restringida, encontrándose en la parte más sur del Altiplano de Potosí y Tarija. En el valle de La Paz, en las zonas de Huallatani Pampa, Huayllani, Pampalarama y Ánimas (Achumani) se tienen registros históricos de los habitantes de las diferentes localidades que aseguran la presencia de esta especie hace varios años atrás

Historia natural

Se alimenta de pastos y hierbas no leñosas, aunque en situaciones extremas pueden ramonear, alimentándose de plantas arbustivas (46). Habita ambientes extremadamente secos, sin embargo debe beber agua periódicamente, al menos 1-2 veces al día, especialmente en la estación seca (47). Es diurno y social ya que forma grupos familiares que se componen de 1 macho adulto, 2 o más hembras y sus crías; estos grupos defienden un territorio y el macho controla la salida o ingreso de las hembras y crías. Están las tropillas de machos jóvenes y adultos solteros, no defienden territorio y los individuos pueden entrar o salir libremente. También se pueden observar vicuñas solitarias, que por lo general son viejas o enfermas (43, 45, 47).

Las hembras llegan a la madurez sexual al año de edad, pero se aparean al segundo año, teniendo su primera cría a los tres años de edad. Los machos recién pueden reproducirse a los 3-4 años de edad. La gestación dura entre 335 y 350 días y nace una sola cría entre febrero y abril (45). Tienen hábitos diurnos iniciando su actividad temprano en la mañana y terminando al atardecer (48). Bolivia ocupa, después de Perú y Argentina, el tercer lugar en cuanto a número de vicuñas, habiéndose reportado en el último censo nacional del año 2009, la presencia de112.249 vicuñas, de las cuales el 39% se encuentra en el Departamento Potosí, 33% en La Paz, 26% en Oruro y el resto en Tarija (1%) y Cochabamba (1%) (49). En la actualidad la vicuña no se la considera amenazada, sin embargo en la década de los 60 fue declarada como especie en vías de extinción. Las acciones desarrolladas para su protección fueron exitosas y al presente se realiza un manejo de la especie para aprovechar su fibra, a partir de la esquila de animales vivos y silvestres.

Nombre científico: *Lama glama*
Nombre común: Llama, Qawra
Autor: M. Lilian Villalba
Alianza Gato Andino

Descripción

La llama es el camélido doméstico de Sudamérica más grande, alcanzando una altura al hombro entre 109 y 120 cm. y un peso entre 75 y 155 kg (48). Su cabeza es pequeña, cubierta con pelos cortos, de hocico largo y puntiagudo; en comparación con la alpaca sus orejas son más rectas, largas y puntiagudas (44). Su pelaje exhibe diversos colores: blancas, negras y cafés y en sus diferentes tonalidades. En Bolivia existen dos tipos o razas de llamas, la K´hara que es usada para carne y transporte, de fibra corta, con vellón solamente en el cuerpo y no muy denso y la Th'ampulli, utilizada para la producción de fibra que es más larga, y el vellón, más denso, cubre todo el cuerpo y partes superiores de las patas, presentando la cabeza mechones largos (50).



Figura 10. La llama (*Lama glama*) es una especie nativa doméstica, común en el altiplano boliviano y presente en el valle de La Paz (Foto: G. Prieto)

Distribución

La llama se encuentra en Ecuador, Perú, Bolivia, norte y centro de Chile y noroeste de Argentina, ocupando diversos ambientes, como áreas costeras, valles y zonas mayores a los 3800 m.s.n.m (51). La llama es una forma domesticada del Guanaco (Lama guanicoe) y se ha encontrado más de un centro de domesticación, desde donde la llama ha extendido su distribución por efecto del ser humano (52, 53). En Bolivia, se distribuye ampliamente en la parte norte, centro y sur de la región altiplánica o Puna y zona Altoandina, de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro y Potosí y Tarija (50). En el valle se han registrado llamas en algunos bofedales como el de Jacha Toloko.

Historia natural

El tipo de plantas que las llamas consumen va depender del sistema de cría al que son sujetas. Sin embargo, entre los camélidos sudamericanos, la llama es la especie menos selectiva en cuanto a su dieta, pudiendo consumir pastos secos y fibrosos como el "ichu" y especies arbustivas como la "thola"(54). Aun cuando se trata de una especie doméstica, mantiene en cierto grado su comportamiento social y territorial similar al del guanaco, en particular cuando en los rebaños existen machos y hembras. En éstos existe un macho dominante que ejerce control sobre otros machos con relación al acceso a las hembras, comida y agua (55). Los nacimientos se dan por lo general entre noviembre y abril, cuando la temperatura y la disponibilidad de alimento son más favorables (55). La gestación dura entre 348 a 346 días, se reproducen a los 3 años de edad y por hembra nace una sola cría con un peso relativamente alto, pudiendo en poco tiempo levantarse, mamar y correr (55).

La llama comienza su actividad a tempranas horas de la mañana, cuando el rebaño es conducido a sitios de pastoreo y luego vuelve a sus corrales al atardecer(48). En Bolivia se encuentra la mayor población de llamas, estimándose la presencia de 2.183.826 animales para el año 2006 (9). En el departamento de Potosí se encuentra el 35% de esta población, le sigue La Paz (33%), Oruro (30%) y finalmente Cochabamba (2%) (56).

Nombre científico: *Vicugna pacos* (*Lama pacos*)
Nombre común: Alpaca, allpaqa, paqu
Autor: Lilian Villalba
Alianza Gato Andino

Descripción

La alpaca es más pequeña que la llama, con una altura al hombro entre 80 y 104 cm., pesa entre 45 y 110 kg (48). Su cabeza es también más pequeña y está cubierta por un mechón que le llega hasta los ojos; sus orejas son pequeñas, delgadas y puntiagudas (44). El pelaje de las alpacas presenta diversos colores: blanco, negro y café y en sus diferentes tonalidades, se conocen dos razas de alpacas, la Huacaya, que tiene la fibra ondulada y corta y es la más común en Bolivia, mientras que la raza Suri tiene la fibra más larga y lacia; ambas razas son utilizadas principalmente para producción de fibra (44).



Figura 11. La alpaca (*Vicugna pacos*) puede ser encontrada pastoreando en los bofedales del valle de La Paz (Foto: G. Prieto)

Distribución

El origen de la alpaca aun es objeto de discusión, sin embargo los estudios realizados hasta ahora apoyan que la alpaca es una forma domesticada de la vicuña (*Vicugna vicugna*) (57); en la actualidad se distribuye en la región andina de Ecuador, Perú, oeste de Bolivia y noroeste de Chile y Argentina (50). En Bolivia se la encuentra principalmente en las regiones altoandinas de La Paz, Oruro, Potosí y Cochabamba (50). En el valle de La Paz esta especie fue registrada compartiendo campos de pastoreo en bofedales altoandinos como Jacha Toloko.

Historia natural

Las alpacas se encuentran mayormente en áreas con presencia de bofedales y consumen principalmente pastos de porte bajo a mediano y hierbas no leñosas (48). Al igual que la llama, mantiene en cierto grado su comportamiento social y territorial similar a los camélidos silvestres. Se mueven y pastorean en grupos, pueden regresar a sus corrales por si solas, al atardecer (58). La edad reproductiva es a los 2 años de edad, la gestación dura entre 335 y 350 días, nace una sola cría y los nacimientos se dan por lo general entre diciembre y abril, cuando la temperatura y la disponibilidad de alimento son más favorables (57). La alpaca es de hábitos diurnos. En cuanto a su abundancia, Bolivia ocupa, después de Perú, el segundo lugar, estimándose la presencia de 300.000 alpacas, de las cuales el 59% se encuentra en La Paz, el 29% en Oruro y el resto en Potosí (11%) y Cochabamba (2%) (56).

ORDEN DIDELPHIMORPHIA

Este orden incluye a los marsupiales, cuya principal característica es que paren a sus crías en un estado incompleto de desarrollo embrionario, aunque ya con las extremidades anteriores bien formadas y con garras desarrolladas, lo que les permite arrastrarse por el pelaje de la madre hasta sujetarse con la boca de un pezón, donde permanecen hasta terminar su desarrollo embrionario y posteriormente son destetados. No todas las especies presentan una bolsa de piel en el abdomen o "marsupio" para proteger a las crías recién nacidas (1). Una característica es la presencia de un dedo oponible en la pata trasera (el pulgar o pollex), lo que les permite trepar con facilidad. En Bolivia se han registrado 38 especies de marsupiales y en el valle de La Paz está presente una sola de ellas.

Familia Didelphidae:

Las zarigüeyas (carachupas) se caracterizan por tener el hocico puntiagudo, pelaje denso y suave, patas cortas y cola muy larga que, en la mayoría de las especies, es fuertemente prensil y puede asirse de objetos muy delgados y soportar varias veces el peso de su cuerpo. Son animales de hábitos nocturnos o crepusculares, cuyos ojos al contacto con la luz se reflejan de color rojo o amarillo blanquecino (59). El comportamiento defensivo de algunas especies de la familia Didelphidae, es el de hacerse pasar por muertos cuando se encuentran en peligro y no pueden escapar de sus agresores.

Nombre científico: *Thylamys venustus*
Nombre común: Comadrejita, Achocaya (quechua), Achito (aymara)

Autores: Jorge Salazar-Bravo[1,2] y Teresa Tarifa[2]
[1]Texas Tech University, departamento de Ecología; [2]Colección Boliviana de Fauna

Descripción



Figura 12. La comadrejita (*Thylamys venustus*) es el único representante de los marsupiales presentes en el valle de La Paz (Foto: M. Ocampo).

Esta comadrejita es de tamaño promedio para el género, con un largo cabeza-cuerpo de 90 a 93 mm. para individuos adultos (11; Salazar-Bravo, observación personal). El pelaje es largo, sedoso y tricolor. El dorso es plateado y los pelos de la línea media tienen la base gris obscura. Los flancos son más claros, con pelos cuyas puntas son grises o canela. El vientre es blanquecino o crema, pero con las bases de los pelos grises (excepto en la región de la garganta, donde son blancos hasta la base); una banda bien marcada separa el color del dorso del vientre. La cara es un poco más pálida y los ojos están rodeados por un anillo negro que continua hasta la nariz. Las orejas son grandes y redondeadas (17 a 21 mm. de largo) (11). La cola es mas larga que la longitud cabeza y cuerpo (cabeza 130% más larga), engrosada estacionalmente y ligeramente bicolor, pardusca arriba y blanquecina abajo (60); la superficie ventral final es desnuda y prensil (61). Las manos y los pies son pequeños, con cinco dedos bien desarrollados, cubiertos con pelos cortos blancos; las garras son cortas y no se extienden más allá de la yema de los dedos (60); el pulgar en todas las extremidades son oponibles (61). Carecen de bolsa marsupial; tienen regularmente 15 mamas en la región abdominal (62). En el valle de La Paz fue registrada en varias ocasiones (1, 11). Mercado y Miralles (1991), se refieren a esta especie como *Marmosa pusilla pallidior* (11).

Distribución

Se encuentra a lo largo de la vertiente oriental y el piedemonte andino, desde Bolivia hasta el noroeste de la Argentina, entre 350 y 4000 m.s.n.m (60). En el valle está documentada por 12 especímenes de seis localidades: La Paz, Huajchilla, Mecapaca, Ananta y Santiago de Collana (1, T. Tarifa datos no publicados). Los especímenes más recientes datan de hace 15 años atrás por lo que se requiere trabajo de campo para reactualizar su distribución.

Historia natural

Poco se conoce sobre la historia natural de este marsupial (63); Mares, et al. (1981) reporta ejemplares capturados en bosques húmedos y en manchones de bambú en el norte de Salta, Argentina (81), se sugiere que *T. venustus* prefería zonas agrícolas húmedas y bosque de transición por debajo de 2000 m en la provincia de Tucumán, Argentina (64). En el sureste de Bolivia, ocupa los bosques húmedos montanos bajos de la región de Porvenir (Chuquisaca) y en los hábitats de matorrales montano secos hacia el norte en Cochabamba (62). En el valle de La Paz, está presente en la región del valle seco como Huajchilla, frecuentemente entre rocas y cerca de las paredes de las llanuras aluviales entre arbustos de *Prosopis*.

ORDEN RODENTIA

La principal característica de este orden es la dentición reducida, compuesta de dos pares de incisivos (superior e inferior) de gran tamaño, en forma de arco y de crecimiento permanente, cuyo extremo terminal siempre está afilado a manera de cincel. A continuación de los incisivos existe un espacio libre de caninos y premolares llamado diastema, para luego encontrarse tres a cuatro pares de molares. Los roedores están adaptados a muchos hábitats terrestres, subterráneos o también llamado fosoriales, arbóreos y semiacuáticos. Por lo general son pequeños, sin exceder el kilogramo de peso, pero existen especies de hasta 50 – 60 kg., como la capibara (20, 35). Son animales con un metabolismo bastante elevado y con una tasa alta de reproducción, lo que posibilita su proliferación. Los roedores son el orden más numeroso en Bolivia (65), registrándose 13 familias nativas y una introducida. Los que se encuentran en el valle de La Paz pertenecen a los subórdenes Sciurognathi e Hystricognathi (66).

Familia Cricetidae:

Esta familia agrupa a todas las ratas y ratones silvestres de campo, cuyo origen es estrictamente sudamericano (67). Todos los cricétidos de Bolivia pertenecen a la subfamilia Sigmodontinae (68). Entre sus principales características están: las dos hileras de crestas molares (a diferencia de tres que poseen los múridos) (1); el poseer un pelaje más variado, largo y sedoso, con orejas parcialmente cubiertas de pelo corto; el tamaño de la cola en relación al tamaño del cabeza y cuerpo es variable (de menos del 30 a más del 150%) y que en algunas especies puede estar desnuda, mientras que en otras puede terminar en un penacho a manera de pincel (11, 69). La identificación de especies en esta familia necesita la revisión de sus cráneos y/o a través del uso de técnicas moleculares. El grupo es herbívoro, aunque muchas especies son omnívoras, insectívoras, hasta incluso carnívoras (11).

Nombre científico: *Akodon boliviensis*
Nombre común: Ratón plomito, achaku (aymara), bolivian grass mouse, bolivian akodont (inglés)

Autora: Adriana Rico
Instituto de Ecología-UMSA, Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Este ratón es robusto, macizo (su longitud total varía de 146 a 183 mm.), con la cola más corta que cuerpo (60 a 79 mm. de longitud) y orejas pequeñas (13 a 20 mm.). El pelo es largo, aunque no muy suave. El dorso es de color marrón pálido con una mezcla de ocre amarillento, mientras que en la grupa son más rojizos; la parte ventral es blancuzca u ocre y la cola es bicolor (1, 69). Las patas son de color gris, a veces con tinte ocre o beige, y no contrastan con el color del dorso (1).



Figura 13. El ratón plomito (*Akodon boliviensis*) es uno de los ratones de campo más comúnes del valle de La Paz (Foto: P. Jayat).

Distribución

Akodon boliviensis es nativa de Argentina, Bolivia y Perú. Se la encuentra en el Altiplano, desde el sudeste del Perú, hasta en el centro sud de Bolivia (70), desde los 3000 hasta los 5000 m.s.n.m (71, 72). En Bolivia se encuentra ampliamente distribuida en los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija. En el valle de La Paz tiene una amplia distribución, pudiéndosela encontrar a gran altitud; Mercado y Miralles (1991), la reportan en la Cumbre, camino a Yungas a 4770 m.s.n.m (11), pero también es bastante común en la región de valle seco, en Cota Cota (Callizaya, Molina y Rico 2011, datos no publicados), Los Pinos, Ovejuyo (73) así como en toda la región de Río Abajo, desde Huajchilla hasta Mecapaca (1) y Valencia (Rivas y Rico 2012, datos no publicados)

Historia natural

Habita en pastizales, matorrales, ambientes perturbados y las áreas cultivadas. Normalmente vive en agujeros en la base de los arbustos (72). Es un roedor herbívoro (11), diferentes estudios registraron hembras preñadas de enero a mayo y en septiembre (1). Restos de esta especie se han encontrado en las heces de zorros andinos (11).

Nombre científico: *Phyllotis osilae*
Nombre común: Ratón orejón

Autor: Jorge Salazar-Bravo [1,2] y Adriana Rico[2,3]
[1,2]*Texas Tech University, departamento de Ecología;* [2]*Colección Boliviana de Fauna;* [3]*Instituto de Ecología-UMSA.*

Descripción

Este es un ratón de tamaño mediano (longitud total 217 a 228 mm) con una cola que varía de aproximadamente 80% a 130% de la longitud del cuerpo; orejas comparativamente pequeñas, rara vez mayores a 25 mm y que por lo general no llegan al 23% de la longitud combinada de cabeza y cuerpo. Vibrisas notablemente más cortas que en otras especies de *Phyllotis*.

Pelaje corto, dorsalmente de color ocre a marrón oscuro, y mezclado con algunos pelos más oscuros. Ventralmente por lo general de color ceniza, en algunos casos con las puntas de los pelos más o menos blanquecinos, pero

las bases de los mismos siempre de color gris; región pectoral por lo general con una mancha rojiza; línea lateral que separa el vientre de la región dorsal bien marcada y también de color rojizo/ocre. Orejas cubiertas de pelo fino y más o menos oscuro.

Regiones laterales del cuerpo y de la cabeza con pelos anaranjados; patas con pelo blanco en la parte dorsal y plantas color rosáceo, cola bicolor (obscura dorsalmente), a veces con la porción terminal (15 o 20 mm) de la cola de color café oscuro (74).



Figura 14. El ratón orejón (*Phyllotis osilae*) muy común en el valle de La Paz (Foto: M. Hidalgo).

Distribución

Presente desde el sur de Perú hasta el noroeste de Argentina, entre 500 y 4.000 m.s.n.m (75). Se reconocen cuatro subespecies en *P. osilae* (76), una de las cuales se ha registrado en el valle de La Paz (*P. o. osilae*) y otra (*P. o. phaeus*), que se conoce de la vertiente oriental de los Andes (en la cabecera de Yungas entre 3400 y 4300 m). En el valle, hay registro de *P. o. osilae* cerca de cultivos en Huajchilla y Mecapaca.

Historia natural

Phyllotis osilae presente en varios tipos de ambientes, desde los de *Stipa ichu* en el Altiplano y Puna, así como regiones más húmedas a lo largo de ríos y acequias (76). Su dieta es similar a la de otras especies del género, que es omnívora y por lo tanto incluyen una gran variedad de alimentos en su dieta, aunque en gran medida su alimentación se basa en semillas de pasto, insectos y hierba (77, 78, 79). No hay datos sobre reproducción en el valle de La Paz, pero en el sur del Perú se han registrados hembras preñadas y/o lactantes entre abril y junio (80).

Nombre científico: *Phyllotis xanthopygus*
Nombre común: Ratón, Achaco (aymara), Yellow-rumped, Leaf-eared mouse (inglés)

Autora: Teresa Tarifa
Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Phyllotis xanthopygus es un ratón de aspecto robusto, con un largo cabeza-cuerpo de 87 a 130 mm. Posee orejas grandes y delgadas (largo de 23 a 26 mm); ojos grandes; cola casi tan larga como el cuerpo (98 a 130 mm) (76, 81) y patas delgadas (23 a 27 mm de largo) (76). El pelaje es largo, sedoso y esponjoso. El dorso es de coloración gris-parda, con visos amarillos y apariencia jaspeada. El vientre es gris pálido a obscuro, la base de los pelos es plomiza obscuro. Los flancos tienen tonos ocres (82), pero existe una variación individual en la tonalidad del pelaje. Son animales corredores, aunque también pueden trepar (81). Fue citada para el valle como *P. darwini* (73); *P. darwini rupestris* (11, 76) y *P. xanthopygus rupestris* (1).



Figura 15. Este ratón de campo (*Phyllotis xanthopygus*) se caracteriza por tener las orejas grandes y delagadas (Foto: N. Lagos).

Distribución

Tiene la distribución más extensa entre los miembros del género *Phyllotis*. Se encuentra desde el centro de Perú, oeste de Bolivia, siguiendo los Andes al este de Chile y al oeste de Argentina, hasta la punta sur de Sudamérica en Chile y Argentina. Se encuentra desde el nivel del mar hasta más de 5000 m.s.n.m (1, 76). En Bolivia se encuentra en los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija, en un rango entre los 2000 y 4500 m.s.n.m (1). En el valle de La Paz está documentada en: Huajchilla, Los Pinos (73), Mecapaca (1, 73; T. Tarifa datos no publicados); Palca, Khañuma (1), Ananta, Huaricana, Carreras y Mallasa (T. Tarifa datos no publicados). Habitan preferentemente áreas abiertas con abundancia de rocas, ya sea en cantos rodados, deslizamientos, pendientes, afloramientos y paredes, entre otros (83). No se encuentra en bosques o pastizales (11).

Historia natural

A pesar de ser una especie con amplia distribución geográfica y común en algunas áreas, se conoce poco sobre su historia natural. Es omnívoro (81). En el valle de La Paz consumen principalmente frutos, semillas y larvas de mariposa (11), aunque Iriarte (82), en el año 2008 reportó para Chile una dieta compuesta principalmente de plantas (80 a 90%) y en menor proporción de semillas (7 a 11%) e insectos (2 a 8%). Sus intestinos largos y de mayor volumen en algunos segmentos indican una dieta rica en celulosa (81). Son solitarios, pero en las áreas que habita, su presencia es conspicua debido a las heces que deposita sobre rocas o en los resquicios entre las mismas (81). Alcanzan la madurez sexual aun siendo individuos jóvenes y el número de embriones es generalmente entre 4 y 8 por camada (81). Las hembras construyen un nido esférico usando las fibras de los pastos (81). Se reproduce entre noviembre y marzo. En Bolivia se capturaron hembras preñadas en marzo y en mayo; se registró una hembra lactante en agosto (1). Tiene actividad estrictamente nocturna (81). Se lo puede encontrar asociado con *Chinchillula sahamae*, *Akodon albiventer*, *Akodon boliviensis* y *Phyllotis osilae* (83). Sus predadores más comunes son búhos y lechuzas (81).

Nombre científico: *Auliscomys sublimis*
Nombre común: Ratón de la Puna, Andean big-eared mouse (inglés)

Autor: Jorge Salazar-Bravo
Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Este ratón es una especie con pelo largo, de cola corta (76). Tamaño adulto (cabeza y la longitud del cuerpo) alrededor de 110 mm (83). El pelaje dorsal muy largo, suave y fino es generalmente de color amarillo en el que se entremezclan algunos pelos negros; el pelaje de la cabeza es un poco más blanquecino que el resto del cuerpo; los ojos sin anillo ocular presente; los lados del cuerpo de color más pálido, volviéndose blanco alrededor de las mejillas; la región ventral bien definida y de color blanco a gris pálido con la base de los pelos de color plomo. Las ancas y patas traseras son de color blanco plateado y las patas posteriores con pelo solo hasta el talón. La longitud de la cola es de menos de 68 mm, y está cubierta de pelo blanco fino; La cola es claramente bicolor carece de un mechón en la punta.



Figura 16. El ratón de la Puna (*Auliscomys sublimis*) es una especie típica del Altiplano de La Paz (Foto: P. Jayat).

Tiene orejas cortas (promedio 22,2 mm) y cubiertas de pelo amarillento fino en la parte interior; en poblaciones del valle, hay parches post auriculares de color blanco. Existe gran variabilidad entre y dentro de poblaciones de la especie: esta incluye, variaciones morfométricas; así como, de coloración dorsal y ventral (76, 80). Se sugiere que los especímenes de la vertiente oriental (más húmeda) de los Andes son más oscuros que los del altiplano (80).

Distribución

Se distribuye en las tierras altas del Altiplano, desde el sur de Perú, a través de centro-oeste de Bolivia hasta el norte de Chile y el norte de Argentina, entre 3200 y 5000 m.s.n.m. *Auliscomys sublimis* es una especie común del altiplano del valle de La Paz, con registros en varias localidades arriba de 3800 m.

Historia natural

Al ratón de la Puna se lo encuentra en zonas con abundante cobertura vegetal, entre afloramientos rocosos y matorrales dominados por *Jarava* y/o en regiones con yareta (*Azorella compacta*). A veces usa bofedales donde excava sus propias madrigueras u ocupa madrigueras abandonadas de “tuco tucos (11). Su dieta es omnívora, compuesta de entre 10 a 79% de insectos (79) aunque Mercado y Miralles (1991) encontraron que la especie era un herbívoro especializado en todo el valle de La Paz. Tiene hábitos gregarios y nocturnos (83). La reproducción ocurre entre julio y septiembre (80). Machos escrotales se reportan al final del mes de julio en el sur de Perú (83), y juveniles en mayo en Sierra de Tilcara (Argentina) (84). Es depredada por buhos en el sur del Perú y en el norte de Jujuy (Argentina) (83, 94, 87). La especie estaba presente en la dieta del gato andino (*Leopardus jacobita*, entre el 4 y el 20% de ocurrencia) y la del gato de los pajonales (*L. colocolo*) en Bolivia (Villalba, com. pers.).

Nombre científico: *Auliscomys pictus*
Nombre común: Ratón orejón pintado, Ucucha (quechua), Painted big-eared mouse (inglés)
Autor: Jorge Salazar-Bravo[1,2] y Adriana Rico[2,3]
[1]Texas Tech University, departamento de Ecología; [2]Colección Boliviana de Fauna;[3]Instituto de Ecología-UMSA

Descripción
Los adultos de *Auliscomys pictus* son ratas medianas (longitud cabeza-cuerpo de 100 a 133 mm); con un patrón de coloración dorsal pardo grisáceo a gris claro; ocre en la parte posterior y regiones laterales de la espalda y cabeza gris con tonos amarillentos. Las partes inferiores son de color grisáceo (o blanco sucio) con la porción basal de pelos de color oscuro. Una pequeña mancha pectoral de color ocre está presente en algunas poblaciones (80). La cola es bicolor, por lo general más de 68 mm de largo, pero menos del 91% de la cabeza y la longitud del cuerpo, y nunca lleva un pincel de pelo en la punta. Las orejas no son mayores a 27 mm, y están cubiertas de pelos pequeños de color ocre en la superficie interna; la mayoría de las poblaciones tienen mechones post auriculares pálidos. Las patas traseras son cortas en promedio 25,8 mm alrededor del Lago Titicaca y cerca del valle de La Paz (1, 76), con las partes superiores gris, ligeramente cubiertas con pelos de color ocre. Las plantas de las patas presentan escamas pequeñas. Los incisivos superiores son acanalados. El color y tamaño son notablemente variables a lo largo del rango de la especie. Los animales cerca de ambientes húmedos (en la vertiente oriental del valle) son un poco más grandes y más oscuros que los de las regiones más secas de la cuenca del Lago Titicaca (76).

Distribución
Presente en los Andes del centro de Perú (departamento de Ancash) hasta el noroeste de Bolivia (departamento de La Paz) (70), pero puede tener una distribución más amplia a la conocida actualmente, hacia el sur de Bolivia. Tiene un rango altitudinal de 3400 a 4900 m.s.n.m (72). En el valle de La Paz se encuentra ampliamente distribuido a lo largo del río Kaluyo, 4080 m.s.n.m, hasta más de los 4700 m.s.n.m, a la altura del Chacaltaya, y en el valle de Jhacha Toloko (11). También existe registro de esta especie en Ananta (Mecapaca) a los 3000 m.s.n.m (73).

Historia natural
Auliscomys pictus ha sido atrapado en hábitats relativamente húmedos en el Altiplano, con abundancia de pastos (principalmente *Jarava ichu*) y otra vegetación herbácea en elevaciones altas (79). También en las paredes de piedra de casas y/o corrales muy típicas del altiplano (83). La especie es activa tanto de día como de noche (83). Su dieta incluye una amplia gama de insumos alimenticios con una preferencia de las hierbas (93%) e insectos (7%) (79). Se reportan hembras con embriones en la época húmeda cerca del valle de La Paz: Anderson (1997) registra una hembra con tres embriones en enero; y H. Zeballos (comunicación personal) encontró hembras con hasta cinco embriones y seis cicatrices uterinas también en enero en la región de Arequipa. *Auliscomys pictus* es depredada por búhos cerca del lago Titicaca (76) y zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) cerca del valle de La Paz (11).

Nombre científico: *Andinomys edax*
Nombre común: Rata andina, Andean mouse (inglés)
Autor: Jorge Salazar-Bravo
Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción
La rata andina tiene el cuerpo relativamente grande; pelaje con pelos suaves y largos; el dorso y los lados del animal son de color gris y la región ventral varía de crema a blanco, pero con la parte basal de los pelos de color gris oscuro. La longitud de la cola mide igual o al menos el 60% de la longitud del cuerpo y cabeza. La cola es bicolor (oscura dorsalmente) y cubierta densamente de pelos, pero sin penacho (o pincel) de pelos alargados en la punta. Las patas están recubiertas de pequeños pelos blancos y sus almohadillas palmares son grandes pero no fusionadas. Las orejas comparativamente pequeñas (24 a 29 mm) para el tamaño de su cabeza.

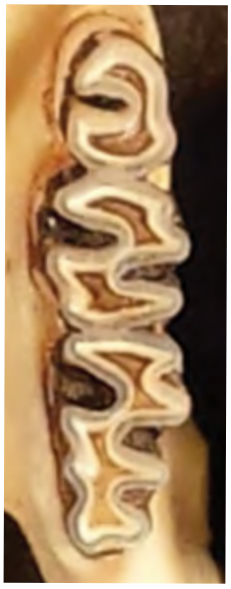
Distribución
La rata andina ha sido registrada entre 500 y 4500 m.s.n.m en hábitats que van desde los bosques subtropicales de montaña hasta la Prepuna y Puna semiárida desde el sur de Perú y norte de Chile, pasando por el altiplano boliviano y hasta el noroeste de Argentina. En el valle de La Paz se la encuentra sobre lod 3600 m.s.n.m, en pajonales de altura (11) y en áreas de cultivo (73).

Historia natural

Se sabe poco sobre la historia natural de la especie. En base a información obtenida en el altiplano de Puno y Arequipa (Peru) y el norte de Argentina, *Andinomys* es reproductivamente activa de principios de diciembre a junio (83, 85). Se ha observado a *Andinomys* cerca de paredes de rocas, arbustos y árboles a pocos metros del lago Titicaca o en el matorral desértico de Tacna a 3500 m.s.n.m (83, 86), que sería su límite de distribución occidental. Pine, et al. (1979) reportaron esta especie de ambientes también asociados con matorrales en regiones desérticas del altiplano del norte de Chile a ca. 3300 m.s.n.m Es un animal nocturno de régimen herbívoro especializado (11). *Andinomys edax* nunca es un miembro muy abundante de la fauna sigmodontina de ninguno de los lugares de donde se lo ha colectado; por ejemplo, Jayat, J. P. reporta (comunicación personal) que no representa más del 2% de los individuos capturados en localidades del noroeste de Argentina.



Figura 17. La rata andina (*Andinomys edax*) se caracteriza por su pelo largo y sedoso (Foto: M. Hidalgo).



Molares inferiores de *Andinomys edax*. Note la compleja estructura del 1er molar inferior (Foto:J. P. Jayat).

Nombre científico: *Neotomys ebriosus*

Nombre común: Ratón de nariz roja, Ratón andino de los pantanos, Achaco (aymara), Andean swamp rat, Orange-nosed mouse (inglés)

Autora: Teresa Tarifa

Colección Boliviana de Fauna

Descripción

El ratón andino de los pantanos es un roedor de tamaño mediano, con un largo total de 176 a 225 mm; la cola es más corta que el cuerpo (72 a 88 mm de largo); patas pequeñas (22 a 26 mm de largo); orejas medianas (18 a 19 mm de largo) (87) y pesa de 62 a 68 g (82, 88). El pelaje es espeso, suave y largo; el dorso es pardo oscuro-grisáceo; el vientre varía de gris a gris-blanquecino; la cola es bicolor, pardo-grisáceo encima y blanquecina debajo; las manos y patas tiene la parte superior blanca con un matiz canela; las orejas son parduscas. Tienen un distintivo parche de color ocre sobre la punta de la nariz y en la base de la cola (87). Sus nombres comunes en inglés, y su traducción al castellano, hacen referencia a este parche ocre sobre la punta de la nariz y a su asociación con pantanos o cursos pequeños de agua. No se conoce un nombre común particular para esta especie en Bolivia o en el valle de La Paz.



Figura 18. El ratón andino de los pantanos (*Neotomys ebriosus*) llamado así por habitar cerca a cursos de agua y en los bofedales de la cumbre en el valle de La Paz (Foto: N. Lagos)

Distribución

Estos ratones se encuentran en los Andes centrales de Sudamérica; desde los 10°S en el centro de Perú, la región centro-oeste de Bolivia, extremo norte de Chile, hasta los 29°S en el noroeste de Argentina (82, 87, 88). Ocupan diferentes ambientes entre los 2700 y 4900 m.s.n.m (83, 87-89). No están presentes en áreas rocosas, pero se refugian bajo rocas sueltas (90). En Bolivia está presente en las tierras altas de La Paz, Cochabamba, Potosí y Tarija, sobre los 3000 m.s.n.m (1). En el valle de La Paz se conoce un individuo capturado en 1987, en una de las abras del valle de Jhacha Toloko, 4760 m.s.n.m (1, 11) y en heces de zorro *(Lycalopex culpaeus*) en la misma localidad (11). Tres registros mas provienen de la localidad de La Cumbre (4675 m.s.n.m) (1) obtenidos por George Tate en 1926, quien caracterizó el hábitat como "región de puna brava", cercana a varios pequeños lagos pantanosos (13).

Historia natural

Se sabe muy poco sobre su historia natural, debido a que es conocida a partir de pocos especímenes y localidades en su rango de distribución (87). Posiblemente es predominantemente herbívoro (87), aunque se menciona el consumo de insectos (82). Es considerada una especie rara que vive en aislamiento de otros roedores (90). No se tienen datos sobre el tiempo de apareamiento y de gestación. En Bolivia se capturó una hembra preñada en febrero (1) y en Argentina se capturaron machos con testículos agrandados en julio, agosto y septiembre (83). Tiene actividad diurna y nocturna (83, 87); los individuos que viven a mayor altura posiblemente tienen una actividad más diurna, mientras que los que viven a menor altura son más nocturnos (82, 87, 88).

Nombre científico: *Calomys lepidus*

Nombre común: Ratón chiquito, hiska achacu (aymara), Andean vesper mouse (inglés)

Autor: Jorge Salazar-Bravo

Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Esta es la especie más pequeña de roedor altiplánico, con una longitud total de menos de 140 mm, una cola muy corta (menos de 50 mm) y que representa menos del 40% del tamaño total (91). Su pelaje es largo, suave y sedoso; el color del dorso varia de café amarillento a crema, mezclada con pelos grises, y dorsalmente el pelaje generalmente es algo más oscuro en el centro de la espalda debido a la mezcla con numerosos pelos negros algo más largos. El vientre es de color blanco, pero los pelos tienen bases de color gris. Sus orejas son grandes, de color café con leche, cada una con un parche post-auricular blanco bien notorio. La cola esta uniformemente cubierta de pelos cortos y es débilmente bicolor, un poco más obscura encima. Las patas delanteras y traseras están cubiertas de pelos blanquecinos cortos y las patas traseras poseen seis pequeñas almohadillas plantares. Contrario a otras especies del altiplano andino, solo el talón y la parte proximal de las plantas traseras están cubiertos de pelo. El número de tetillas varía de ocho a diez (80).

Distribución

Calomys lepidus vive en pastizales altoandinos, por encima de los 2900 m.s.n.m del centro de Perú al sur hasta el norte de Chile, Bolivia, y en el noroeste de Argentina. Tanto en Bolivia como en Perú se ha encontrado a la especie asociada con cultivos de papa (92) y específicamente en Oruro se lo ha encontrado como peste de cultivos de quinua (J. Salazar-Bravo, observación personal).

Historia natural

La especie está ampliamente extendida en la Puna y hábitats asociados en elevaciones entre 2950 y 4850 m.s.n.m y desde el centro de Perú a Catamarca en Argentina (1, 80, 93-95). Hembras preñadas han sido atrapadas durante todo el año, con un número modal de cuatro embriones (rango, 1 a 6) en los departamentos de Lima, Perú y Tarija, Bolivia (1, 91). En el norte de Argentina, registraron machos escrotales en marzo y juveniles en febrero y diciembre (84). Se reportó una densidad de 0,81 individuos por hectárea en hábitat de *Stipa ichu* a 3900 m.s.n.m en Puno, Perú (86), y abundancias de alrededor de 0,3 animales/100 noches trampa (93). En el valle de La Paz, Yoneda (73) en 1984 reportó una abundancia de 3.2 animales por 100 noches trampa en Collana. La especie es presa del zorro andino (11), de *Athene cunicularia* en Ulla Ulla (96) y de dos especies de búhos (83, 97). No hay datos específicos sobre su dieta.

Es posible que por lo menos hayan dos especies dentro del concepto actual de *Calomys lepidus*. Al ser *Calomys lepidus* una especie politípica, con amplia variación morfológica y morfométrica a lo largo de su área de distribución. Hershkovitz (1962) examinó los patrones de variación morfológica y delineó cuatro subespecies, dos de las cuales están en Bolivia (80). La forma presente en la zona del valle de La Paz es *Calomys lepidus ducillus*.

Nombre científico: *Calomys musculinus*
Nombre común: Ratón maicero, Drylands vesper mouse (inglés).
Autor: Jorge Salazar-Bravo
Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Los adultos del Ratón maicero son de tamaño mediano a pequeño (entre 140 a 200 mm de longitud total), con colas aproximadamente de la misma longitud que la cabeza y el cuerpo. En la coloración de su cuerpo contrasta la región dorsal, que en la mayoría de las poblaciones es café amarillenta, con la región ventral que es blanquecina, aunque la base de los pelos en esta zona es por lo general de color gris; y a los lados a menudo tienen una franja ocre que separa la parte dorsal de la ventral.



Figura 19. El ratón maicero (*Calomys musculinus*) muy típico de las zonas de producción agrícola (Foto: P. Jayat)

Su cabeza es casi siempre del mismo color que el dorso; las orejas son medianas (14 mm de largo), redondeadas, cubiertas por delicados pelos marrones amarillentos, que contrastan con los parches postauriculares de pelos blancos; las patas posteriores son largas y estrechas (18 mm), cubiertas dorsalmente por pequeños pelos blancos; la superficie de la planta es desnuda, pero con algunos pelos que cubren el calcáneo y se extienden a la plataforma tenar; seis almohadillas plantares están presentes. Las colas son a menudo bicolores, de color marrón oscuro a negro por encima y claro a blanco crema debajo. El número de mamas varía de 10 a 12 (91, 98). Hay bastante variación morfológica y ecológica en formas asociadas con el taxón nominal *Calomys musculinus*; por lo tanto, hasta que no se hagan estudios detallados es mejor considerar a esta como una especie monotípica.

Distribución

Calomys musculinus se conoce desde el nivel del mar hasta 3300 m.s.n.m en prácticamente todos los tipos de hábitat, que van desde la Pampa, Espinal y Monte de centro de Argentina, a los Yungas y la puna del norte de Argentina, el sur y centro de Bolivia, y Chaco seco de Paraguay (97, 99, 100, 101). En el valle de La Paz, se lo ha registrado recientemente en Cota Cota, aunque hay registros de la especie de Mecapaca.

Historia natural

Se conoce bastante de la biología y ecología de la especie por estudios realizados en las pampas del centro de Argentina, en el desierto del Monte de la provincia de Mendoza (102, 103), y la región central del Chaco paraguayo (104). En el centro de Argentina, *C. musculinus* es abundante en las zonas agrícolas, especialmente los campos de maíz y de trigo, y a lo largo de los hábitats lineales (filas de vallas, bordes de carreteras y las vías férreas). Las densidades de población fueron descritas como altas de noviembre a abril (105, 106) encontraron que *C. musculinus* tiende a ocupar campos preferentemente viejos que habían estado fuera de la producción agrícola desde hace varias décadas. La especie está aparentemente bien adaptada a ambientes xerofíticos pues parece ser capaz de vivir sin tomar agua y muestra sopor diario (107, 108).

Calomys musculinus es una especie de roedor considerada omnívora (109); Buzzio y Castro-Vásquez (2002) sugieren que en agroecosistemas pampeanos, las especies tiene una alta estacionalidad reproductiva con duración de septiembre a junio. El número de embriones varía en promedio de 6,07 en el Chaco (104) a 7,5 en el centro de Argentina (110). Al examinar la reproducción y el crecimiento en una colonia de laboratorio, se encontró que las hembras alcanzan la madurez sexual a la edad de 72,5 días, el período de gestación se estima en 24,5 días y el ciclo estral en 5,7 días, el tamaño medio de la camada fue de 5,4 individuos, y un post-parto estral se produjo en el 50 al 64% de las hembras (105). Los machos alcanzaron la madurez sexual a los 82 días. Depredadores conocidos incluyen varias especies de búhos y el gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi* ; 93, 94, 95, 111). *Calomys musculinus* sirve como huésped para el arenavirus Junín, el agente etiológico de la fiebre hemorrágica argentina (112, 113).

Nombre científico: *Oligoryzomys andinus*
Nombre común: Colilargo de los Andes, Suytuwichinka achacu (aymara), Andean colilargo (inglés)
Autor: Jorge Salazar-Bravo
Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

El Colilargo de los Andes en un ratón de cuerpo pequeño, pero cola larga (mucho más larga que la longitud combinada de cabeza y cuerpo). Sus patas traseras son largas y delgadas. El dorso es de color pálido mezclado con ocre y oscurecido por tener numerosos pelos negros entremezclados y casi siempre posee una línea de color; la cara y la cabeza son ligeramente más grises que el resto de la espalda. El vientre es de color blanco cremoso, marcadamente diferenciado en la región dorsal. Sus orejas están recubiertas de pelo largo y fino de color ocre. Las patas están cubiertas con pelo corto y blanco; la cola está cubierta de pelos muy finos y cortos, es bicolor en la mitad proximal, unicolor hacia la punta; su cráneo es pequeño, pero robusto, con dientes muy pequeños.



Figura 20. El colilargo de los Andes (*Oligoryzomys andinus*) llamado así por la longitud de la cola mucho mas larga que el largo total del cuerpo (Foto: I. Moya).

Distribución

En Bolivia, la especie se ha registrado en regiones altoandinas de La Paz, Oruro y Potosí (1). En el valle de La Paz se lo ha registrado en la zona sur del valle, desde Cota Cota hasta Huajchilla y Mecapaca.

Historia natural

Se conoce poco de la historia natural de la especie, en parte porque los límites entre especies en este género necesitan evaluarse críticamente y porque es difícil asignar los pocos estudios publicados científicamente (114). En Bolivia, la mayoría de los registros asignados a la especie vienen de áreas asociadas con cultivos (115). Otros aspectos de la historia natural de la especie son totalmente desconocidos. Varias especies del genero *Oligoryzomys* de la vertiente oriental y del altiplano de Perú y Bolivia son muy similares morfológicamente. Individuos asignados a esta especie del altiplano de La Paz tienen un complemento cromosómicos de 2n = 60, FN = 72 (115).

Nombre científico: *Punomys kofordi*
Nombre común: Ratón de altura, Ratón de la Puna, Eastern puna mouse (inglés)
Autor: Jorge Salazar-Bravo[1,2] y Adriana Rico[2,3]
[1]*Texas Tech University, departamento de Ecología;* [2]*Colección Boliviana de Fauna;* [3]*Instituto de Ecología-UMSA*

Descripción

El ratón de la Puna es una de las especies menos comunes de entre los pequeños roedores del valle de La Paz y del altiplano en general. Debe su nombre común a la región de la Puna que habita en los Andes orientales, y cuya distribución incluye estas elevaciones altas (116). Se caracteriza por ser un ratón de cuerpo macizo, con orejas pequeñas en comparación con el tamaño de la cabeza, con un parche de color blanco posicionado detrás de las orejas. El color dorsal del cuerpo es olivaceo a pardo, que contrasta ligeramente con el de la región ventral que es más clara (aunque los pelos de esta región son gris oscuro en la base). El pelaje en *Punomys kofordi* no es muy brilloso, es muy largo, muy suave y bastante suelto. Su cola es corta, un poco más del 35% de la longitud de cabeza y cuerpo y es ligeramente bicolor, más obscuro dorsalmente. Las palmas de las patas delanteras



Figura 21. El ratón de la Puna (*Punomys kofordi*) es una especie muy rara que habita únicamente en la region de la Puna (Foto: M. Baudoin).

y traseras son negras, lo que contrasta con el color dorsal de las mismas que son blancas (117). Los molares son extremadamente complejos a tal punto que son únicos entre los sigmodontinos sudamericanos (debido la presencia de cúspides accesorias delgadas, entremezcladas con los elementos principales de la superficie molar) (117). Se reconocen solo dos especies en el género (120), pero el nivel de variación en las poblaciones asignadas a *Punomys kofordi* es bastante amplio y es posible que haya más de una especie en este grupo.

Distribución

Esta especie ha sido registrada en los hábitats húmedos de la Puna, en Perú, en la Cordillera de Carabaya de los Andes orientales, entre 4500 y 4800 m.s.n.m, departamento de Puno, sur de Perú (70). En Perú, generalmente habita en zonas áridas y rocosas, en particular cuando las plantas del género Senecio son abundantes (116). También se puede encontrar en áreas de pasto tradicional (118). En Bolivia, la especie se ha registrado en regiones altoandinas del valle de La Paz arriba de los 4500 m.s.n.m, en la región de la Cumbre y de los valles glaciales adyacentes. En la primera edición del valle de La Paz (11), se hace referencia de un espécimen de *Auliscomys boliviensis*, que en realidad es *Punomys kofordi*.

Historia natural

Poco se conoce al respecto de la historia natural de la especie. En la región de la Cumbre del camino a Yungas individuos de esta especie fueron capturaron en áreas prácticamente sin vegetación sobre afloramientos de piedra pizarra y -sobre el mismo valle- en la cabecera de bofedales, bajo rocas y cerca de ortigas (*Cajophora horrida* - Loasaceae; 117). Existen reportes que indican que es activo durante el día (116); el mismo autor indica que se alimenta principalmente de plantas, en particular *Senecio adenophylloides* y *Werneria digitata*, siendo capaz de manipular y cortar ramas hasta por 50 centímetros, las cuales puede almacenar en escondrijos bajo rocas y a veces almacenar hasta 30 ramas en un solo lugar. En la región de Limbani (en Perú), donde se conocen más individuos de la especie, se reportaron hembras preñadas o lactantes en junio y septiembre (119) y con dos o tres crías por camada (120).

Nombre científico: *Abrothrix jelskii*

Nombre común: Ratón bonito, Kacha achacu (aymara), Jelski's Altiplano mouse, Jelski's grass mouse (inglés)

Autor: Jorge Salazar-Bravo

Texas Tech University, departamento de Ecología; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Es uno de los ratones más vistosos del valle de La Paz y del Altiplano en general. No es más grande que los 100 mm de longitud de cuerpo, con una cola más corta que el cuerpo (aproximadamente de 85 mm) y las orejas, las patas, la cola y la nariz rojizas (ocre intenso); la parte dorsal del cuerpo es bastante obscura, lo que contrasta marcadamente con la región ventral y con los manchones de color crema y/o blanquecino detrás de las orejas.



Figura 22. El ratón bonito (*Abrothrix jelskii)* llamado así por su aspecto tan colorido sobre todo en la región de la nariz y las orejas (Foto: P. Jayat)

Distribución

En Bolivia, se la ha registrado en pastizales altoandinos arriba de 3400 m.s.n.m, desde el nudo de Apolobamba en la frontera Boliviano-Peruana hasta Lipez en el sur. En el valle, todos los registros vienen de la región de la Cumbre y de los valles glaciales adyacentes. Estaba registrada como *Akodon jelski* en la primera edición de este libro (11).

Historia natural

Su amplia distribución en el altiplano del centro y sur del Perú, Bolivia y norte de Argentina supone que la especie se encuentra en varios tipos de ambientes, donde *Stipa ichu* es la paja dominante. Se han atrapado animales en pedregales naturales y/o paredes de piedra, especialmente en regiones cercanas a vegas y bofedales con abundante vegetación. Estan activos tanto en el día como en la noche (77). Es una especie omnívora cuya dieta varía de región a región, pero que por lo general está constituida principalmente por insectos y el resto repartido

entre hierbas y gramíneas, pero muy pocas semillas (en el sur del Perú, 79) y complementada con invertebrados y huevos de arañas (121). Como en otras especies de roedores altoandinos, el corazón de esta especie es hipertrofiado (agrandado) en relación al tamaño corporal (122). No es una especie muy abundante, entre 0,2 (73) a 2,7 animales por cada 100 trampas noche (73, 93). Aunque no hay datos concretos, es posible que la especie se reproduzca en la época húmeda del altiplano, lo que coincidiría con observaciones de Pearson (83), que reporta animales sin embriones o con testículos abdominales entre julio y principios de octubre en Puno.

Suborden Hystricomorpha

A este suborden pertenecen el Infraorder Histricognathi, donde se encuentran roedores de mayor tamaño, como las chinchilas, las vizcachas y los tuco tucos. Su principal característica es que poseen un foramen infraorbital bastante grande en relación al tamaño del cráneo (123), en el cual se acomoda un músculo mandibular grueso y profundo (124). Además el proceso angular de la mandíbula, no está en el mismo plano del dentario. Son herbívoros, tienen una prolongada gestación y un promedio de dos crías por camada (123). En el valle de La Paz, son cinco las familias parte de este grupo de roedores: Octodontidae, Ctenomyidae, Abrocomidae, Chinchillidae y Caviidae.

Familia Octodontidae:

Esta familia alberga roedores sudamericanos distribuidos a ambos lados de la cordillera de los Andes hasta los 4500 m.s.n.m en zonas áridas y arbustivas (11). Por lo general, son roedores de mediano tamaño, entre 200 y 350 mm de longitud cabeza y cuerpo. Cubiertos por un pelaje largo y sedoso, poseen colas que terminan en un penacho de pelos largos. Las patas poseen cinco dedos (11). El nombre de "octodon" alude a la estructura de su dentición, que recuerda la figura de un "8" (125). Los individuos de esta familia son herbívoros, alimentándose de tubérculos, bulbos y cactus. La mayoría son sociales, excavan madrigueras y son de hábitos nocturnos (125).

Nombre científico: *Octodontomys gliroides*

Nombre común: Ratón cola de pincel, Soco (aymara), Brush-tailed viscacha rat, Mountain degu (inglés)

Autora: Teresa Tarifa

Colección Boliviana de Fauna

Descripción

El ratón cola de pincel es la única especie en el género *Octodontomys*. Fue descrita en 1844 por Paul Gervais y Alcide d'Orbigny como *Octodon gliroides*, con localidad típica "proviniendo de la cima de los Andes bolivianos, en La Paz, donde vive principalmente sobre los Cactus" (3700 m.s.n.m; 1, 22). Es de tamaño mediano a grande, 314 y 332 mm de longitud total y entre 100 y 200 g de peso (1, 82, T. Tarifa datos no publicados). El pelaje es largo, sedoso, lustroso y bicolor. El dorso es grisáceo y se va obscureciendo hasta negro hacia la línea media del dorso. El vientre se va aclarando hasta una coloración blanco níveo (81).



Figura 23. El ratón cola de pincel (*Octodontomys gliroides*), en la foto se observa una cría mostrando su cola que termina en un penacho de pelos a manera de pincel (Foto: J. Rechberger).

Su cola es larga, entre 150 y 156 mm, aproximadamente 80% del largo cabeza-cuerpo, es bicolor, pardo-negruzca por encima y en la punta, y blanquecina por debajo y a los lados; termina en un penacho de pelos negros y largos a manera de pincel (81, 82). El pincel terminal de su cola sirve como remo en el salto, tambien para distraer la atención de los predadores y, en el caso de que la cola quede atrapada en las garras o colmillos del predador, puede liberar su piel, sin causar mayor daño, pudiendo ser regenerada completamente. Al trepar apoyan su cola al sustrato (81). Sus manos y pies tienen cinco dedos y palmas y plantas tienen granulaciones muy evidentes y cojinetes prominentes (81, 82). Sus orejas son grandes (25 y 28 mm) y están cubiertas por pelos grisáceos finos y cortos; en su extremo anterior presentan un penacho de pelos blancos (82).

Distribución

Distribuida en zonas andinas secas, desde el sudoeste de Bolivia; extremo norte de Chile, hasta el noreste de Argentina; entre los 2000 y 5000 m (82). En Bolivia, presente en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, en

laderas rocosas con arbustos dispersos y cactáceas; entre los 2200 y los 4500 m (1) Habita en ambientes secos en terrenos rocosos dominados por cactáceas columnares y cespitosas, hierbas y arbustos (81). En el valle de La Paz, se capturó en la localidad típica a los 3700 m (1); en Huajchilla a los 3050 m (73); 4 km suroeste de Huajchilla (1); y Ananta, entre los 2900 y 3359 m (1, 82, Tarifa, T. y E. Yensen datos no publicados); y Santiago de Collana aproximadamente 3800 m (Tarifa, T. datos no publicados). La distribución de *O. gliroides* en el valle de La Paz, se limita a altitudes menores a los 3100 m y ello la segrega de *Galea musteloides* que habita en lugares de mayor altura (73).

Historia natural

Es herbívoro, consume hojas y cortezas de los arbustos y utiliza el tejido acuoso de las cactáceas para obtener agua (81). Su sistema digestivo es largo, con un ciego y un colon desarrollado que le permite procesar una dieta rica en celulosa (81). En la vecindad de sus madrigueras es frecuente encontrar restos de hojas y semillas de los cactus que consumen. El período de gestación es de 100 a 109 días y paren de 1 a 3 crías; las crías nacen con pelo y con ojos abiertos (124). En Bolivia se capturaron hembras con embriones en septiembre y octubre e individuos juveniles en los meses de enero y mayo (1). Tiene actividad nocturna y diurna (81). Es un trepador hábil en los roquedales; aunque no es un buen cavador construye pequeñas galerías entre rocas y las raíces de las cactáceas (81). Forman grupos sociales pequeños de 2 a 4 adultos, con 1 o 2 hembras adultas. Los individuos de un mismo grupo social comparten el mismo sistema de madrigueras para descansar y refugiarse (126). Mucho queda por conocerse sobre la historia natural de esta especie tan única presente en el valle de La Paz.

Familia Ctenomyidae:

Tambien llamados tojos o “tuco tucos”, denominación que viene por el sonido que hacen cuando cavan sus madrigueras (tuc-tuc). Esta familia es monotípica y *Ctenomys* es su único género (127). Los tojos son endémicos de la mitad sur de América del Sur y están distribuidos desde el nivel del mar hasta más de 4500 m.s.n.m. Se caracterizan por poseer un cuerpo grueso y cilíndrico, el cual puede variar de tamaño de 15 a 25 cm. de longitud y pesar desde 100 a más de 1000 gramos (125, 128). Son roedores excavadores que pasan la mayor parte de su vida en madrigueras bajo tierra y raramente se los ve afuera de las mismas (11). Tienen un oído muy bien desarrollado, y es posible que sean sensibles a las vibraciones del suelo; poseen un llamado de alarma característico que puede ser oído hasta una distancia de 12-15 m (129). Su agudo sentido del oído también les ayuda a orientarse durante la excavación y el establecimiento de un territorio (130). Sus madrigueras usualmente son largas y se encuentran cerca de la superficie, con cámaras de descanso y almacenamiento de comida. La principal forma de obtención de comida está asociada con excavación, actividad que representa un alto costo de la energía, por lo cual, si bien son herbívoros, tienen una dieta más bien amplia (1, 131), consumiendo raíces, tallos y la parte aérea de pastos (129).

Nombre científico: *Ctenomys leucodon*

Nombre común: Tuco tuco, Tojoro, Tocoro, White-toothed tuco-tuco (inglés)

Autores: Jorge Salazar-Bravo[1,2], Enzo Aliaga-Rossel[2,3] y Adriana Rico[2,3]

[1]Texas Tech University, departamento de Ecología; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3]Instituto de Ecología

Descripción

El Tocoro es una especie de tamaño promedio para el género, cuya longitud total varía entre 200 y 287 mm y una cola de 79 a 85 mm de longitud. Poseen un cuerpo grueso y cilíndrico, de cuello grueso y cabeza grande, con orejas relativamente pequeñas (menos de 10 mm) con relación al tamaño de la cabeza (1). Sus patas son cortas (34 mm), donde las patas delanteras tienen uñas extremadamente largas que les sirve para excavar (11) y pueden llegar a medir hasta 10 mm de largo (132); mientras que en las patas traseras poseen un fleco de pelos tiesos al margen de las patas. En adultos, la coloración dorsal varia de color entre café con leche (cerca del lago Titicaca), a dorado obscuro, casi bronce (en la cabecera del valle de La Paz), pero siempre tiene entremezclados pelos de color negro y gris; la base de los pelos son también grises. La cola es siempre unicolor y más obscura que



Figura 24. El tuco tuco o tocoro (*Ctenomys leucodon*) es el único representante de este grupo de roedores con habitos fosoriales presentes en el valle de La Paz (Foto: M. Baudoin).

el dorso del animal. La parte superior de la cabeza, y los lados del hocico son más obscuros que el rostro. La región ventral tiene los pelos con las puntas más claras que el dorso, pero la base de los mismos es gris. Sin embargo, el carácter más importante para la especie es la forma y coloración de los incisivos que están recubiertos de un esmalte amarillo claro (casi blanco) y son altamente procumbentes (1), de ahí su nombre común.

Distribución

Esta especie es nativa del altiplano, y se encuentra en el oeste de Bolivia y el este de Perú alrededor del Lago Titicaca (133, 71) entre 3800 y 4500 m.s.n.m. En Bolivia, se encuentra solamente en el Altiplano del departamento de La Paz (1) y se lo ha registrado en la cabecera del valle de La Paz, en el valle de Jacha Toloko. Principalmente se encuentra en pastizales abiertos, tanto en hábitat primario como en áreas perturbadas por el pastoreo. En el valle de La Paz, se reportó la presencia de *C. opimus* (11), pero un estudio más detallado de estos ejemplares indica que se trata de *C. leucodon.*

Historia natural

La información sobre la historia natural (hábitat, hábitos, comportamiento) y la alimentación de esta especie es muy escasa (1). Al igual que otros tojos, utilizan sus patas delanteras para excavar y remover la tierra, y las patas traseras para empujarla fuera de los túneles, utilizando su fleco de pelos tiesos que poseen al margen de las patas traseras a manera de escoba. Son herbívoros y se alimentan principalmente de tubérculos subterráneos y raíces (1). No se conocen detalles de reproducción de esta especie, y el único dato que se tiene es de Anderson (1), quien registró una hembra preñada (con un solo embrión) y siete hembras sin embriones en agosto. Se reportan individuos de esta especie produciendo un silbido agudo en varias oportunidades, aunque Pearson en 1959 sugiere que esta especie no es muy vocal (132). En Perú se reporta una separación ecológica y geográfica entre esta especie y *Ctenomys opimus*. Una relación muy estrecha ocurre en el uso de hábitat entre *Galea* que es capáz de utilizar las madrigueras vacías de *C. leucodon* (134) viéndose favorecida la presencia de esta última especie por la presencia de *Ctenomys*. El número de cromosomas en la especie es de 2n=36, FN=68.

Familia Abrocomidae:

Esta es una familia conformada por un sólo género: *Abrocoma*, la cual posee sólo nueve especies. Se los conoce como ratas chinchilla por la semejanza de su pelaje con las chinchillas verdaderas, al ser éste suave y similar en su coloración gris plateada, por lo cual a veces su pelaje es vendido como si fuese de chinchillas verdaderas (11); sin embargo, su estructura corporal es más parecida al de una rata con cola corta. Son animales sociales, que viven en túneles bajo tierra y entre rocas y la entrada de sus túneles está localizada en la base de arbustos y/o rocas (11, 125). Si bien se alimentan de material vegetal (11), no existe certeza de si son netamente herbívoros (125).

Nombre científico: *Abrocoma cinerea*

Nombre común: Rata chinchilla, Andean Chinchilla Rat, Smoky chinchilla rat (inglés)

Autora: Teresa Tarifa
Colección Boliviana de Fauna

Descripción

La rata chinchilla es un roedor de tamaño mediano, entre 173 y 290 mm de longitud cabeza-cuerpo (82, 135) y peso entre 215 y 264 g (82). Posee cola gruesa y cilíndrica notablemente corta (de 55 a 120 mm) y cubierta de pelos. Posee miembros cortos, cabeza grande, hocico romo, orejas grandes y redondeadas (25 y 30 mm) y ojos grandes (11, 82, 135). Su pelaje es muy denso y tupido (81). El dorso es gris-parduzco pálido. El vientre es de apariencia blanquecina; los pelos tienen la base gris y las puntas blancas; las patas están cubiertas con pelos blanquecinos (82) y un peine formado por cerdas tiesas que usan probablemente para quitarse los parásitos o acicalarse (83). Su cola es bicolor, gris pálido arriba y blanquecina debajo. Llevan 16 pares de costillas en su musculatura tóraxico abdominal, lo que permite que su cuerpo se aplaste dorso-ventralmente para pasar por espacios muy estrechos (82). Su nombre común hace referencia a la coloración general de su pelaje y a la textura sedosa de su pelaje, similar al de la chinchilla (*Chinchilla chinchilla*).

Distribución

Habita en los altos Andes, desde el sur de Perú, oeste de Bolivia, hasta el noroeste de Argentina y el noreste de Chile, entre los 3500 y 5000 m.s.n.m (82). En Bolivia está en las tierras altas de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y oeste de Tarija (1). En el valle de La Paz se conoce la captura de un individuo en 1988, en una vivienda cercana a la localidad de Llojeta a los 3740 m.s.n.m (1, 11). La expansión urbana en el valle y el consecuente cambio en el estado de los hábitats, hace necesaria una reactualización de la distribución de esta especie.

Historia natural

No existen datos sobre su historia natural en Bolivia. Es un roedor herbívoro; su dieta es rica en fibras y tejidos de conducción, desde donde extrae agua (82). Su fuerte musculatura para la masticación permite una dieta rica en duras fibras vegetales (82). Posee un ciego grande y muy curvado, típico de una dieta rica en celulosa (81). En el norte de Chile, consume *Lupinus oreophilus, Baccharis tola, Adesmia horrida* y *Ephedra rupestris* (136). En su dieta selecciona plantas con alto contenido nutricional porque tiene capacidad de procesar altas concentraciones de productos secundarios tóxicos (terpenos) presentes en los arbustos que consume y los excreta en la orina (137).

Vive en colonias pequeñas de seis a ocho individuos (81, 83). La gestación dura entre 115 y 118 días y tienen una o dos crías por camada (82). Las hembras tienen un par de mamas axilares y otro par lateral. En Bolivia se capturaron una hembra con tres embriones en noviembre y otra hembra lactante y tres individuos jóvenes en agosto (1). Es principalmente nocturno, pero pueden estar activos durante el día (11, 82). Es un animal tímido y asustadizo. Vive en áreas relativamente planas, pero pueden trepar áreas rocosas con habilidad. Construye madrigueras bajo las rocas o en la base de arbustos (82). Sus principales predadores son rapaces nocturnas, gatos monteses y zorros (82).

Familia Chinchillidae:

Esta familia es endémica de Sudamérica e incluye a las chinchillas y a las vizcachas. Son de tamaño intermedio, pesando de 500 a 8000 g (125) y poseen formas redondeadas, patas anteriores cortas y pequeñas, provistas de cuatro dedos flexibles. Los miembros posteriores son más largos, musculosos, bien desarrollados y adaptados para el salto (125). Además, los miembros de esta familia se caracterizan por tener molares altos y compuestos de prismas laminares y oblicuos y por poseer bullas timpánicas bien desarrolladas (138). Poseen la cabeza grande y aplanada, con el hocico alargado, las orejas medianas y redondeadas y ojos grandes (11). Todas las especies poseen una piel gruesa, de pelaje denso y suave (125) y sus colas son muy tupidas, con pelo largo e hirsuto (11).

Estos roedores son herbívoros y se nutren de una variedad de pastos y líquenes (11). Viven en colonias de hasta varios cientos de individuos y, en algunos casos usan vocalizaciones para comunicarse entre sí, especialmente las vizcachas (88). Las vizcachas de montaña y chinchillas viven en regiones de tierras altas escarpadas donde habitan las grietas entre las rocas y son escaladoras expertas y aunque pueden saltar, mayormente se desplazan caminando o corriendo (11).

Nombre científico: *Lagidium viscacia*

Nombre común: Vizcacha, Viscacha, Wisk'acha (quechua), Huiscacha (aymara), Southern Viscacha (inglés)

Autora: Teresa Tarifa
Colección Boliviana de Fauna

Descripción

La vizcacha tiene la apariencia de un conejo, con orejas largas, entre 56 y 74 mm y erguidas hacia atrás (127) y una cola larga cubierta de pelos largos y tiesos. El pelaje es suave, denso, fino y largo y de coloración altamente variable, incluso entre individuos de una misma población (81, 82, 88, 127). El color básico del dorso es gris-agutí a marrón o hasta negro, con tintes crema. El vientre es pálido amarillento, crema o bronceado (127). Por la mitad del dorso, hasta los hombros, corre una distintiva línea delgada de pelos oscuros (139). Tiene la cola larga entre 231 y 320 mm (127), y notablemente más oscura en la base (88, 139), cubierta de pelos en toda su longitud, con un denso fleco de pelos largos y tiesos en la parte dorsal y un pincel terminal.



Figura 25. La vizcacha (*Lagidium viscacia*) es común observarla durante las primeras horas de la mañana en las cárcavas típicas del valle de La Paz (Foto: M. Ocampo)

La cola se mantiene total o parcialmente curvada cuando el animal está descansando, pero se extiende totalmente al correr o saltar. Sus patas posteriores es-

tán muy desarrolladas (127), en tanto que las patas anteriores son pequeñas y se observa una reducción en el dedo externo (88). Las plantas y palmas son desnudas y negras (127), con cojines y papilas que ayudan a agarrarse cuando saltan o corren entre las rocas con gran agilidad. Las vibrisas son largas y oscuras y son usadas para orientarse en la oscuridad (88, 127, 139). El cuerpo tiene un largo entre 549 y 675 mm (127) y pesan 1500 g en promedio (140).

Distribución

La viscacha se distribuye desde el sur de Perú, a largo de los Andes de Bolivia hasta el sur y centro de Chile y Argentina (141). Habita en las altas montañas y en el altiplano, en ambientes secos entre 2000 y 5000 m.s.n.m (88, 139) en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Chuquisaca y Tarija (142). En el valle de La Paz se documentó su presencia en fragmentos de hábitats en varios sitios en el área urbana y alrededores, entre los 3320 y 4320 m.s.n.m (143). Un análisis sobre los efectos de la expansión urbana sobre la viabilidad de los hábitats de la viscachas en el valle de La Paz, documentó que entre 1999 y 2007, un 74% de los mejores hábitats habían disminuido y se había aumentado el grado de fragmentación de los mismos (143). Bajo la presión de la expansión urbana actual, se consideró que un 75% de los hábitats se perderían en el corto plazo (143, 144).

Historia natural

La viscacha es un especialista de hábitats rocosos y escarpados (127, 145, 146). Los roquedales proveen grietas y túneles en los que puede construir sus nidos, escapar de predadores y observar su entorno (127, 145, 147). Pero en el valle seco y en la matriz urbana de la ciudad de La Paz, se encuentran en las laderas arcillosas de origen glaciar, las cuales presentan cárcavas, quebradas y grietas. Su hábitat es conocido como “viscacheras”. Es herbívora, se alimenta de vegetales duros, coriáceos, ricos en celulosa y de difícil digestión; tiene preferencia por las gramíneas (82). Son gregarios y viven en colonias; en general dos a cinco individuos comparten una madriguera (127). Alcanzan la madurez sexual entre los siete y 12 meses de edad (82). El período de gestación es de dos meses y anualmente tienes hasta tres crías (127), que nacen con los ojos abiertos y pueden comer en los primeros días de vida (88). En el valle seco (dentro de la matriz urbana), la época reproductiva ocurre entre marzo (eventos de cortejo) y julio (de abril a julio presencia de crías) (143). Es diurna y crepuscular (127). La vizcacha es presa de varios carnívoros y aves de presa, pero en particular del gato andino, que es un especialista en la caza de la vizcacha. No hibernan, pero migran a roquedales a menor altitud cuando el clima es inclemente (88).

Familia Caviidae:

Esta familia, nativa de Sudamérica, abarca especies de diverso tamaño, entre los que el cuis o cuy es uno de los más representativos. De manera general son animales de cuerpo robusto, rechoncho, cabeza rectangular grande y extremidades cortas; con excepción de las maras, que se parecen a conejos, con cuatro dedos en las manos y tres dedos en los pies (69). La cola es muy corta y a menudo invisible (11, 69). Su tamaño corporal varía desde 220 mm de longitud y 300 g de peso (conejillos de Indias) hasta 106-134 cm. de longitud, y un peso corporal de 35 a 66 kilogramos (capibaras) (69). Suelen ser llamados “conejos”, pero se distinguen de éstos, porque carecen del segundo par de incisivos que poseen los conejos, así como por poseer orejas cortas y apariencia rechoncha (11).

Son herbívoros, y dependiendo el grupo y su hábitat, su dieta varía desde duras hierbas hasta hojas más blandas (148). Si bien el tiempo de gestación varía mucho de grupo a grupo (de 50 a 90 días hasta 150 días), todas las hembras dan a luz dos o tres crías ya con pelo y bastante activas (148).

Nombre científico: *Galea musteloides*

Nombre común: Cuy, Cui común, Conejo, Pampa Huanco (aymara), Yellow-toothed Cavy (inglés)

Autores: Teresa Tarifa[1] y Enzo Aliaga- Rossel[1,2]
[1]*Colección Boliviana de Fauna;* [2]*Instituto de Ecología*

Descripción

El cuy (*Galea musteloides*), es un roedor perteneciente a la familia Caviidae, una de las más características de la fauna neotropical. Tiene una longitud de 200 a 250 mm y su cuerpo es robusto; la cabeza grande y truncada anteriormente; los ojos grandes; las orejas cortas (21 a 23 mm); las extremidades cortas y delgadas y con dedos libres; y la cola vestigial o ausente (81, 142). Pesa entre 180 a 400 g (83, 142). El nombre común en inglés hace referencia a la coloración amarillenta o anaranjada de la cara anterior de sus incisivos. Tiene el pelaje ralo, firme y terso y su coloración tiene amplia variación individual (81); en general la cabeza y el dorso son pardos con tonalidad amarillenta o grisácea. Los pelos dorsales tienen pigmentos dispuestos en anillos; la base es gris, el medio es pardo-amarillento y la punta es negra. Los flancos son más claros y el vientre y la garganta son blanco-crema

sucio (81, 88, 142). Presentan glándulas anales y en el mentón; esta última es prominente en los machos adultos (88, 142). Las hembras tienen un par de mamas inguinales y otro par lateral-torácicas.



Figura 26: El cuy (*Galea musteloides*) (Foto: C. Agelopoulos).

Distribución

Galea musteloides está restringida a los Andes del sureste de Perú, centro de Bolivia y extremo noreste de Chile (149). En Bolivia se encuentra en los departamentos de Cochabamba, La Paz, Santa Cruz y Oruro. La presencia de *Galea musteloides* en el valle de La Paz está documentada por seis especímenes de tres localidades: Santiago de Collana (3800 m.s.n.m); Huajchilla (3050 m.s.n.m); y cerca del Río Calacoto (1, 73). Se encontraron restos en el camino hacia La Cumbre (1, 11). En el valle de La Paz se capturaron en terrenos cultivados en pendientes suaves y valles abiertos y con pampas a mayor altura y en valle seco con predominancia de cactus y arbustos (73). Los especímenes que documentan la presencia del cuy en el valle de La Paz se obtuvieron hace más de dos décadas. El gran desarrollo urbano en el valle de La Paz ha cambiado el estado de los hábitats y por ello es necesario hacer una reactualización de la distribución de esta especie.

Historia natural

La información sobre su historia natural es escasa. Es un herbívoro terrestre. Puede alimentarse de una dieta rica en celulosa (81). En el norte de Chile consume la corteza y las hojas de los arbustos de *Lepidophyllum* y *Baccharis* y las gramíneas *Stipa* y *Festuca* (81). Forman colonias y tienen diversidad de vocalizaciones y sonidos de alerta, ataque y defensa. Marcan el sustrato con secreciones de sus glándulas anales y del mentón (88). Construyen madrigueras en zanjas, paredes de piedra o alcantarillas a lo largo de los caminos o en praderas abiertas (83). Pueden usar las madrigueras de otras especies; en el sur del Perú usan las madrigueras de *Ctenomys leucodon* y *Ctenomys peruanus* (83, 134) y en norte de Chile las de *Ctenomys opimus* (81). No se conoce el tiempo de apareamiento y de gestación de *G. musteloides*. En Bolivia se capturaron dos hembras con tres embriones en mayo y agosto (1). En Perú se capturaron hembras preñadas en diciembre (83). En el norte de Chile se indicó un tiempo promedio de gestación de 53 días y un tamaño promedio de camada de tres crías (88). Tiene actividad principalmente diurna (81, 83). No se tienen datos de abundancia para Bolivia. Mucho queda por conocer sobre su historia natural, y aunque esto constituye una limitación al momento, genera un espacio abierto para el estudio de *G. musteloides* en la tierras altas de Sudamérica.

Nombre científico: *Cavia porcellus*

Nombre común: Cobayo, cuy, Conejillos de indias, quwi (quechua), Guinea pig (inglés)

Autores: Adriana Rico[1,2] y Jorge Salazar-Bravo[2,3]

[1]Instituto de Ecología; [2]Colección Boliviana de Fauna; [3] Texas Tech University, departamento de Ecología

Descripción

Este es el típico cuy doméstico; estudios moleculares sugieren que la forma doméstica se originó de *Cavia tschudii* (149), lo que está apoyado por comparaciones morfométricas con especímenes momificados (138, 150). Se cree que los cobayos fueron domesticados como alimento, pocos miles de años después de los camélidos (151), alrededor de los 5000 años a.C., por comunidades de la región andina de América del Sur (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) (152). Los hallazgos de restos de fauna, indican que los cobayos fueron parte indispensable de la dieta de los nativos sudamericanos (129). Estos animales son roedores relativamente grandes, midiendo entre 200 y 250 mm, con un peso entre 700 y 1200 g (149, 153)

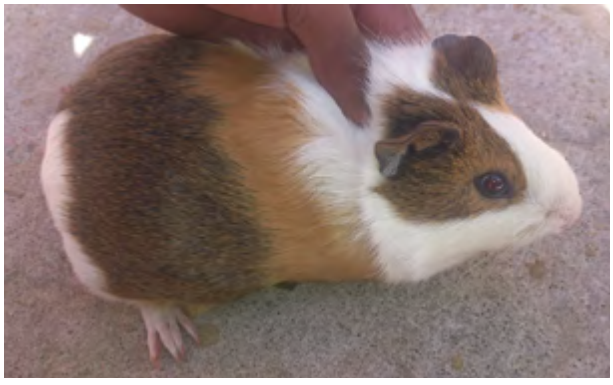


Figura 27. El cuy doméstico (*Cavia porcellus*), es una especie nativa que fue domesticada hace miles de años (Foto: W. Calizaya).

y se parecen bastante a *Galea musteloides* (11). La coloración de su pelaje puede ser blanco, negro y/ o café, pudiendo tener machas con dos o más colores (11).

Distribución

Cavia porcellus no se encuentra de forma natural en la naturaleza; aunque existen poblaciones "asilvestradas" que resultaron del escape de animales domésticos. La forma silvestre (*C. tschudii*) que dio origen a las poblaciones domésticas, se distribuye desde la costa del sur del Perú (Arequipa, Moquegua, etc.) hacia Puno y entra hacia Bolivia donde llega hasta Cochabamba (72).

Historia natural

Son animales herbívoros, no saltadores y capaces de reproducirse todo el año, pudiendo tener hasta cinco camadas por año (154). La gestación dura en promedio 63 a 68 días (11). La camada es en promedio de tres crías (155), las cuales nacen bien desarrolladas (con pelo, dientes, garras y vista parcial) (156).

ORDEN CHIROPTERA

A este grupo pertenecen los murciélagos, que son los únicos mamíferos que vuelan realmente. Todos ellos han sido agrupados en el orden Chiroptera que significa "mano alada", ellos han modificado los huesos de sus manos para poder volar con ellas. Debido a los hábitos nocturnos de estos animales se han generado diversos mitos negativos en torno a ellos. A consecuencia de esto se han eliminado grandes cantidades de murciélagos llevando a algunas especies a reducir considerablemente sus poblaciones. Entre las creencias que más han influido en generar una mala reputación de estos animales está el creer que todos los murciélagos se alimentan de sangre, sin embargo, en el mundo se conocen más de 1100 especies de murciélagos (157) de los cuales en Bolivia se encuentran 133 especies. De todas estas, solo tres se alimentan efectivamente de sangre. En nuestro medio también es común creer que beber la sangre de los murciélagos ayuda a curar enfermedades como la epilepsia, algo que no ha sido comprobado y que por el contrario podría llegar a ser dañino para la salud humana.

Familia Phyllostomidae:

Esta familia agrupa a todos los murciélagos que tienen una hoja nasal sobre una pequeña membrana a manera de herradura ubicada alrededor de las fosas nasales. Una de las excepciones a esta regla es el vampiro común que tiene la hoja nasal tan reducida que apenas es perceptible. En el valle de La Paz se han encontrado dos especies pertenecientes a esta familia, el nectarívoro *Anoura peruana* que es el primer registro de esta especie para el valle y tercer registro para Bolivia y el vampiro común (*Desmodus rotundus*).

Nombre científico: *Anoura peruana*
Nombre común: Chiñi (aymara), Masu (quechua), Murciélago longirostro, Taillessbat (inglés)
Autor: Raquel Galeón
Colección Boliviana de Fauna; Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Descripción

Este murciélago es llamado longirostro porque presenta el hocico alargado como una adaptación al tipo de alimentación nectarívora. Es de tamaño relativamente pequeño, la longitud desde la cabeza varía entre 50 a 70 mm. La coloración de su pelaje es marrón oscuro y entre las principales características es que su rostro es delgado y de aspecto delicado. La membrana que se encuentra entre las piernas está muy reducida y no tiene cola.

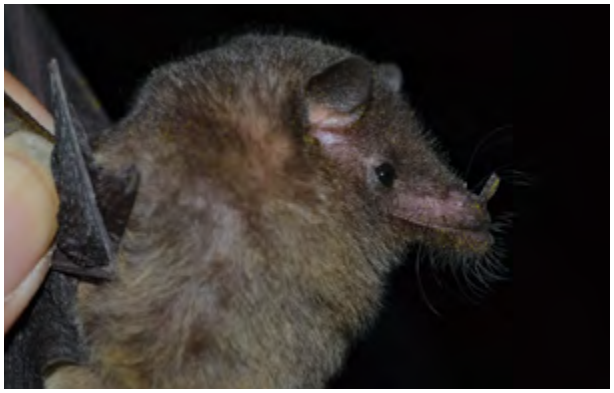


Figura 28. *Anoura peruana* es la única especie de murciélago que se alimenta del néctar de las flores típicas del valle como las del género *Nicotiana* (Foto: R. Galeon).

Distribución

Este murciélago está ampliamente distribuido, encontrándose en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. En nuestro país se tenían solo dos registros, uno de la localidad de Zongo en el departamento de La Paz,

otro de la localidad de San Matías en Santa Cruz (158). En el valle de La Paz, este murciélago fue encontrado en la localidad de Mallasa, en las inmediaciones del Zoológico Municipal "Vesty Pakos", a una altura de 3300 m.s.n.m (159). El lugar donde fue capturado, es un espacio abierto con poca vegetación nativa, predominando en su mayoría las solanáceas, las agaváceas y las cactáceas. También fue capturado en la localidad de Palca a 3418 m de altura en una cueva no muy profunda y en Mallasilla en el jardín de una casa donde forrajeaba rutinariamente sobre flores de tabaco (*Nicotiana* sp.).

Historia natural

Este murciélago se alimenta principalmente de néctar de las flores y para eso cuenta con un hocico y una lengua particularmente alargada. En Bolivia se desconoce la dieta y ecología de esta especie. En el valle se lo ha observado visitando flores del tabaco (*Nicotiana* sp.) y no se descarta la posibilidad que también aproveche el néctar de las flores de la *Kantuta* sp., *Furcraea foetida*, *Furcraea occidentalis*, *Puya* sp., *Echinopsis* sp. y *Trichocereus* sp., las cuales se encuentran presentes en la zona y han sido reportadas en la dieta de *A. geoffroyi* (160, 161). Es considerado un importante agente polinizador de las plantas de las cuales se alimenta.

Según la observación de la zona de captura, estos murciélagos parecieran estar utilizando como refugio las cavernas que se encuentran en los valles de Mallasa y Mallasilla. Vive formando colonias y se refugian en sistemas de cavernas o grutas (162, 163). Al parecer se mueven estacionalmente, subiendo al valle durante el periodo de lluvias (más caliente), sin embargo se desconoce el uso de espacio o su migración durante los meses más fríos.

Nombre científico: *Desmodus rotundus*
Nombre común: Vampiro común, chiñi (aymara), vampire bat (inglés)

Autor: Isabel Moya
Museo Nacional de Historia Natural; Colección Boliviana de Fauna; Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Descripción

Este murciélago es conocido como "vampiro" debido a que se alimenta de sangre. Es de tamaño mediano, con el pelaje corto y de color pardo acanalado (1). Se distingue de otros murciélagos por la ausencia de cola, hoja nasal imperceptible, cara plana y dedos pulgares grandes y con almohadillas. Sobre su nariz se encuentra una carnosidad en forma de U con pliegues, lo que hace que se parezca al hocico de un cerdo(19). Además, es el único murciélago capaz de caminar sobre sus patas traseras.



Figura 29. El murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) que se alimenta de sangre y puede ser reconocido por su rostro parecido a un cerdo. Es la única especie de las 132 restantes, que se alimenta de sangre del ganado (Foto: R. Galeón).

Distribución

Está presente solo en América, desde México hasta la Argentina (19). Habita bosques de tierras bajas, sabanas, valles interandinos y bosques montanos yungueños. En el valle de La Paz podemos encontrarlo en áreas periurbanas refugiándose en minas abandonadas. Fue capturado en Mecapaca cerca al criadero de cerdos y en Tahuapalca en una mina abandonada. Se tiene registros de burros mordidos por el vampiro en el Zoologico Municipal Vesty Pakos Sofro en Mallasa.

Historia natural

Es una especie sociable con un comportamiento altruista recíproco; cuando un vampiro no ha encontrado alimento, al retornar a su refugio se acerca a cualquier miembro de la colonia solicitando su ayuda a través del acicalamiento, el otro vampiro responde regurgitando parte de la sangre consumida esa noche (19). Los vampiros tienen una o dos crías al año y cuando las hembras salen a buscar alimento algunas se quedan cuidando las crías de la colonia, al regresar las hembras que salieron comparten su alimento con las que se quedaron de niñeras. Es una de las tres especies de murciélagos que se alimentan exclusivamente de sangre, puede alimentarse de la sangre del ganado y animales domésticos. Para alimentarse, los vampiros hacen una pequeña herida en el animal

y, gracias a los anticoagulantes presentes en su saliva, la sangre brota con facilidad permitiendo que el vampiro pueda lamerla. Por su tipo de alimentación, esta especie es común en áreas con ganado y puede llegar a incrementar sus poblaciones considerablemente causando conflictos entre humanos y murciélago.

Familia Molossidae:

Tambien llamados "murciélagos de cola libre" debidoa a que poseen una cola muy larga que se extiende sobresaliendo del uropatagio. Estos murciélagos cazan su alimento en pleno vuelo, por lo que tienen alas estrechas y largas y una cola retráctil, lo que les permite mayor maniobrabilidad en el vuelo. Sus orejas son dobladas y están unidad entre sí por una membrana. Estos murciélagos no presentan hoja nasal y sus rostros asemejan, en algunos casos, a la cara de un perro.

Nombre científico: *Nyctinomops macrotis*
Nombre común: Murciélago, murciélago de cola libre grande, chiñi (aymara), Big Free-tailed Bat (inglés)

Autor: Álvaro Monasterios1 e Isabel Moya1,2,3
[1]Programa para la Conserv. de los Murciélagos de Bolivia; [2]Museo Nacional de Historia Natural; [3]Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Es uno de los murciélagos más grandes de la familia Molossidae, puede llegar a medir entre 120 y 139 mm y pesar entre 18,5 y 23 g. El pelo en la región dorsal es brillante, variando de marrón pálido rojizo a marrón oscuro negruzco. Cada pelo, es bicoloreado con la porción inferior casi blanca. Sus orejas son grandes y se encuentran unidas en la frente. Su labio superior es profundamente arrugado y surcado (164, 165).

Distribución

Está presente desde el centro-sur de los Estados Unidos, este de los Andes, hasta el noreste de la Argentina (164). En Bolivia fué registrado en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, en el Cerrado Chiquitano, Sabanas de Moxos, la Puna y Chaco (165). En el valle de La Paz se cuenta con un registro obtenido en el edificio del Banco Central de Bolivia en el año 1996 (166).



Figura 30. Este murciélago insectívoro (*Nyctinomops macrotis*) es uno de los representantes más grandes de la familia Molossidae presentes en el valle de La Paz (Foto: M. Tuttle).

Historia natural

Esta especie se alimenta de insectos, y aunque para Bolivia no se tienen datos, en otros países se ha reportado que se alimentan casi completamente de polillas grandes, y en proporciones menores de otros insectos como escarabajos, hormigas y hemípteros (164). Por esto su importancia ecológica radica en el control de poblaciones de insectos, por ejemplo mariposas cuyas orugas pueden ser plagas de cultivos. Tienden a utilizar grietas en las rocas como refugios y pueden formar colonias de hasta 150 individuos.

Nombre científico: *Tadarida brasiliensis*
Nombre común: Murciélago, murciélago de cola libre de Brasil, chiñi (aymara), Big Free-tailed Bat (inglés)

Autor: Raquel Galeón
Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Este murciélago es relativamente pequeño, con un largo total entre 90 y 109 mm. Las orejas son grandes que se dirigen hacia el hocico (19, 167). El pelo es corto y usualmente de color uniforme hasta la base, entre marrón, pardo y grisáceo, con el vientre levemente más claro. El hocico puntiagudo, dirigido hacia arriba; el labio superior con arrugas verticales profundas y el mentón con cerdas cortas, duras y romas. Tiene alas largas y angostas. La cola sobresale del uropatagio, tiene el 50 – 70% de longitud de la cabeza y el cuerpo (167).

Distribución

Está ampliamente distribuido desde los Estados Unidos hasta las Islas Malvinas, en Argentina (168). En Bolivia

se encuentra en la Puna Norteña, Bosque Seco Chiquitano, Chaco, Yungas, Bosque Tucumano Boliviano, Chaco Serrano y Valles Secos Interandinos, en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz y Tarija (1, 19, 169, 170). En el valle de La Paz, este murciélago fue encontrado en la localidad de Mallasa, en las inmediaciones del Zoológico Municipal Vesty Pakos, ubicado a una altura de 3300 m.s.n.m(159). El lugar donde fue capturado, es un espacio abierto con poca vegetación nativacerca de una pequeña laguna, por lo que posiblemente este murciélago estaba bajando a beber agua.



Figura 31. El murciélago de cola libre de Brasil (*Tadarida brasiliensis*) es de tamaño pequeño y los pliegues en el labio inferior lo distingue de otras especies similaes (Foto: R. Galeón).

Historia natural

Se alimenta de insectos, como mariposas, coleópteros, moscas e himenópteros (167, 171). Debido su rol ecológico, en algunos países son considerados importantes controladores de plagas en la producción de cultivos de algodón (172). Viven formando colonias de cientos de individuos, durante la época de reproducción se forman las llamadas colonias de maternidad. Sus refugios naturales son las cuevas, cavernas y algunos hoyos formados por rocas, pueden utilizar también minas abandonadas, túneles, edificios y casas abandonadas (167, 173).

Familia Vespertillionidae:

En esta familia se encuentran murciélagos de tamaño pequeño a mediano, con ojos pequeños y sin hoja nasal. Tienen la membrana entre las patas traseras (uropatagio) bien desarrollado pero la cola no sobresale del borde de la membrana. Estos murciélagos son muy veloces y ágiles y capaces de cazar a los insectos en pleno vuelo, utilizando el uropatagio como si fuera una red de pescador. Se alimentan principalmente de mosquitos, mariposas nocturnas, escarabajos y moscas entre otros. Utilizan guaridas muy variadas incluyendo troncos huecos, detrás de la corteza de árboles, cuevas, ranuras de rocas y construcciones humanas.

Nombre científico: *Histiotus montanus*

Nombre común: Murciélago orejón café andino, Small big-eared brown bat (inglés)

Autor: Adalid Alfaro

Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Descripción

El nombre de este murciélago se debe a sus orejas extremadamente grandes en relación al tamaño de su cuerpo. Es pequeño, su cuerpo puede medir de 53 a 56 mm y pesar alrededor de 10 g. Su pelaje es castaño gris en el dorso y blanquecino en el vientre. No tiene hoja nasal. Presenta el uropatagio muy desarrollado y, en la parte central, se nota claramente una cola larga (174). La subespecie que habita el valle de La Paz es *H. montanus inambarus* (175).



Figura 32. El murciélago orejón (*Histiotus montanus*) se caracteriza por tener las orejas descomunalmente grandes (Foto: A. Muñoz).

Distribución

Es común en los Andes, y se lo encuentra en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay y el sur del Brasil (175, 176). En Bolivia ha sido registrado en los departamentos de La Paz, Chuquisaca y Cochabamba (177). Por lo general habita lugares elevados por encima de los 2000 m.s.n.m, como los valles interandinos y las partes altas de los bosques montanos yungueños (174). En el valle de La Paz fue registrado en la ciudad, en el barrio de Cota Cota, Campus Universitario (UMSA) y en los alrededores de Ananta, Mallasa, Mecapaca, Tahuapalca, y Achocalla.

Historia natural

Se alimenta exclusivamente de insectos. Detecta a sus presas mediante ecolocación y las atrapa en pleno vuelo con la ayuda de sus alas y el uropatagio (19). Por lo general caza en lugares abiertos y comienza su actividad al terminar la tarde (174). Es muy posible encontrarlo cerca de las luminarias en zonas periurbanas y urbanas alimentándose de los insectos que son atraídos por la luz. Se han encontrado hembras preñadas durante julio y septiembre en Argentina y Colombia, pero para Bolivia aún no se cuenta con esta información. Vive en pequeñas colonias, en minas, cuevas y edificaciones como techos y huecos de paredes (174). Son controladores de poblaciones de insectos por ejemplo, aquellos que transmiten enfermedades a los humanos, aportando de forma muy significativa a la salud pública.

Nombre científico: *Lasiurus cinereus*
Nombre común: Murciélago escarchado (español)

Autor: Adalid Alfaro
Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Descripción

Es un murciélago de tamaño mediano con un largo total de 62-95 mm. Su pelaje es de coloración variada: marrón o grisácea, pero siempre salpicada con algunos pelos blancos que le dan un aspecto escarchado o canoso (174); el pelaje cerca de la garganta es por lo general amarillento (178). Tiene un rostro ancho sin hoja nasal (174), las orejas no alcanzan la punta de la nariz cuando son llevadas hacia adelante y tiene el uropatagio cubierto de pelos (178). Existen cuatro subespecies de *L. cinereus* y la que habita el valle de La Paz corresponde a *L. c. villosissimus* (175).



Figura 33. El murciélago escarchado (*Lasiurus cinereus*) es de habitos insectívoros y se caracteriza por tener la punta de los pelos blancas (Foto: A. Muñoz)

Distribución

Ampliamente distribuido en América, desde Canadá hasta la Argentina y en varias islas cercanas al continente (179). En Bolivia presente en La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija (1, 175), desde la puna hasta tierras bajas y bosques secos (174). En el valle de La Paz se lo encuentra en Mallasa, Lipari, Mecapaca, Tahuapalca, Achocalla y el Palomar. Busca refugios sobre todo entre el follaje y la corteza de los arboles (174, 175, 178).

Historia natural

Se alimenta de insectos, aunque la composición de la dieta puede estar influenciada por la disponibilidad de presas. Las polillas pueden llegar a constituir más del 90% de su alimentación (180). En general los murciélagos de esta familia tienen el pico de actividad durante las primeras seis horas de la noche, con mayor actividad cerca a media noche (174). Es solitario o forma pequeños grupos familiares compuestos de la madre y las crías. Se lo encuentra en pareja solamente durante la época de apareamiento (174). Un aspecto que lo distingue de las otras especies de murciélagos es que este pequeño insectívoro puede llegar a tener hasta cuatro crías por camada, siendo lo más común dos crías (174, 178). En Norteamérica, este murciélago puede llegar a realizar movimientos migratorios estacionales (175, 178, 180) y aunque no existen datos para Bolivia, es posible que en el valle de La Paz durante los meses más fríos también realicen migraciones altitudinales cortas a lugares más bajos.

Nombre científico: *Myotis albescens*
Nombre común: Murciélago vespertino plateado, Chiñi (aymara), Silver-tipped Myotis (inglés)

Autor: Oswaldo Palabral
Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Descripción

Es un murciélago pequeño, la longitud de su cuerpo es de 50 a 53 mm, el antebrazo mide de 32 a 36 mm y pueden pesar de 4 a 8 g. No tiene hoja nasal y sus orejas tienden a ser cortas y redondeadas. El pelaje en la espalda es café oscuro o negro con las puntas de color amarillo brillante o blanco plateado, vientre de color blanquecino (174, 181), en el área urogenital y alrededor del ano la piel es blanca desde la base hasta la parte superior (181). El pelaje en la membrana que se encuentra entre las patas traseras es ralo y esparcido y no llega a las rodillas (181).

Distribución

Se distribuye desde México hasta Sudamérica, exceptuando a Chile y la Guyana Francesa (182). En Bolivia se encuentra en los departamentos de Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Pando, Santa Cruz y Tarija (174). En el valle de La Paz el registro corresponde colectas provenientes de Cota-Cota y Mecapaca (1). Un individuo depositado en el Museo Americano de Historia Natural (numero NK 11501) que corresponde a un macho colectado en Agosto de 1984 en Cota Cota. Sin embargo es importante mencionar que es una especie que actualmente se encuentra en revisión y que exíste una gran probabilidad que en un futuro hayan cambios respecto a su taxonomía.



Figura 34. El murciélago vespertino plateado (*Myotis albescens*) se alimenta de insectos y se caracteriza por sus tonalidades amarillas o plateadas. En la foto se muestra una hembra cargando a su cría que aún no cuenta con pelo en el cuerpo (Foto: O. Jiménez Robles).

Historia natural

Es insectívoro que se alimenta principalmente de mariposas nocturnas y arañas (174), busca su alimento en bosques, áreas abiertas de pastizales y comúnmente a lo largo de arroyos (182). *m. albescens* es la especie de mayor distribución dentro del género, está mayormente presente en tierras bajas y bosques húmedos por debajo de los 500 m.s.n.m (182).

Vive en cuevas, techos de paja, paredes, grietas de roca y huecos de árboles. Puede formar grandes colonias y cohabitar con otras especies de murciélagos (174, 181). En Bolivia se registró a una hembra que se encontraba dando de lactar durante el mes de septiembre. En otros lugares de Sudamérica se sabe que las crías nacen en octubre y que la gestación dura alrededor de tres meses (174).

Nombre científico: *Myotis oxyotus*

Nombre común: Murciélago vespertino montano, Chiñi (aymara), Silver-tipped Myotis (inglés)

Autor: Raquel Galeón

Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia; Colección Boliviana de Fauna

Descripción

Es la especie más grande del género *Myotis* en Bolivia (19). El largo de la cabeza y cuerpo mide alrededor de 45mm, el antebrazo se encuentra entre 36 a 44 mm. (individuo capturado AB = 37,7 mm.) y el peso alrededor de 4 g. (1). El pelaje es de coloración café oscuro, con pelos sin contraste entre bases y puntas, y el borde del uropatagio sin fleco de pelos (168). La cabeza es pequeña y no presenta hoja nasal, orejas cortas y redondeadas (1, 183).



Figura 35. El murciélago vespertino montano (*Myotis oxyotus*) se alimenta de insectos y es el más grande del género *Myotis* (Ftoto: I. Moya)

Distribución

Se encuentra desde Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (184). En Bolivia se encuentra en hábitats secos del valle, puna y bosques de Polylepis, de los departamentos de Cochabamba, La Paz y Potosí (19). En el valle de La Paz un individuo fue hallado en el Hotel Europa ubicado a una altura de 3594 m.s.n.m en la calle Tiahuanacu. Posiblemente, ingreso al hotel buscando un refugio y fue hallado por los trabajadores.

Historia natural

Es de hábitos insectívoros, generalmente se encuentra forrajeando en lugares abiertos (185), donde se alimenta de mariposas y escarabajos (186). En el valle de La Paz pueden ser observados volando alrededor de los postes de luz en áreas rurales y periurbanas, debido a que la luz atrae insectos. En cuanto a su reproducción, en Costa Rica se han observado dos picos estacionales de reproducción (187). Vive formando colonias pequeñas de individuos de ambos sexos, en los entretechos de casas abandonadas, túneles o grietas de las montañas (19).

Bioestratigrafía del Devónico inferior en el valle de La Paz

Rubén Andrade-Flores[1]

[1]*Unidad de Paleontología; Museo Nacional de Historia Natural.*

1. Introducción

Los valles son tan comunes en la superficie de la tierra que pocas veces nos ocupamos en definirlos: son formas negativas de tamaño y aspecto variable, ocupados por ríos permanentes y transitorios. Es el producto más importante de la acción de la erosión fluvial, toma forma por la actuación de tres procesos concomitantes: profundización, ensanchamiento y alargamiento.

Las características geológicas de la cuenca de La Paz, hacen de esta ciudad un área donde la vulnerabilidad y el crecimiento urbano, desordenado y descontrolado borra eventos acaecidos hace millones de años, y como consecuencia de estos asentamientos se pierde información bioestratigráfica del entorno paleozoico del valle de La Paz (figura 1).

El objetivo de este trabajo es dar a conocer reportes de los descubrimientos paleontológicos; es el caso de la primera planta vascular en la tierra de nombre Cooksonia, que ha sido encontrada en rocas Devónicas, en las inmediaciones del Co. Pachajaya, Villa Apaña zona periurbana de la ciudad de La Paz.



Figura 1. Vista panorámica del basamento paleozoico del Valle de la Paz sur

2. Entorno Geológico

Desde el punto de vista geológico, las unidades estratigráficas que afloran en el valle de La Paz pertenecen a los Periodos Siluro - Devónico correspondientes al Paleozoico. Unidades que sirven como un fuerte basamento a los depósitos del Terciario superior y Cuaternario. La sucesión sedimentaria se inicia en el Periodo Silúrico superior, representado por la Formación Cataví (represa Hampaturi – camino a la cumbre), el Devónico inferior representado por la Formación Belén, el Devónico medio por la Formación Sica Sica y el Devónico superior por las formaciones Collpacucho y Cumana; representadas en lugares como Villa Apaña, Qda. Silsillani, Qda. Ananta, Palca Qda. Kellumani (río arriba).

Litológicamente están compuestas de una alternancia de lutitas o pizarras, con areniscas (que son portadores de fósiles) y conglomerados. La parte estructural, del área de estudio, es producto de la acción combinada de varias fases diastróficas donde los plegamientos (figura 2) son el rasgo más sobresaliente, estas deformaciones constituidas visiblemente en su mayoría por un sistema homogéneo de rocas, presentan diversas formas geométricas.

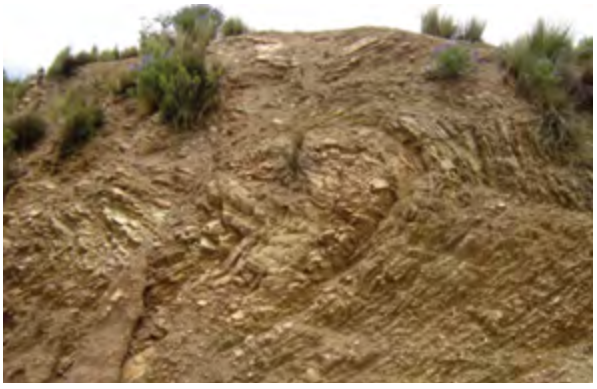


Figura 2. Pliegues recumbente camino a Santiago de Collana.

3. Entorno Paleontológico

Los fósiles son restos y evidencias de la actividad de organismos que habitaron el planeta tierra en el pasado geológico, conservados en rocas sedimentarias. El registro fósil del valle de La Paz, comprende una gran variedad de tafoflora, invertebrados fósiles y estructuras etológicas. Esta presencia se debe a un extenso afloramiento de rocas, principalmente del Devónico temprano, donde la riqueza fosilífera evidencia un valor patrimonial de los yacimientos localizados.

3.1. Icnología:

Es una rama de la Paleontología que estudia las estructuras etológicas, es decir, la evidencia de la actividad de uno o varios individuos, antiguos o actuales, que registra en mayor o menor grado el comportamiento del productor o productores mediante la interacción activa con el sustrato o mediante la producción del sedimento (1).

Esta disciplina permite obtener información sobre el comportamiento de los organismos del pasado geológico y con el medio ambiente en el que se originaron. Una de las mejores utilidades que ha proporcionado los icnofósiles es el criterio de polaridad de estratos, para saber si estos han sido invertidos o no por los movimientos tectónicos (figura 3).



Figura 3. *Cruziana*, huella dejada por Trilobites.

Basado solo en el aspecto ecológico se conocen cinco grupos, con una base etológica ampliamente aceptada para la clasificación traza fósil, (2) (3).

- **Traza de reposo.-** Cubichnia. Grupo de pistas de descanso o morada temporal del productor, está presente tanto en los Trilobites, como en los Crustáceos e Insectos por ejemplo: *Rusophycus*.
- **Trazas de arrastre.-** Repichnia. Son pistas de locomoción o desplazamiento, que pueden originarse mediante un proceso de arrastre o reptación por ejemplo: *Cruziana* y *Diplichnites*,
- **Traza de nutrición.-** Pascichnia. Son trazas producidas por organismos que se alimentaban de depósitos móviles o algas (en o cerca de la interface sedimento-agua) acumulados en el sustrato por parte de organismos macrófagos, vágiles por ejemplo: *Cruziana*.
- **Traza de alimentación.-** Fodichnia. Son pistas de alimentación producidas por organismos semisésiles por ejemplo: Thalassinoides y *Gyrolithes*.
- **Traza de morada.-** Domichnia. Se producen como consecuencia de la construcción de una morada, en organismos semisésiles suspensívoros, aunque también algunos carnívoros. Las más conocidas son las producidas por los crustáceos por ejemplo: *Ophiomorpha y Skolithos*.

Los afloramientos portadores de estructuras etológicas, en el valle de La Paz se encuentran en: Qda. Kollpa Jauhira - Ananta, Qda. Chuñu Sivi (ex campamento), Co. Huayllani, Qda. Silsillani, Co. Pachajaya, Huaylluma, Cumbre- Represa Hampaturi (camino a la Cumbre). Todos estos yacimientos paleontológicos, han proporcionado innumerables icnofósiles de los cuales son reportados por vez primera: *Thalassinoides, Helminthopsis* y *Zoophycos*. A las anteriores se han complementado otros icnogéneros como: *Bergaueria, Conostichus, Lockeia, Arenicolites*.

3.2. Paleobotánica:

Rama de la Paleontología que se encarga del estudio de las plantas fósiles, también conocidas como tafoflora. Esta especialidad nos permite conocer la evolución de las plantas, que como los animales, partió de especies acuáticas primitivas que, paulatinamente ascendieron al dominio terrestre. La evolución de las primeras plantas terrestres fue un acontecimiento significativo en la historia de la tierra, cambió la biosfera de forma gravitante.

Como sabemos, las plantas no pueden trasladarse de lugar. Crecen y mueren donde la semilla brotó. Una vez que se quedan sin vida se convierten en alimento para los microorganismos, en especial los hongos debido a ello no es fácil encontrar fósiles vegetales. Pero si se dan las condiciones adecuadas pueden formarse dependiendo de dónde hayan quedado sepultadas, para ello distinguimos varios tipos:

- **Carbonización.-** Cuando una planta cae en un ambiente pantanoso y se sumerge en un medio con poca oxigenación. Al hacerlo los hidratos de carbono que constituyen la celulosa se descompone lentamente liberando metano y anhídrido carbónico.
- **Impresiones.-** Ocurre cuando los restos de vegetales, por ejemplo, una hoja o una flor se imprime en el sedimento.
- **Mineralización.-** Ocurre cuando los restos quedan sepultados bajo los sedimentos. Los tejidos orgánicos se reemplazan por sustancias minerales.
- **Molde.-** Ocurre cuando las partes más voluminosas de las plantas se entierran en el sedimento. En el caso de que el interior del tronco se destruya quedara el hueco pero si el hueco se rellena de sedimento se formara el contra molde.

Entre las primeras plantas fósiles que poblaron nuestro

planeta, se encuentra la *Cooksonia,* (figura 4) planta vascular de no más de 10 cm. de longitud que se caracterizaba por tener una pequeña ramificación dicotómica en forma de "Y", careciendo de hojas y flores. Al no poseer raíces era el tallo quien se encargaba de la fijación al sustrato por pequeños pelos radiculares; en las terminaciones de las ramas presentaban una capsula oval o arriñonada donde se encontraba su espora.

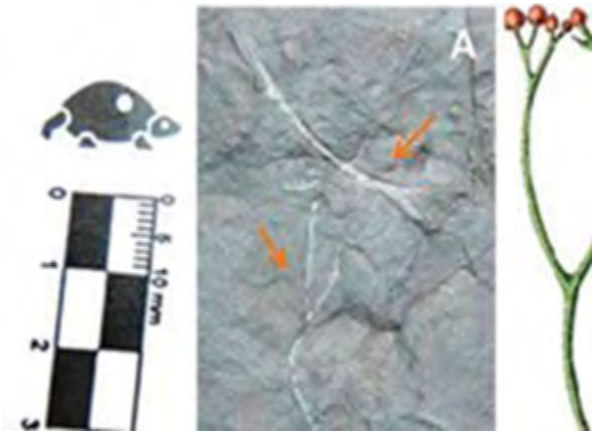


Figura 4. A. *Cooksonia*, planta fósil del Devónico inferior (foto C. Cortez – UDEA/MNHN) **B.** Reconstrucción de una *Cooksonia*, planta vascular más antigua registrada tomada de https://imperiodelaciencia.wordpress.com

Esta planta terrestre que tuvo su apogeo en el período Silúrico medio–superior y que se extinguió durante el Devónico, fue reportada en varios países: Irlanda, Inglaterra, Libia, República Checa y Estados Unidos. Las primeras floras fósiles del Devónico temprano de Sudamérica fueron colectadas, en Bolivia, en la Formación Kirusillas y Tarabuco, Silúrico superior (Depto. Tarija) (4) (5).

Recientemente el personal de la Sección de Invertebrados de la Unidad de Paleontología del MNHN hizo el reporte de estas plantas vasculares en el valle de La Paz asociados a organismos invertebrados fósiles. El descubrimiento se lo hizo en niveles inferiores de la Formación Belén en la región periurbana de Villa Apaña.

3.3. Invertebrados Fósiles:

El Paleozoico fue una era de transición entre unas formas de vida primitiva y la aparición generalizada de diversos organismos con conchilla, y de la vida exclusivamente marina a la conquista de la tierra por parte de animales y plantas. La Era Paleozoica significa "vida antigua" y abarcó aproximadamente de 541 a 252 millones de años se divide en los siguientes Periodos: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

Todos estos Periodos tienen sus características propias debido a que, en estos, se está diversificando la vida a través de la evolución paleobiológica.

El Devónico boliviano se extiende desde el Lochkoviano (419 Ma) al Fameniano (358 Ma) en el Altiplano, la Formación Belén se extiende del Pragiano (410 Ma) al Emsiano (393 Ma) (6). Este Periodo viene marcado por la explosión de formas de vida habiéndonos quedado un registro bastante importante de organismos. En la formación Belén se reconocen dos grandes biozonas: la inferior, zona de *Scaphyocoelia boliviensis* circunscrita a la transición de la Formación Vila Vila – Belén y una superior de mayor rango estratigráfico, zona de *Conularia quichua*, en las que sobresalen numerosas asociaciones de especies de trilobites, braquiópodos, moluscos y otros grupos fósiles. (7).

A partir de estos indicios faunísticos debemos indicar que en nuestra área de trabajo, la zona de *Scaphyocoelia boliviensis*, está presente en diferentes localidades visitadas es el caso de Villa Apaña y Qda, Ananta, y en base a nuestras observaciones de campo se ha logrado obtener a través de técnicas paleontológicas la colecta de especímenes como: *Autralocoelia palmata, Nuculites* sp. *Eldredgeia venustus* (figura 5)



Figura 5. *Eldredgeia venustus*, trilobite del Devónico inferior, colectado en Villa Apaña.



Figura 6. Recreación del ambiente Devónico (Gentileza de O. Medina / PALEOFORMA. 2013).

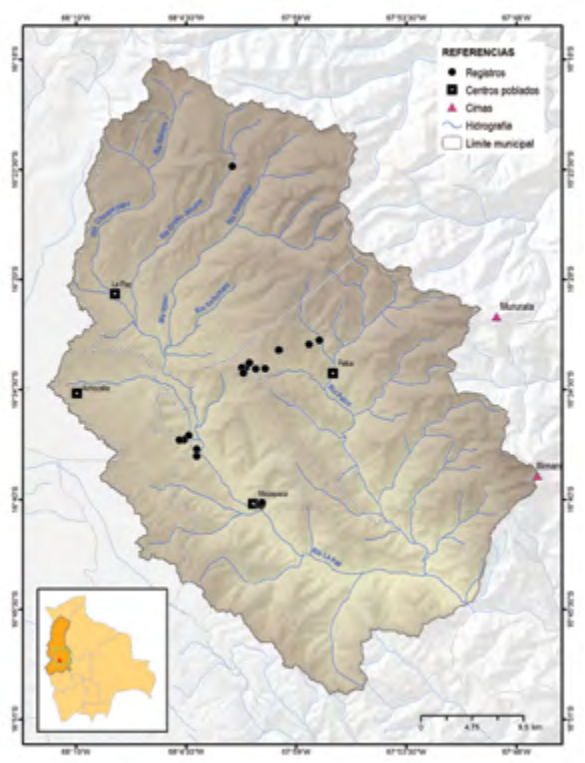
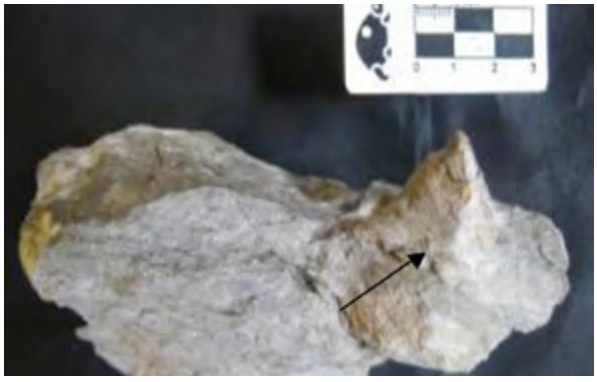
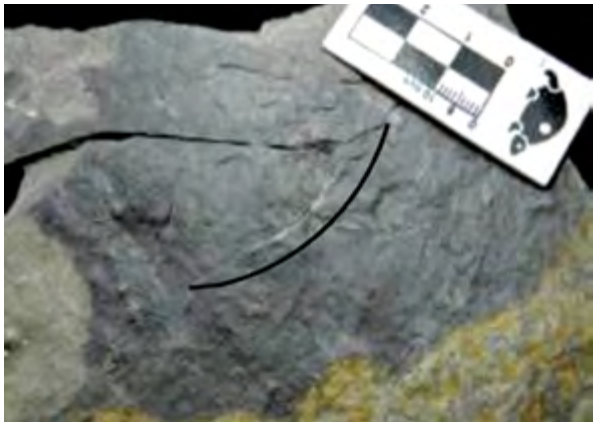


Figura 7. Afloramientos Devónicos con contenido Icnológico, tafoflora e Invertebrados fósiles en el valle de La Paz. (Mapa: Elmer Cuba)

4. Fichas de especímenes.



Nombre científico: *Conostichus* isp. Lesquereux, 1876
Biocrón: Cámbrico – Reciente
Lugar de procedencia: Qda. Silsillani–Mecapaca. Provincia Murillo, Departamento La Paz.
Edad: Devónico inferior (410 – 393 Ma) Formación Belén.
Identificación: Formas cónicas y subcónicas, verticales, con la concavidad hacia el techo.
Descripción:
De aspecto de "V" invertida, su forma es de un cono recto, su ápice sirve como vértice, siendo perpendicular al plano de la base, también llamado aboral o bulboso, y laminación interna concéntrica.



Nombre científico: *Cooksonia* isp. (W.H.Lang, 1937)
Biocrón: Silúrico - Devónico inferior
Lugar de procedencia: Co. Pachajaya Villa Apaña. Provincia Murillo, Departamento La Paz.
Edad: Devónico inferior (416 – 397 Ma) Formación Belén.
Identificación: Ramificación dicotómica, en forma de "Y", carecían de hojas y flores.
Descripción:
Planta de no más de diez centímetros de alto, los tallos basales (horizontales) eran conectados a la tierra por pequeños pelos radiculares, por lo general en las terminaciones de las ramas presentan una capsula oval o arriñonada donde se encontraba su espora.



Nombre científico: *Tentaculite*s sp. Ljascchenko 1955
Biocrón: Ordovícico inferior – Devónico superior
Lugar de procedencia: Co. Pachajaya - Villa Apaña, Qda Silsillani - Mecapaca, Provincia Murillo, Departamento La Paz.
Edad: Devónico inferior (410 – 393 Ma) Formación Belén. **Identificación:** Sección circular con numerosas estrías anulares.
Descripción:
Pequeñas conchas, de tipo cónico, con ángulo apical bastante agudo, la superficie presenta una ornamentación de gruesos anillos transversales y finas costillas longitudinales.

Paleofauna de mamíferos del valle de La Paz

Bernardino Mamani Quispe[1]

[1]*Unidad de Paleontología; Museo Nacional de Historia Natural.*

1. Mamíferos terrestres sudamericanos

Luego de la desaparición de los dinosaurios ocurrida al final del Cretácico hacen unos 65 Millones de años, ya sea por el gran meteorito u otra causa, el terreno, que hasta ese entonces estaba dominado por la indiscutible supremacía de los gigantes reptiles, quedo libre para los sobrevivientes mamíferos.

Durante casi todo el Terciario, Sudamérica fue una isla, el istmo de Panamá aún no existía y el supercontinente austral Gondwana se había dividido. En el continente-isla de Sudamérica se produjo una peculiar experiencia de evolución de mamíferos, con escasa relación con el resto del mundo

1.1. Composición Paleofaunística mamífera Sudamericana:

Se considera que la fauna mamífera sudamericana ha sido constituida por tres grandes eventos faunísticos: 1) Paleofauna autóctona, desde el Cretácico tardío hasta antes del Oligoceno, conformada por xenarthras, marsupiales y meridiungulados. 2) Antiguos inmigrantes africanos de primates y de roedores del Eoceno tardío y 3) Inmigrantes tardíos del Mioceno - Cuaternario de Norteamérica, de insectivoros, roedores, lagomorfos, proboscídeos, perisodáctilos y artiodáctilos, carnívoros entre los más representativos .

Los marsupiales fueron importantes en gran parte del Cenozoico. Cumplían diferentes roles: los Borhyaenidae fueron carnívoros y alcanzaron grandes tamaños, los Caenolestidae incluían a tipos de talla pequeña; los Groeberiidae parecidos a los roedores, los Carloameghinidae mayormente frugívoros; los Necrolestidae parecidos a los topos; los Microtragulidae y Argyrolagidae de formas bípedas y saltadores y los Didelphidae que sobreviven hasta nuestros días y logran migrar a Centroamérica y a Norteamérica.

Los Meridiungulata, son ungulados sudamericanos que comprenden a las órdenes: Litopterna, Pyrotheria, Astrapotheria, Xenungulata, Notoungulata, Trigonostylopoidea y a los heterogéneos Condilarthra. Son animales con pezuñas, ricos en variedad y talla, eran mayormente herbívoros, con algunos grupos de omnívoros. Debido al aislamiento de Sudamérica, tuvieron la oportunidad de diversificarse y ocupar casi todos los nichos ecológicos.

Los xenartros, a pesar de sus dientes carentes de esmalte; estaban muy diversificados en su alimentación con tipos como pasteador, folívoro y hasta posiblemente carroñero. Variados también en la forma de locomoción: terrestres cuadrúpedos como los milodontes y cingulados; con tendencia al bipedismo como los *Megatherium*; acuáticos marinos como los Talasocnus o trepadores como los *Diabolotherium* y los *Hapalops*. Colonizaron las Antillas Mayores, e invadieron Norteamérica, actualmente representados por los perezosos arborícolas que habitan la selva amazónica; los Vermilingua (osos hormigueros) y los Cingulata (armadillos).

1.2. Migraciones paleofaunísticas:

Irrumpen en el Oligoceno dos nuevos grupos, los monos Platirrinos y los roedores Caviomorpha, aceptados como de origen africano, se integran a la fauna sudamericana sin provocar cambios notables en el equilibrio ecológico. La forma de cómo llegaron sigue siendo un misterio.

Aprovechando la emersión del "rosario" de islas de origen volcánico de Centroamérica, llegaron a territorio Sudamericano los roedores sigmodontinos y los prociónidos, procedentes del continente norteamericano.

Hace unos 3 Millones de años en el Plioceno, emerge, el istmo de Panamá y ocurre el gran intercambio faunístico interamericano. En el Plioceno sudamericano aparecen los grupos de Cricetidae, Mustelidae y Tayassuidae, en el Pleistoceno inferior los Canidae, Ursidae, Felidae los Procyonidae, los Gonphoteriidae, Equidae, Tapiridae, Camelidae y los Cervidae y por último en el Holoceno, llegan los Leporidae, Sciuridae, Heromyidae y Soricidae. A su vez de Sudamérica, 16 son las familias que invaden Centroamérica y 8 logran llegar hasta Norteamérica.

1.3. Extinciones de la paleofauna sudamericana:

En el límite Pleistoceno-Holoceno, se produce extinciones de la megafauna, un cambio climático bien podría ser el causante que afectó a la cadena trófica y que ocasiona la catástrofe, afectando principalmente a la fauna de mayor talla. Desaparecen completamente los macrauquenidos, los gliptodontes y los pamapaterios, los toxodontidos, los megateridos, megaloniquidos y milodontidos. De los inmigrantes se extinguen los gonfoteridos, los équidos y el *Smylodon;* sobreviven el grupo de los camélidos, los tapíridos y de los jaguares.

2. Localidades de Yacimientos de Fósiles Mamíferos en el valle de La Paz

En el área delimitada como el "valle de La Paz", existen pocos afloramientos conocidos del Cenozoico que liberan mamíferos fósiles. Como el yacimiento de Lacayani de edad Oligoceno tardío – Mioceno temprano (23.7 Millones de años), y los sitios de la Formación La Paz, de edad Plioceno Inferior a Medio (5.5 a 2.8 Millones de añosa).

2.1. Yacimiento de Lacayani:

El yacimiento de Lacayani, es de extensión muy reducida, se encuentra ubicado al sud este de Palca, Provincia Murillo, Departamento de La Paz, entre las coordenadas S 16°38'11.6'' y W 67°55'12.5" (Figura 1). y a una altura de 3 400 metros sobre el nivel del mar.

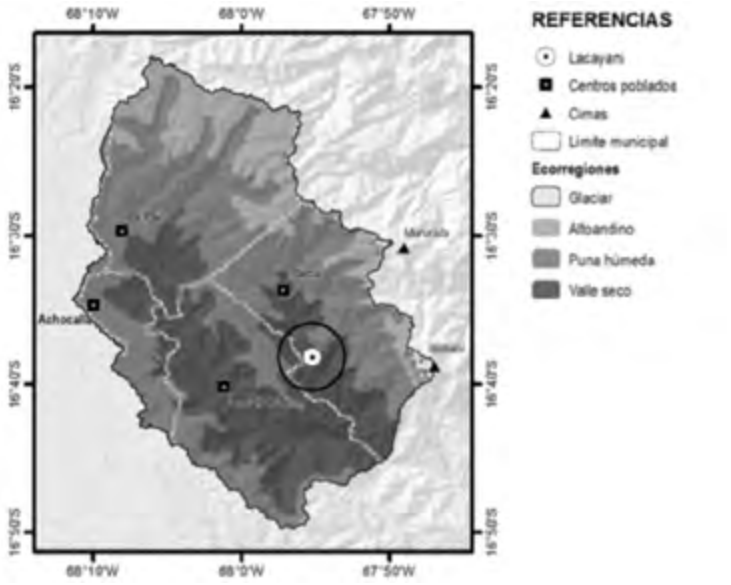


Figura 1. Ubicación del yacimiento paleontológico de Lacayani

2.1.1. Geología:

El yacimiento paleontológico de Lacayani, presenta una marcada coloración rojiza, descansa sobre sedimentos plegados de edad Paleozoica y Cretácica. Son sedimentos inestables y deleznables de constantes derrumbes y deslizamientos. De la base al tope, hay una alternancia de capas de arcillas, arenas y conglomerados pardo amarillentos y de rocas eruptivas; la parte media integrada por ceniza volcánica de potencia de decímetros; la parte superior constituida por una capa de arcillas rojizas que son las portadoras de fósiles, Hoffstetter (1). La edad geológica del yacimiento es del límite Oligoceno–Mioceno de 23.7 Millones de años, de edad Mamífera Deseadense. (Figura 2).

2.1.2. Fauna:

Hoffstetter et al. (1), presentó una lista preliminar de la paleofauna de Lacayani, que incluye a taxones como: Xenarthras (pilosas y cingulados); Marsupiales (boryaenidos); Roedores (caviomorfos); Notoungulados (mesotheridos y hegetotheridos) y Litopternas (macrauquenidos). (Figura 3). Vucetich (2), describe dos taxones de la fauna Rodentia de Lacayani, el *Eoviscaccia boliviana* y un Cephalomiyidae indeterminado.

Mamíferos		
Orden	**Familia**	**Especie**
Sparassodonta	Borhyaenidae	Gen. et sp. Indet.
Xenarthra	Mylodontidae	*Octodontotherium* sp. cf.
	Glyptodontidae	Glyptatelus sp.
	Dasypodidae	Gen. et sp. 1
		Gen. et sp. 2
Rodentia	Chinchillidae	*Eoviscaccia boliviana*
	Cephalomyidae	Gen. et sp. 1
		Gen. et sp. 2
		Gen. et sp. 3
		Gen. et sp. 4
Litopterna	Macraucheniidae	Gen. et sp. indet.
Notoungulata	Toxodontidae	Gen. et sp. nov.
	Mesotheriidae	*Trachytherus spegazzinianus* Ameghino 1889
	Hegetotheriidae	*Prohegetotherium schiaffino* (Kraglievich 1932)

Tabla 1: Paleofauna mamífera de Lacayani de edad Oligoceno tardío – Mioceno temprano.



Figura 2. Yacimiento paleontológico de Lacayani

En las misiones de trabajos de campo realizados por la Sección Vertebrados de la Unidad de Paleontología del MNHN, en cooperación con el IFEA Francés y el CONICET de Argentina, (2006, 2007, 2008 y 2013), se han colectado los mismos taxones reportados por Hoffstetter, nuevas especies de roedores y un Toxodontido indeterminado. (Tabla 1), aún en estudio.



Figura 3. Recreación de la paleofauna del oligoceno tardío – Mioceno temprano de Lacayani (Por: Giovanni Rios C.)

2.2. Sitios fosilíferos de la Formación La Paz:

Los sitios fosilíferos de la Formación La Paz, se ubican en la Provincia Murillo, del Departamento de La Paz, (Figura 4), en zonas actualmente urbanas de la ciudad de La Paz, como : Achocalla, Alto Obrajes, Alto Següencoma, Calacoto, Gualberto Villarroel, Kenko y Tembladerani, (3) y Aranjuez (4).

2.2.1. Geología:

La Formación La Paz, yace discordante sobre estratos devónicos y paleógenos. Están compuestos de arcilla, arena y grava mal seleccionadas y pobremente consolidadas. Suprayacen a la Formación La Paz, rocas sedimentarias del Pleistoceno. La cuenca de La Paz, es erosionada por el Rio La Paz, y sus afluentes. La base de la Formación La Paz, se fija en la toba Cota Cota de 5,5 Millones de años, (5), y el tope está marcado por la toba Chijini en 2,8 Millones de años, (6), de edad geológica del Plioceno inferior a medio y de edad mamífera Sudamericana Montehermosense.

2.2.2. Fauna:

La paleofauna mamífera de la Formación La Paz, está constituido por 8 taxones agrupados en 3 órdenes, 5 familias y 8 especies. (Tabla 2).

Villarroel (7), en la zona de Alto Següencoma, colecta fragmentos de osamenta fósil que le permite revalidar al taxón *Posnanskytherium desaguaderoi* Liendo, 1943. Mones y Mehel (4), describen un dasipódido co-

lectado en la zona de Aranjuez. Saint André (8), crea dos nuevos taxones, el *Posnanskytherium viscachanense* y el *Posnanskytherium pacis*, y considera a la asociación faunística de la formación La Paz, como una fauna tipicamente Montehermosense del Plioceno Inferior a Medio. (Figura 5).

Mamíferos		
Orden	**Familia**	**Espedcie**
Xenarthra	Mylodontidae	*Simomylodon uccasamamensis*
	Glyptodontidae	*Sclerocalyptus* sp. cf.
		Plohophorops sp. cf.
	Dasypodidae	*Macroeuphractus aff. moreni*
Litopterna	Macraucheniidae	*Macrauchenia minor* sp. nov.
Notoungulata	Toxodontidae	*Posnanskytherium desaguaderoi*
		Posnanskytherium viscachanense
		Posnanskytherium pacis

Tabla 2 : Paleofauna mamífera de la Formación La Paz de edad Plioceno Inferior-Medio

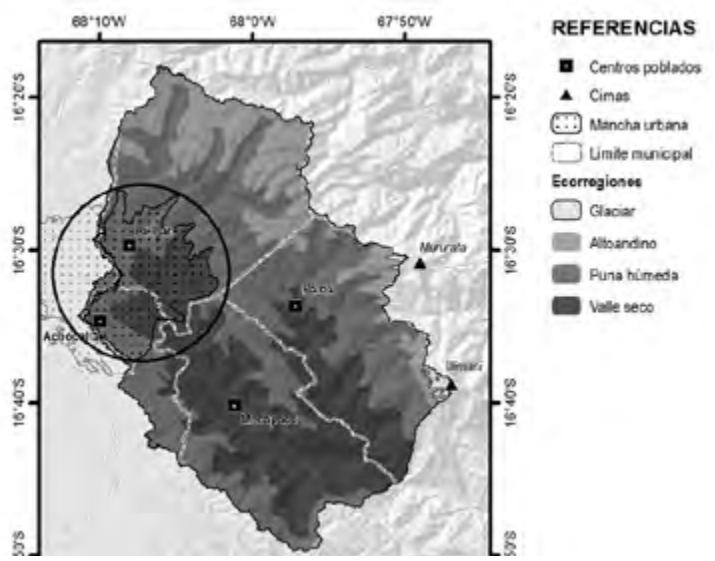


Figura 4 Ubicación de los sitios fosilíferos de la Formación La Paz



Figura 5. Recreación Ambiental del Plioceno de la Formación La Paz (Por: Giovanni Rios C.)

Especies exóticas e invasoras del valle de La Paz

Adriana Rico[1,2,3], Evnzo Aliaga-Rossel[1,3] & Arely Palabral[4,5]

[1]Instituto de Ecología- UMSA, [2]Department of Biodiversity Research, Global Change Research Centre AS CR; [3]Colección Boliviana de Fauna; [4]Museo Nacional de Historia Natural; [5]Herbario Nacional de Bolivia.

1. Introducción

La distribución de las especies ha variado de manera natural a lo largo de la historia del planeta. Animales, plantas y microorganismos se han dispersado a nuevos hábitats y, dependiendo de las condiciones medio ambientales y de interacción con otros organismos, se han establecido y/o ampliando su rango de distribución. En el presente capítulo presentaremos información, y ejemplos para aclarar las diferencias entre lo que son las especies introducidas y las especies invasoras, y cuál es el proceso de conversión de una a la otra.

1.1. Introducciones biológicas, gravedad del problema y su impacto global:

La acción dispersora del hombre, hasta el siglo XIX, estuvo restringida y condicionada a patrones de comercio (ej.: la llegada del caballo, por acción voluntaria del hombre, o de las ratas y ratones considerada dispersión involuntaria, ya que no hubo la intención de hacerlo). Desde entonces, debido al flujo de personas a nuevos ecosistemas (que traen consigo –voluntaria o accidentalmente– una variedad de nuevas especies inmigrantes), se ha contribuido a que el desplazamiento de organismos sea mucho más frecuentes y por lo mismo, sus interacciones con las especies locales mucho menos predecibles. Por lo tanto, la acción humana no solo acelera un proceso natural de expanción de las especies a mayores distancias, sino que ha incrementado la tasa de introducción actual, siendo miles de veces superior a la histórica. Actualmente existe una gran cantidad de especies exóticas distribuidas en todo el planeta, y las interacciones que estas tengan con las especies locales pueden ser muy variadas. Por lo tanto, es difícil predecir cuáles serán las consecuencias de la introducción de una misma especie en ambientes diferentes.

1.2 Diferencias entre especies exóticas e invasoras:

Las especies exóticas, también llamadas especies foráneas o introducidas, son aquellas cuyo origen ha tenido lugar en otra parte del mundo y que se halla fuera de su área natural de distribución, pasada o presente; esto puede ocurrir entre países o incluso dentro un mismo país, pero a zonas dónde no tenían distribución natural. Estas especies, han sido transportadas a otros sitios por razones asociadas al hombre, ya sea de manera voluntaria o involuntaria (1,2) y a han sido capaces de sobrevivir y expandirse en los nuevos sitos (3,4).

Por lo tanto, una especie exótica es aquella especie transportada más allá de las barreras geográficas, y es capaz de establecerse y reproducirse en el nuevo ambiente, sin la ayuda del hombre (autosostenibles). Estas especies pueden dañar o no el ecosistema en el que se introducen. Si estas especies no son lo suficientemente abundantes como para generar este efecto, son llamadas especies naturalizadas o establecidas (1,2). Pero, si por el contrario, estas especies causan algún daño al medio ambiente, a la economía o a la salud humana en su nuevo hábitat, son consideradas especies exóticas invasoras (EEI) (1, 2, 3, 5, 6, 7). Las EEI son consideradas una amenaza para la diversidad biológica originaria del lugar; ya que, a diferencia de otros agentes de pérdida de biodiversidad, producen cambios permanentes una vez que se han establecido en el nuevo ambiente (8). Sin embargo, una especie exótica o naturalizada que en un tipo de habitat en particular es considerada EEI, puede no necesariamente serlo en otro.

1.3. Proceso de invasión:

El establecimiento de EEI es un proceso sucesivo de estadios, y barreras que deben ser sorteadas por las especies (1):

1. Barrera geográfica (océano, cadena montañosa, desierto, etc.). Cuando las especies atraviesan esta barrera, con ayuda voluntaria o accidental del hombre, se convierten en “exóticas o introducidas”. Existen especies que pueden quedarse en este estadio por años, o seguir saltando más barreras.
2. Barrera ambiental. Esta tiene que ver con limitaciones del ambiente que condicionan la capacidad reproductiva de las especies introducidas. Pero si la especie consigue reproducirse y formar una población viable y a su vez reproducirse en el nuevo ambiente, se convierte en una especie “establecida” o también denominada “naturalizada”.

3. Barrera de dispersión. Esta barrera incluye características del ambiente (presencia de enemigos naturales, falta de agentes de dispersión, etc.) que frenan la expansión de las especies establecidas. Pero si la especie supera esta barrera y avanza extensivamente sobre el nuevo ambiente se convierte es una especie exótica invasora (EEI).

Dentro de todo el proceso de invasión, el ser humano juega un papel crucial, para que estas especies sorteen la primera barrera: la geográfica. Estos traslados o introducciones pueden ser voluntarios (p.e. especies vegetales para la agricultura y/o como plantas ornamentales, y/o control de erosión; especies forestales; especies de control biológico, principalmente insectos; especies animales para criaderos y cotos de caza y mascotas). Pero también pueden ser accidentales o involuntarias, como por ejemplo la introducción de microorganismos, invertebrados y organismos acuáticos a través del agua de lastre contenida en buques y barcos durante los viajes. De la misma forma es posible introducir plagas, malezas, patógenos y parásitos que pueden afectar a animales, vegetales y humanos. Finalmente, tambien es posible introducir especies por efecto de la negligencia, por ejemplo el escape de especies mantenidas en cautividad, por falta de las medidas de seguridad necesarias o por introducciones a través de vías de entrada conocidas como de alto riesgo, pero para las cuales no se han tomado medidas de prevención.

1.4. Características de las especies invasoras:

Las especies invasoras comparten características biológicas, que pueden ser una pauta al momento de evaluar el potencial invasor (9):

- Especies de larga vida, con mayor posibilidad para establecerse y tener más eventos de reproducción
- Polifagia o el aumento anormal de la necesidad de comer
- Plasticidad fenotípica, es decir que estas especies pueden, no solo sobrevivir, sino reproducirse en ambientes muy diferentes entre sí
- Generalista en el uso de recursos como habitats y alimenticios
- Altas tasas de dispersión, incluyendo aquellas especies que producen grandes cantidades de semillas o semillas que permanecen latentes hasta contar con las condiciones favorables para su germinación.
- Reproducción de un único padre (una hembra grávida es capaz de colonizar)
- Amplia distribución en su área nativa
- Reproducción vegetativa o clonal, brindandole una “expansión en espacio” mucho más rápida
- Especies asociadas del hombre

2. El éxito de los procesos de invasión

No todas las especies introducidas o exóticas se convierten en invasoras. Es más, algunas especies exóticas nunca han manifestado características de invasividad. Williamson (10), indica que la mayoría de las invasiones fracasa, dónde sólo un número limitado (alrededor del 10%) de especies introducidas llega a naturalizarse y sólo algunas llegan a considerarse invasoras. Esta es la “Regla del 10”, que predice que apenas una de cada diez especies introducidas consigue establecerse o naturalizarse. De las especies naturalizadas, aproximadamente un 10 % se expanden de tal modo que comienzan a ejercer una presión sobre otras especies y se convierten en invasoras (11,12).

3. Impactos de las invasiones biológicas

Las EEI pueden producir enormes impactos sobre la salud y la economía, y afectan negativamente a la biodiversidad (13). Por lo tanto, la difusión o dispersión de las EEI es reconocida, como la segunda causa de pérdida de biodiversidad en el planeta (8) y una de las mayores amenazas para el bienestar ecológico y económico (2, 14, 15, 16, 17), al causar un enorme daño a los sistemas agrícolas y a la salud pública (2, 9, 18, 19). Este daño puede ser de diferente magnitud, clasificándose principalmente en cuatro grupos:

3.1. Efectos sobre actividades económicas:

Las especies invasoras han causado grandes pérdidas económicas debido al daño producido, principalmente en cosechas y ganadería; también, por el alto costo que significa controlarlas o erradicarlas. Entre los ejemplos clásicos de los efectos negativos sobre las actividades económicas podemos citar a los roedores exóticos que producen grandes pérdidas en alimentos almacenados; plagas y malezas que reducen el rendimiento de las cosechas; los parásitos, bacterias y virus introducidos que afectan la ganadería, apicultura y acuicultura; las plantas resistentes al pastoreo que bajan la capacidad productiva de los campos ganaderos. También incluyen los costos de las consecuencias medioambientales indirectas de dichas especies y otros valores que no se pueden cuantificar en términos económicos (5).

3.2. Impacto sobre valores culturales:

Las especies invasoras pueden transformar la forma de vida de las personas de una región, modificando formas tradicionales de producción o uso de la tierra. Las poblaciones rurales son los primeros que pierden con la sustitución de especies nativas por exóticas y con el agotamiento de la capacidad productiva de los ecosistemas. En general, los costos son afrontados por la sociedad, pero los beneficios de las especies exóticas invasoras sólo alcanzan a un sector económico, empresa o grupo social.

3.3. Efectos sobre la salud humana:

La intensificación en el movimiento de personas y

mercaderías, aumentan el riesgo de transporte de agentes que causan enfermedades. Especies introducidas de palomas, roedores o insectos (por ejemplo: mosquitos, pulgas, chinches, entre otros) pueden servir de vectores y de reservorios de enfermedades. La situación se agrava cuando ni los médicos ni los centros de salud están preparados para tratar estas enfermedades "nuevas" (p.e.: cólera, mal de la vaca loca, virus del Nilo, gripe aviar, fiebre aftosa, dengue, ébola, hantavirus). Un efecto indirecto sobre la salud humana proviene del uso de agroquímicos para combatir plagas y malezas introducidas, los cuales pueden contaminar agua y suelos (20).

3.4. Impactos sobre la biodiversidad:

Como ya se mencionó, las EEI se han convertido en la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global y en la primera en islas y reservas naturales, debido a que pueden transformar la estructura de los ecosistemas y afectar a las especies nativas que los componen, restringiendo su distribución o hasta excluyéndolas a través de proceso de competencia por los recursos, o indirectamente cambiando la forma en que los nutrientes se reciclan (5). Así, los impactos negativos de las EEI pueden clasificarse en:

a. Efectos sobre otras especies:

Un efecto directo es la disminución de abundancia de las especies nativas e incluso causar la extinción local de algunas de éstas. De 71 extinciones documentadas por efecto de EEI a nivel global, 50 fueron por depredación, once por cambios de hábitat, tres por competencia, y del resto la causa no se conoce con exactitud (21). La mayoría de ellos por ratas, gatos, cabras, perros, conejos y cerdos en islas; o la introducción de peces depredadores agresivos que terminan con especies más pequeñas. Con frecuencia las especies exóticas parecen ser más eficientes que las nativas, debido a que han evolucionado en ambientes con mayores presiones de competencia; o porque se establecen en un ambiente libre de enemigos naturales. Las especies invasoras también transmiten enfermedades a las especies nativas que no han evolucionado para generar una resistencia a las mismas, diezmando sus poblaciones, (p.e ectoparásitos: garrapatas, pulgas, piojos, sarna; o endoparásitos: nemátodos, echinococcus, coccidias, trematodos) (22).

b. Efectos sobre las funciones de los ecosistemas:

Los efectos sobre las funciones de los ecosistemas pueden ser muy marcados interfiriendo de manera gradual en la dinámica hídrica y al ciclo de nutrientes, causando una serie de regímenes de disturbios y procesos de sedimentación.

4. Especies exóticas, posiblemente invasoras en el valle de La Paz

Si bien muchas de las especies presentes en las zonas urbanas y periurbanas del valle de La Paz son exóticas (principalmente plantas), no se tienen suficientes estudios para determinar si las mismas realmente se comportan como invasoras. Sin embargo, existen algunas especies que se sabe que son invasoras, cuando se encuentran en ambientes naturales (fuera de áreas urbanas, periurbanas y cultivos). Este es el caso, por ejemplo, del eucalipto (*Eucalyptus* spp.), de las diferentes especies de pinos (Pinaceae) y cipreses (Cupressaceae), la retama (*Spartium junceum*) o el césped (*Cynodon* sp., *Pennisetum* spp.); la paloma (*Columba libia*), el gorrión (*Passer domesticus*), la rata (*Rattus* sp.) o el ratón doméstico (*Mus musculus*), el gato o el perro (23).

4.1. Flora exótica y posible invasora en el valle de La Paz:

La mayoría de las especies introducidas en el valle de La Paz corresponde principalmente al grupo de las plantas (23), debido a su importancia en la alimentación humana y su valor estético, (Tabla 1, lista aquellas especies de plantas introducidas en el valle de La Paz, cuyo posible efecto negativo es conocido; y en la Tabla 2 se presenta la lista de especies introducidas en el valle de La Paz, cuyo posible efecto negativo es desconocido para el valle y para Bolivia).

En las áreas urbanas y peiurbanas del valle de La Paz, se han introducido muchas especies ornamentales, ya sea en las plazas o parques, en jardines municipales, privados, o incluso en las macetas de nuestras casas.

4.2. Fauna exótica y posible invasora en el valle:

Al igual que con las plantas, el hombre ha introducido de manera voluntaria una gran variedad de especies de animales: como compañía, para su alimentación o como ayuda en el trabajo. Estas especies no son consideradas dentro de la definición de EEI cuando se encuentran en ambientes urbanos y periurbanos. Sin embargo, cuando estas salen de esta distribución, y se instalan en ambientes naturales pueden generar serios problemas al entorno natural convirtiéndose en EEI. En la tabla 3 se presenta una lista a las especies de animales introducidos en el valle de La Paz (23).

5. Especies "domésticas" y "asilvestradas"

Las especies domésticas (animales, plantas y/o microorganismos) son aquellas que han sido extraídas de su medio natural y han sido adaptadas y criadas por el hombre para su uso y aprovechamiento. Las especies domesticadas de animales y plantas son las que proveen más de 90% de los alimentos y otros productos para satisfacer las necesidades del humano (24). Entre los usos para estas especies están, a) de origen

animal: como alimento por ejm. leche, carne, lana, etc. como ayuda en el trabajo por ejem. para jalar el arado o como guardianes o por su compañía; b) de origen vegetal: alimentos y materiales de construcción (madera, cogollos, hojas, etc.), como adorno, etc.

En el Valle de La Paz, es posible observar dos especies nativas (llama y alpaca) que fueron domesticadas desde hace cientos de años, y que en la actualidad aún son importantes en la economía. Entre las especies domésticas exóticas se encuentran el perro, el gato, la vaca, el caballo, la gallina, el pato, entre otras. El número de especies de plantas domesticas es mucho mayor; tanto para las nativas (tubérculos como la papa, la oca, el tarwi y el isaño, o los cereales, como la quinua, la cañawa y el amaranto); como para las exóticas (hortalizas, como el tomate, la lechuga, etc., o cereales como el trigo, la soya, la cebada y la avena), incluyendo a las ornamentales, desde hierbas hasta árboles (césped, rosas, retamas, acacias, etc.).

5.1. Especies domésticas asilvestradas:

Las especies asilvestradas son aquellas que viven y se reproduce de forma natural y espontánea, pese a estar introducidas en un lugar ajeno a su área de distribución original. En el caso de las plantas, son asilvestradas aquellas que proceden de la semilla de una planta cultivada y que puede sobrevivir sin necesidad de los cuidados propios del cultivo. No se ha reconocido ningún caso en particular en el valle de La Paz

En el caso de los animales, si bien están adaptados para depender de los humanos, la falta de control y cuidado pueden transformarlos en animales asilvestrados (que en cierto modo aún dependen del humano) o silvestres (ya no dependen de los humanos) (22). Por lo tanto, las especies asilvestradas son consideradas EEI. En el valle se ha reportado algunas poblaciones de animales domésticos (perros, gatos, burros) que se han asilvestrado y, que, están generando efectos negativos a las especies nativas.

5.2. Posibles riesgos sobre especies silvestres y ambientes naturales:

La dispersión de especies domesticadas asilvestradas (perros, gatos) o introducidas domésticas (ratas, ratones) suelen verse favorecidas por actividades humanas. Es así que, los caminos, las áreas transformadas para urbanización y los campos agrícolas suelen constituir rutas de dispersión de algunas de estas especies (25). En varias partes del mundo se ha demostrado que los animales domésticos asilvestrados representan una amenaza a las poblaciones de vida silvestre (22), y pueden ser la causa de pérdida de la biodiversidad nativa debido a la transmisión de enfermedades, embestidas violentas y ataques observados, así como por la competencia por los recursos alimenticios (22). Un ejemplo son las poblaciones asilvestradas de gatos domésticos generan grandes daños en animales nativos, especialmente aves, debido a la depredación (26, 27).

Las especies domésticas asilvestradas deben ser tomada en cuenta como un factor en la conservación de las especies nativas del valle de La Paz, por lo que se sugiere hacer planes de manejo de estas poblaciones por medio de esterilización o incluso la eutanasia, asumiendo el principio cautelar que implica el evitar el incremento de especies invasivas.

6. Recomendaciones

Los costos económicos para controlar a las EEI son bastante altos, y los resultados positivos escasos (2, 9). Sin embargo, es posible que especies de plantas nativas puedan producirse en viveros de forma masiva a fin de restablecer poblaciones en las zonas donde fueron reducidas o eliminadas, a fin de recuperar la biodiversidad desplazada por el crecimiento descontrolado de la mancha urbana.

Cuando se trata de introducciones biológicas, es imprescindible conocer la biología de las especies que se quiere introducir a un ecosistema (cualquiera sea su finalidad: ya sea de producción -como plantaciones, viveros y/o criaderos-, protección -barreras rompe vientos-, restauración, ornamentación o como mascotas); así como, de los posibles efectos negativos que éstas hayan generado en otros países donde también fueron introducidas. Esto permitirá generar medidas de precaución que eviten que estas se distribuyan libremente en ambientes naturales (28, 29).

La prevención de nuevos ingresos, aplicando el principio de precaución (que indica que todas las especies tienen potencial invasor y por lo tanto debe evitarse su introducción), es de suma importancia. Se debe evitar la translocación o transporte de las especies nativas fuera de su distribución natural. Es importante regular la venta de especies exóticas como mascotas (por ejemplo, los periquitos que se ven en pequeños grupos en la zona sur de la ciudad de La Paz).

Con relación a las especies asilvestradas (como perros y gatos) se recomienda incrementar acciones de educación ambiental, para que la gente tome mayor responsabilidad sobre sus mascotas, reduciendo especies que son abandonadas y que posteriormente se conviertan en un problema urbano y rural. No se trata de atacar o promover el acoso o la erradicación de las mascotas, sino de ser conscientes del papel que desempeñan

Tabla 1. Lista de especies introducidas en el valle de La Paz (en esta lista no se encuentran las especies frutales, ni los cereales).

Familia	Nombre científico común	Origen	Consecuencias de la introducción
Asparagaceae	*Agave americana* *Agave*	Méjico, Arizona, y Texas	Debido a su potencial colonizador y al constituirse en una amenaza para las especies autóctonas, los hábitats o ecosistemas (30).
Asteraceae	*Matricaria recutita* (Nat.) Manzanilla de Castilla	Europa y las regiones templadas de Asia	Se desconoce. Sin embargo se le ha reconocido como una especie dominante de rápida expansión, por lo cual puede llegar a desplazar a especies nativas e introducir polinizadores.
	Taraxacum officinale Diente de León, leche-leche	Posiblemente Europa	No se conocen. Aunque estudios, muestran que las especies exóticas influyen en la polinización, aunque en promedio, tienen menos visitantes florales que las plantas nativas, lo que implica posibles interacciones competitivas y de facilitación entre plantas nativas y exóticas (31).
Fabaceae	*Spartium junceum* (Nat. y Cult.) Retama	Mediterráneo en el sur de Europa, sudoeste de Asia, noroeste de África	Se desconoce para el valle de La Paz, pero por el hecho de formar matorrales densos e impenetrables hace posible que desplacen a la vegetación nativa, además de constituirse en un peligro de incendio durante la estación seca. La presencia de alcaloides, la hace ligeramente tóxica y de sabor desagradable para la mayoría de la fauna silvestre y el ganado, por lo tanto reduce la capacidad de los campos de alimentar a animales de pastoreo (2).
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* (Cult.) Eucalipto, eucalipto blanco, eucalipto común o eucalipto azul	Australia	Los mayores impactos de esta especie se dan a nivel ecológico y económico, cuando se encuentran plantaciones de varios individuos que podrían arrastrar graves consecuencias en los suelos, pues son capaces de producir cambios en el pH del mismo. Existen estudios que indican que los suelos bajo plantaciones de eucaliptos se han vuelto notoriamente más ácidos, ya que el eucalipto extrae grandes cantidades de calcio del suelo, haciendo que descienda el pH. Así mismo los suelos concentran entonces grandes cantidades de aluminio, dejándolo inutilizable para otros cultivos, lo que favorece a la invasión de otras especies, como la maleza "pata de gallo" (Cynodon dactylon) (32, 33).
Pinaceae	*Pinus radiata (Cult.)* *Pino de Monterrey, pino de California*	suroeste de los Estados Unidos, California	Si bien no se conocen las consecuencias de la introducción de esta especie para el valle de La Paz; ni para Bolivia, Sin embargo, en países vecinos, se tiene que puede reducir la riqueza y diversidad de plantas nativas, desplazando plantas endémicas y favoreciendo la colonización de otras especies exóticas (2).
Poaceae	*Cynodon dactylon* Grama colorada, césped, yurajichu	norte de África y sur de Europa	En muchos países es considerada una maleza, porque llega a cubrir superficies considerables, sofocando plantas de cultivo como las especies forrajeras e incluso las plantas de huerto. Es tóxica para el ganado y puede tener efectos alergénicos para las personas (30)
	Pennisetum clandestinum Kikuyo, grama gruesa, pasto africano	África Oriental	Especie extremadamente agresiva que sustituye a la vegetación nativa, favorecida por la producción de sustancias alelopáticas. Su rápido crecimiento la hace una buena especie para el pastoreo, pero desplaza a varias especies beneficiosas, incluidas las leguminosas (fijadoras de nitrógeno) y por lo tanto, se requiere un tratamiento más fuerte con fertilizante, que hace a los campos más costosos, y genera impactos secundarios sobre el medio ambiente, debido al enriquecimiento excesivo de nutrientes de los cursos de agua (2).

Tabla 2. 90 especies cuyas consecuencias de introducción se conocen para el valle de La Paz y para Bolivia.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen
Apocynaceae	*Vinca major* (Nat. y Cult.)	Hierba doncella	Región mediterránea de Europa y del Asia Menor
Asteraceae	*Achillea millefolium* (tCult.)	Achilea, Salvia de Virgen	Probablemente procede de Eurasia
	Anthemis cotula	Manzanilla hedionda	Europa y norte de África
	Artemisia absinthium (Cult.)	Ajenjo	Regiones templadas de Europa, Asia y norte de África.
	Cirsium vulgare (Nat.)	Cardo negro	Europa, Asia, norte de África
	Cynara cardunculus (Cult.)	Cardo comestible	Mediterráneo
	Leucanthemum vulgare (Cult.)	Margarita	Europa y Asia templada
	Silybum marianum (Cult.)	Cardo mariano	Mediterráneo
	Sonchus asper		Europa
	Sonchus oleraceus	K'ana leche-leche	Asia, África del norte y Europa.
Amaranthaceae	*Atriplex suberecta*		Australia
	Chenopodiastrum murale	Akara, khachiyullu, yuyo negro	Europa, parte de Asia y norte de África
Apiaceae	*Foeniculum vulgare* (Cult.)	Hinojo	Zona meridional de Europa, costa mar Mediterráneo
Araliaceae	*Hedera helix* (Cult.)	Hiedra	Europa, N de África y Asia (desde India hasta Japón)
Brassicaceae	Brass*ica rap*a (Nat. y Cult.)	Nabo, k'ita mostacilla, k'itanabo	Probablemente Eurasia
	Brass*ica nig*ra (Nat. y Cult.)	Mostaza negra, mostazilla	Probablemente de la región mediterránea
	Capse*lla bursa-past*oris (Nat.)	Bolsa de pastor	Este de Europa y Asia Menor
	Eru*ca vesi*caria (Nat.)	Oruga, ruca, rúcula o roqueta	Región del Mediterráneo
	Hirsch*feldia inca*na (Nat.)	Rabaniza amarilla	Región mediterránea
	Nasturti*um offi*cinale (Nat.)	Berro de agua, mastuerzo de agua	Nativa de Europa y Asia central
	Raphan*us sa*tivus (Nat. y Cult.)	Rábano	Eurasia y o Mediterráneo oriental,
	Rapis*trum rugos*um (Nat.)		Eurasia y partes de África
	Sisym*brium irio* (Nat.)	Matacandil	Área Mediterránea, hasta el Oriente Medio y E de África
Cactaceae	Opun*tia ficus-ind*ica (Nat.)	Airampu, tuna, nopal	Mesoamérica (Méjico)
Caryophyllaceae	Sil*ene ga*llica (Nat.)	Carmelitilla	Eurasia y norte de África
	Sperg*ula arv*ensis (Nat.)	Esparcilla	Europa
	Stellar*ia me*dia (Nat.)	Jatun tabardillo, tabardillo	Europa
Caprifoliaceae	Lonic*era jap*onica (Cult.)	Madreselva	Este de Asia: Japón, Corea, N y E de China, Taiwán
Commelinaceae	Trades*cantia zeb*rina (Cult.)		Región de la costa del Golfo de México oriental
Cupressaceae	Cupressus *sem*pervirens (Nat. y Cult.)	Ciprés	Mediterráneo sur y oriental
Euphorbiaceae	Ric*inus com*munis (Cult.)	Ricino, Higuerilla, kavojuvo, macocoró, mocororó, rarë, tártago	SE de la Cuenca del Mediterráneo, África del Este, India
Fabaceae	Acac*ia mel*anoxylon (Cult.)	Acacia negra	Australia
	Genis*ta monspes*sulana (Cult.)	Retamilla	Región del Mediterráneo
	Lathyr*us latifo*lius (Cult.)	Albejana	sur y centro de Europa
	Med*icago lup*ulina	Mielga negra	Mediterráneo
	Medi*cago polymor*pha	Alfa-alfa, carretilla, quita alfa, trébol, trébol de carretilla	Mediterráneo
	Melil*otus alb*us	Meliloto, Melitolo blanco	Europa y de Asia.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen
Fabaceae	Melilo*tus indi*cus	Alfa alfa	Mediterráneo, norte de África, Macaronesia y Europa
	Robi*nia pse*udoacacia (Cult.)	Falsa acacia	Norteamérica
	Trifoliu*m prate*nse	Trébol rojo, trébol violeta	Europa, oeste de Asia y noroeste de África.
	Trifol*ium repen*s (Nat.)	Trébol blanco	Europa, norte de África, y Asia occidental
	Ul*ex eu*ropaeus (Nat. y Cult)	Retamo espinoso, espinillo, argoma, tojo	Europa
	Vach*ellia farne*siana	Espinillo blanco	México y América Central
Geraniaceae	Erodiu*m cicuta*rium (Nat.)	Pampa espuelita	Cuenca mediterránea
Juncaceae	Junc*us bu*fonius	Junco de sapo	California (EE.UU.)
Lamiaceae	Marr*ubium vulg*are (Nat.)	Marrubio	Eurasia y norte de África
Malvaceae	Ma*lva p*arviflora	Malva	Región mediterránea hasta Asia central.
Myrtaceae	Eucalyp*tus camaldu*lensis (Cult.)	Eucalipto, Eucalipto rojo	Australia
	Euc*alyptus vim*inalis (Cult.)	Eucalipto, eucalipto viminalis	Australia
Oleaceae	Frax*inus sp*p. (Cult.)	Fresnos	
	Ligustr*um luc*idum (Cult.)	Aligustre	Mitad sur de China.
	Ligu*strum vulg*are (Cult.)	Aligustre, alheña	Europa y Asia
Oxalidaceae	O*xalis corni*culata (Nat.)	Vinagrillo	Probablemente del mediterráneo
Papaveraceae	*Eschs*cholzia californica (Cult.)	Amapola de California	California (EE.UU.) y Baja California (Méjico),
Pinaceae	Pinu*s car*ibaea (Cult.)	Pino macho	Méjico, Centroamérica
	Pin*us halepe*nsis (Cult.)	Pino de Alepo, pino Carrasco	Región mediterránea
Pittosporaceae	Pittospo*rum und*ulatum (Cult.)		Australia
Plantaginaceae	Plan*tago la*nceolata (Nat.)	Llantén menor	Eurasia
	Plan*tago maj*or (Nat. y Cult.)	Llantén, llantén mayor	Eurasia
	Veron*ica anagallis-aq*uatica (Nat.)	Anagálide acuática	(no está claro su centro de origen)
	Veroni*ca arv*ensis (Nat.)	Verónica	África, Asia y Europa)
	Veroni*ca per*egrina (Nat.)	Verónica americana	Europa y norte América
	Ver*onica serp*yllifolia (Nat.)		Europa
Poaceae	Ave*na bar*bata (Nat.)	Avena silvestre	Islas Canarias
	Briz*a mi*nor		Región mediterránea de Europa
	Corta*deria sel*loana (Cult.)		sur de Sudamérica (región pampeana y Patagonia)
	Dact*ylis glo*merata (Cult.)	Dáctilo o pasto ovillo	Europa
	Hordeu*m mu*ticum		Este y sur de Sudamérica
	Loliu*m mul*tiflorum (subespontánea) (Nat.)	Raigrass criollo, raigrás italiano	Centro y sur de Europa, Noroeste de África y suroeste de Asia
	Loli*um per*enne (Cult.)	Ballica, ballica inglesa, ballico, césped inglés, raigrás inglés	Europa y norte de África
	P*oa an*nua	Poa anual o pastito de invierno	Probablemente Europa
	Polygonu*m avi*culare (Nat.)	Centinodia	Europa
	Polypo*gon m*onspeliensis (Nat.)	Mijo silvestre	sur de Europa
	Vul*pia myu*ros		Probablemente de Europa
Polygonaceae	Rume*x a*cetosella (Nat.)	Acederilla, acetosilla	Al parecer de origen eurasiático
	Rum*ex con*glomeratus (Nat.)		Europa, Asia y del norte de África

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen
Podocarpaceae	Cedr*us deo*dara (Cult.)	Cedro del Himalaya, cedro llorón	oeste del Himalaya
Portulacaceae	Port*ulaca oler*acea (Nat.)	Verdolaga	India del Oriente Medio y sur de Europa
Proteaceae	Gr*evillea rob*usta (Cult.)	Roble sedoso, roble australiano, roble plateado	Costas del este de Australia
Rubiaceae	G*alium aparin*e (Nat.)	Amor de hortelano	Europa y Norteamérica
Rutaceae	*Ruta chalepensis* (Cult.)	Ruda	Mediterráneo
Salicaceae	*Populus alba* (Cult.)	Álamo blanco	Europa, Asia, norte de África.
	Populus nigra (Cult.)	Álamo negro, kaspi álamo	Europa, el suroeste y centro de Asia, y el noroeste de África
Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	Ch'akatea, chacataya, chacatea, chacatía, chacatuya	América. Distribuido desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de Sudamérica.
Scrophulariaceae	*Verbascum thapsu*s (Cult.)	Verbasco, gordolobo	Europa, el norte de África, y Asia
Solanaceae	*Cestrum parqui*	Andrés huaylla, hierba santa, fernandillo, hedionella, karalawa, palqui amarillo, palqui negro, hediondilla, yerba buena.	Centro y Sudamérica
	Datura stramonium (Nat.)	Estramonio	Probablemente de Méjico.
Ulmaceae	*Ulmus pumila* (Cult.)	Olmo de Siberia	Asia Central, (E de Siberia, Mongolia, Xizang (Tíbet), N de China, la India (N de Cachemira) y Corea
Urticaceae	*Urtica urens* (Nat.)	Ortiga, Itaphallu	Eurasia
Violaceae	*Viola odorata* (Cult.)	Violeta común, viola	Europa y Asia

Tabla 3. Lista de especies introducidas en el valle de La Paz.

Clase	Familia	Nombre científico y común	Origen	Consecuencias de la introducción
Mamíferos	Bovidae	*Bos taurus* Vaca	El origen de la domesticación del ganado se centra en el Sudoeste asiático hace unos 10000 años (34)	Si bien son animales criados y cuidados, a veces, las malas prácticas al dejarlos pastando solos causan algunos conflictos con carnívoros (por ejemplo, el puma, el zorro andino y el oso andino). Hay regiones donde el ganado se ha asilvestrado causando competencia con especies nativas.
	Equidae	*Equus asinus* Burro	Deriva del asno salvaje del norte de África, domesticado hace aprox. 6,000 años (35).	Como especie exótica asilvestrada, está la competencia por recursos con especies nativas, que se alimentan de los pastos o por ramoneo, ejerciendo una severa presión sobre las poblaciones de estas mismas plantas. Modifica la dinámica poblacional plantas - animales
		Equus ferus caballus Caballo	Kazajistán, domesticado aprox. entre 3500 y 3000 a.C. (36)	Las poblaciones asilvestradas tienen efectos negativos, por ejemplo, en Chile generan daños en la regeneración del bosque nativo. Además, hay regiones donde compiten con otras especies por el alimento disponible (37).
	Suidae	*Sus scrofa* domestica Cerdo	Oriente Próximo, domesticado hace unos 13000 años (38)	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39). Ocasionan daños a la vegetación, y son considerados por el grupo de especialistas de especies invasivas entre ecológicos a largo plazo los "peores invasores". En islas sin grandes predadores nativos como son Nueva Zelandia e islas de Hawaii, ha tenido grandes impactos a la fauna y vegetación nativa, tanto como depredadores de la fauna nativa (moluscos, insectos, aves), o eficientes dispersores de especies vegetales invasivas (40). Además, que pueden ser importantes agentes transmisores e incluso amplificadores de enfermedades, tales como algunas infecciones virales de patas y boca
	Canidae	*Canis lupus* familiaris Perro	Domesticado por primera vez posiblemente en China; hace más de 15.000 años (41)	Los perros son depredadores, en Bolivia se han registrado varios casos de muertes o mutilaciones causadas por perros a ciervos andinos (Hippocamelus sp.) y otros ungulados silvestres También existen registros dispersos de ataques a animales domésticos (42) y silvestres (43). Esta especie podría desplazar competitivamente a especies de otros carnívoros y depredadores nativos como son los zorros andinos, pumas o incluso al cóndor andino. Son portadores de parásitos y enfermedades contra la fauna nativa y también transmisibles al ser humano; como la rabia, el parvovirus, el distemper canino y los parásitos externos (ejemplo, garrapatas, pulgas, piojos, sarna) e internos (ejemplo, nematodos, echinococcus, coccidias, trematodos.

Clase	Familia	Nombre científico y común	Origen	Consecuencias de la introducción
Mamíferos	Felidae	*Felis silvestris* catus Gato	Medio Oriente, domesticado hace unos 9500 años de los gatos salvajes (44)	Está incluido en la lista de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (39). La proliferación de los gatos callejeros es una problemática del abandono de las mascotas. Al ser depredadores eficientes, el número de animales que son capaces de matar es muy alto, además depreda especies endémicas o en peligro. Según la UICN, este felino ha participado en el 14 por ciento de todas las extinciones de las especies de pequeños vertebrados (45). Su capacidad de cruzar con especies silvestres nativas, que causa una hibridación masiva se considera la principal amenaza para la conservación de las variantes salvajes.
	Leporidae	*Lepus europaeus* Liebre europea	Europa	Se alimenta de plantas herbáceas, cultivadas (forrajeras, hortícolas) y llega a reducir considerablemente el rendimiento de los cultivos. Asimismo, ocasiona daños en especies forestales y en áreas frutales al roer el tallo de los árboles, sobre todo cuando están en período de implantación (2).
	Muridae	*Mus musculus* Ratón doméstico	Europa	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39) porque son plagas económicas importantes, consumen y despojan cultivos y alimentos humanos, y son anfitriones de una serie de enfermedades y parásitos infecciosos para los seres humanos, siendo los más graves la peste bubónica (Yersinia pestis) y la salmonela (Salmonella spp.). Sin embargo, los ratones se consideran relativamente poco importantes como vectores para su transmisión a seres humanos (39).
		Rattus rattus Rata negra o común	Asia	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39). Pueden consumir desde materia animal hasta desperdicios, pero prefiere los granos, nueces, vegetales y frutas, lo que la hace peligrosa en campos de cultivo de cereales y en sitios de almacenamiento de los mismos. Entre los principales efectos negativos verificados, se incluye la eliminación de poblaciones de aves marinas (46). Pueden atacar al ganado, aves, especies nativas de roedores, y aves (46). Las ratas son los principales diseminadores de enfermedades; la peste bubónica, la salmonelosis, la fiebre tifoidea, la leptospirosis, la triquinosis y la fiebre de la mordida de rata, la hacen particularmente peligrosa para los seres humanos (39).
		Rattus norvegicus Rata parda, rata café o rata noruega	norte de China	Afectan en la regeneración de especies vegetales, porque consumen semillas y brotes tiernos de estas Es un depredador de animales nativos, como insectos, pequeños mamíferos, reptiles, anfibios, aves y ratas y ratones (46, 47). También es un competidor potencial con otras especies de roedores. Otro efecto negativo es su capacidad de transmitir múltiples enfermedades y parásitos que afectan a especies de fauna nativa e incluso al ser humano, ya que defeca y orina en los sitios cercanos a sus fuentes de alimento (46).
Aves	Columbidae	*Columba livia* Paloma	África, Asia, Oceanía y Europa	Probablemente compite por alimento con otras aves granívoras. Esta es una especie potencialmente transmisora de varias enfermedades como Salmonella, Chlamydophila psittaci y Staphylococcus aureus aureus. También es transmisor de otras enfermedades como la Toxoplasmosis (48).
	Passeridae	*Passer domesticus* Gorrión común	Eurasia y Mediterráneo	Al ser considerada plaga agrícola, causa efectos negativos a nivel económico. A nivel de la salud pública, también causa efectos negativos ya que se ha convertido en vector de enfermedades virales, como la encefalitis equina del oeste (46). Su agresividad con otras especies ha producido una disminución en las poblaciones de especies nativas de otras aves, además que compite por alimento con otras aves granívoras.
Peces	Cyprinidae	*Cyprinus carpio carpio* Carpa común o europea	Europa y Asia	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39). En todos los continentes donde se ha introducido, ha reducido la calidad del agua y degradado los hábitats acuáticos (49,50).

Clase	Familia	Nombre científico y común	Origen	Consecuencias de la introducción
Peces	Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss* Trucha arco-íris	América del norte	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39). Los impactos incluyen hibridación, transmisión de enfermedades, depredación y competencia con especies nativas (39). Se las acusa de perjudicar a las poblaciones de peces autóctonos compitiendo y alimentándose de ellos. Afecta a otras especies a través del protozoo Ichthyophthirius multifiliis (ICK, Punto Blanco).
	Atherinopsidae	*Odontesthes* bonariensis Pejerrey	Cuenca del Río de la Plata	Posible depredador de especies nativas. Competencia alimenticia con la especie nativa Oligosarcus schindleri
Insectos				
Orden	**Familia**	**Nombre científico y común**	**Origen**	**Consecuencias de la introducción**
Hymenoptera	Apidae	*Apis mellifera* Abeja europea	Europa, África y parte de Asia,	Este insecto concentra el alimento en colonias e impide el desarrollo de otras especies.
		Bombus ruderatus Una especie de abejorro	Europa y norte de África	Pueden ser muy dañinas para las especies nativas al competir por recursos o pasar enfermedades a través de derrames de patógenos (51, 52)
	Siricidae	*Sirex noctilio* Avispa de la madera del pino	Europa, Asia y norte de África	No se conocen las consecuencias de la introducción de esta especie para el valle de La Paz; ni para Bolivia.
	Vespidae	*Vespula germanica* Avispa germánica	Europa y norte de África	No se conocen las consecuencias de la introducción de esta especie para el valle de La Paz; ni para Bolivia.
	Formicidae	*Solenopsis invicta* Hormiga roja de fuego	sur de Sudamérica (Argentina, Brasil y Paraguay)	Considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más importantes a nivel mundial (39). Compite con éxito contra otras hormigas locales, ampliando su rango de distribución. Reduce la biodiversidad entre invertebrados y reptiles, y también puede matar o dañar las ranas, lagartos o pequeños mamíferos (39).

Cambio en la cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz

Karina S. Apaza Coca[1] & Carlos Zambrana Torrelio[2,3]

[1]Departamento de Investigación, Postgrado e Interacción Social - UMSA; [2]Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia; [3]EcoHealth Alliance.

1. Introducción

Uno de los problemas que enfrenta nuestro planeta es la degradación del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad, siendo los cambios en la cobertura y uso del suelo uno de los factores que promueven su deterioro (1).

Generalmente estos cambios en la cobertura y uso de suelo se deben a la intensificación en el uso del suelo, presión demográfica, tenencia de tierra, etc. (1). Siendo el uso del suelo, las prácticas de uso que las personas realizan, en el paisaje natural causando una modificación en la superficie terrestre.

La presión demográfica, producto del crecimiento poblacional ha generado un cambio en la cobertura de la superficie, ampliando la mancha urbana. Desde 1950 la población humana ha incrementado aceleradamente con aproximadamente 3000 millones de personas, para el 2000 llegó a 6100 millones de personas, casi dos veces y más que en 1950, para el 2011 la población mundial superó los 7000 millones de personas (2). Considerando que entre los años 2010 y 2014 la población mundial creció 1,2% anual, se estima que para el 2050 la población mundial alcance a los 9600 millones de personas (3).

En los países de América Latina, el cambio de uso de suelo responde principalmente a políticas de mercados mundiales y nacionales, lo que incentiva el cambio de cobertura de la superficie, como el cambio de áreas de bosque por zonas agrícolas, que ha generado entre los años 2000 y 2012 una pérdida mundial de 2,3 millones de km^2 de bosques (4, 5).

En Bolivia, una evaluación sobre la pérdida de bosques, reportó entre los años 2000 y 2010, una reducción de bosque del 76 % en Santa Cruz con aproximadamente 1388 hectáreas (h.), seguida por Beni con 8,9% (161 798 h.), Pando con 5,4% (98 185 h.), Cochabamba con 4 % (72 751 h.), Tarija con 2,6% (47 566 h.) y La Paz con 2,5% (45 925 h.) (6).

Por tanto, la pérdida de bosques constituye una tasa de deforestación de 350 000 h./año, que representa 320 m^2 por persona por año: 20 veces más alta que el promedio mundial (aproximadamente 16 m^2 por persona por año) (7). Para el 2100, se estima que la deforestación superará los 33 millones de hectáreas de bosque en Bolivia, siendo la causa principal la expansión de la frontera agrícola (7).

Hasta ahora se han citado algunos ejemplos sobre cambios en la cobertura y uso del suelo en la superficie terrestre, lo que resalta que es importante cuantificar estos cambios para realizar una planificación territorial más eficiente, como el monitorear la dinámica espacio-temporal en los ecosistemas para plantear políticas y estrategias de conservación sobre todo en áreas vulnerables (8).

2. Patrones espaciales en el cambio de cobertura y uso del suelo en Bolivia

Una herramienta que ha permitido al ser humano cuantificar los cambios que ocurren en la superficie terrestre, fue a través de la aplicación de sensores remotos y el tratamiento de imágenes satelitales (9).

Los sensores remotos, son herramientas que nos permite captar información de un objeto o tipos de cobertura en una superficie terrestre, sin la necesidad de acercarnos, siendo las imágenes satelitales, el producto obtenido por un sensor. Dependiendo del tipo de sensor se proporcionará información útil sobre las características físicas de una superficie terrestre.

Las aplicaciones de las imágenes satelitales estarán en función al estudio que se pretende realizar, por ejemplo variación climática, inundaciones, monitoreo de la masa forestal, identificación de áreas urbanas, avance de la frontera agrícola, reducción de glaciares, etc.

En el año 1978 en base a las primeras imágenes satelitales Landsat, se publicó el primer mapa sobre la cobertura de uso actual del suelo, que dio las bases para la caracterización de grandes tipos de cobertura en Bolivia. Actualmente se cuenta con el Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra para toda Bolivia.

Posteriormente, se realizaron otros mapas, algunos de

estos a escala regional como los mapas de cobertura y uso actual del suelo en 35 municipios de Bolivia.

Otros estudios realizados a escala local en Bolivia, muestran que existe un cambio de uso de suelo de bosques por actividades agrícolas y/o agropecuarias. Por ejemplo en la región de los Yungas del departamento de La Paz, se reportó una reducción de la cobertura de bosque de 694 569 h en 1986 y para el 2005 la cobertura de bosque fue de 646 256 h, lo que representa una reducción de aproximadamente el 7% de la superficie de bosque en 10 años (10).

En el municipio de Riberalta del departamento del Beni entre 1986 y 2011, se encontró que la mayor reducción de superficie fue de la clase boscosa con 8038 73 km^2 en 1986, reduciendo a 7200 81 km^2 el 2011, teniendo una pérdida de 837 92 km^2 durante 25 años (11). En la cuenca baja del Río Grande del departamento de Santa Cruz desde 1986 al 2005, hubo cambio en las zonas de bosque por áreas destinadas a la agricultura, ampliándose de 1,2 a 2,2 millones de h, causando deforestación en los municipios colindantes con el río Grande durante 19 años (12).

La mayoría de la información publicada nos muestra un preocupante cambio de la cobertura boscosa por coberturas de uso agrícola en general (como se cita en los ejemplos anteriores), por tanto, surge la pregunta si ¿la ampliación de la frontera agrícola se basa en estudios de ordenamiento y planificación territorial?, ya que los cambios en la cobertura y uso del suelo locales implican algún tipo de impacto a los ecosistemas llevándolo a una escala regional.

Por este motivo, se vio la necesidad de realizar un mapeo y análisis de los cambios en la cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz en los últimos 11 años.

3. Mapeo y análisis espacial en la cobertura y uso de suelo en el valle de La Paz

El mapeo y análisis espacial en el tiempo sobre un tipo de imágenes satelitales permite detectar los cambios ocurridos en la superficie terrestre que son de utilidad para diferentes estudios, como la detección de cambios en el uso del suelo.

Para el análisis de los cambios en la cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz, se realizó un mapeo y análisis espacial del cambio en la cobertura y uso del suelo, a través de una estimación de cambios en dos periodos de tiempo 1999 y 2010. Sin embargo, es necesario indicar que estos mapas deben ser manejados como mapas referenciales de información que ayuden a identificar los cambios de cobertura de uso de tierra y permitan hacer posteriores estimaciones.

4. Análisis del crecimiento urbano en la ciudad de La Paz

La ciudad de La Paz fue fundada en el año 1548 en lo que actualmente se conoce como Plaza Alonzo de Mendoza, durante el siguiente año se da el establecimiento de los primeros asentamientos urbanos en la cuenca denominada Churubamba. Durante el siglo XVII el crecimiento de la mancha urbana no fue significativo expandiéndose 53 h., hasta el siglo XVIII abarcó 112 h aproximadamente en el año 1781 (13).

El año 1829 se crean nuevas zonas urbanas con un crecimiento de 184 ha. A mediados del siglo XIX, se fija un radio urbano definido por las zonas de Obrajes, San Jorge y Miraflores y la apertura de la Av. Montes, Arce y Mariscal Santa Cruz, la prolongación de la Buenos Aires hacia El Alto. A finales del siglo XX, continuó un crecimiento urbano acelerado (13).

La fisiografía accidentada que presenta el valle de La Paz, no impidió el paulatino crecimiento o asentamiento incluso en áreas con alta vulnerabilidad a deslizamientos. Asimismo, debido a las actividades humanas se producen importantes cambios en la cobertura y uso del suelo, como la expansión de la frontera agrícola para abastecer al mercado interno por el incremento poblacional. Esto ha generado la utilización de áreas destinadas a la conservación y pone en peligro el hábitat de especies de flora y fauna.

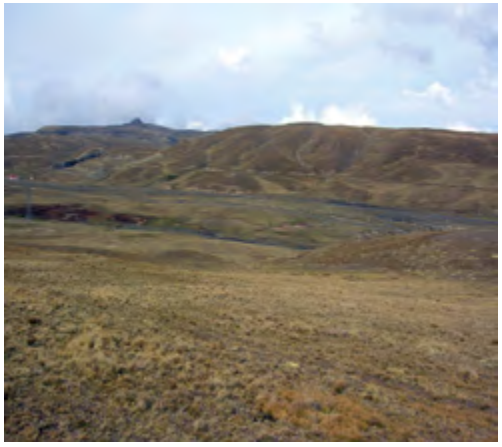
5. Metodología sobre el mapeo del cambio en la cobertura y uso del suelo del valle de La Paz

Para mapear el cambio en la cobertura y uso del suelo se usaron imágenes satelitales Landsat 5 TM, correspondientes a los años 1999 y 2010.

Posteriormente a la identificación y tratamiento de las imágenes satelitales, se utilizó la herramienta *clasificación supervisada* del Software ERDAS IMAGINE, con el objeto de generar mapas que muestren los cambios en las coberturas y uso del suelo.

Por tanto, a través de la clasificación supervisada, se definieron 11 clases de coberturas de uso del suelo propuestas por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras – Viceministerio de Tierras, para el Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra 2010. Los nombres y el tipo de uso de cada cobertura se muestran en la Tabla 1. Finalmente, para evaluar la concordancia de las coberturas y validar la clasificación obtenida, se usó el estadístico Kappa (14, 15).

Tabla 1: Clases de la cobertura de uso del suelo del valle de La Paz (Fuente: MDRYT 2010; Fotos: Mauricio Ocampo)

<table>
<tr>
<td> 
Código de la Cobertura: EU
Nombre: Estructura urbana y rural ciudades y pueblos
Uso: Mixtos o combinados: Residencial, servicios, industria, otros.</td>
<td> 
Código de la Cobertura: AM
Nombre: Agricultura Múltiple
Uso: Productivo: Alimenticios de consumo, subsistencia y mercado local.</td>
</tr>
<tr>
<td> 
Código de la Cobertura: PF
Nombre: Plantaciones forestales
Uso: Productivo: Forestal, madera, leña y de protección de suelos</td>
<td> 
Código de la Cobertura: HA
Nombre: Herbazal Graminoide Vivaz Altimontano Pluvionebular
Uso: Productivo ganadero: Escaso pastoreo por sectores.</td>
</tr>
<tr>
<td> 
Código de la Cobertura: HP
Nombre: Herbazal Graminoide Vivaz Puna semiárida
Uso: Productivo ganadero: Pastoreo directo.</td>
<td> 
Código de la Cobertura: VD
Nombre: Vegetación Dispersa Vivaz en pedregales Puna Altoandina semiárida
Uso: Explotación de yacimientos mineros; escaso pastoreo directo</td>
</tr>
</table>



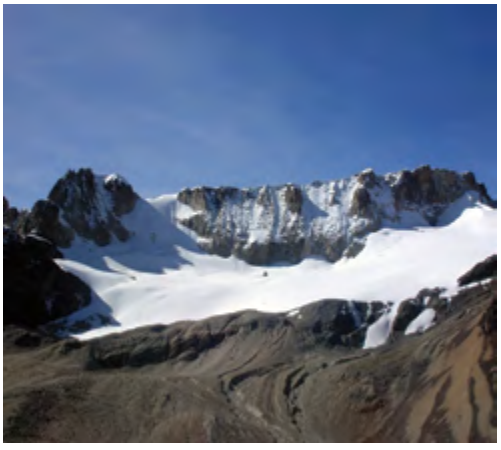
Código de la Cobertura: BM
Nombre: Bosque o Monte Ralo Andino Montano subhúmedo
Uso: Productivo agropecuario: Cultivos alimenticios, extracción de leña y pastoreo extensivo.



Código de la Cobertura: HB
Nombre: Herbazal Graminoide Vivaz Bofedal Puneño
Uso: Productivo ganadero: Pastoreo directo.



Código de la Cobertura: DA
Nombre: Depósitos de Arena Playas y Dunas
Uso: Recreativo: Escénico, turístico



Código de la Cobertura: CN
Nombre: Campos de nieve
Uso: Recreativo: Andinismo, deporte.



Código de la Cobertura: CA
Nombre: Cuerpos y Cursos de Agua: Lagos, Lagunas, Embalses, Estanques de decantación o Sedimentación, Ríos y Arroyos
Uso: Productivo aguas superficiales mixto: Generación de energía eléctrica, agua para riego, pesca, captación de agua potable, transporte fluvial.

6. Resultados del Análisis del cambio en la cobertura y uso del suelo del valle de La Paz

En la Figura 1A y 1B, se pueden observar los mapas resultantes de la clasificación sobre la detección de los cambios en la cobertura y uso del suelo de la superficie terrestre en los dos periodos 1999 y 2010 respectivamente. Los cambios más importantes muestran una tendencia de ganancia y pérdida entre coberturas, lo cual se encuentra en estrecha relación con las actividades humanas.

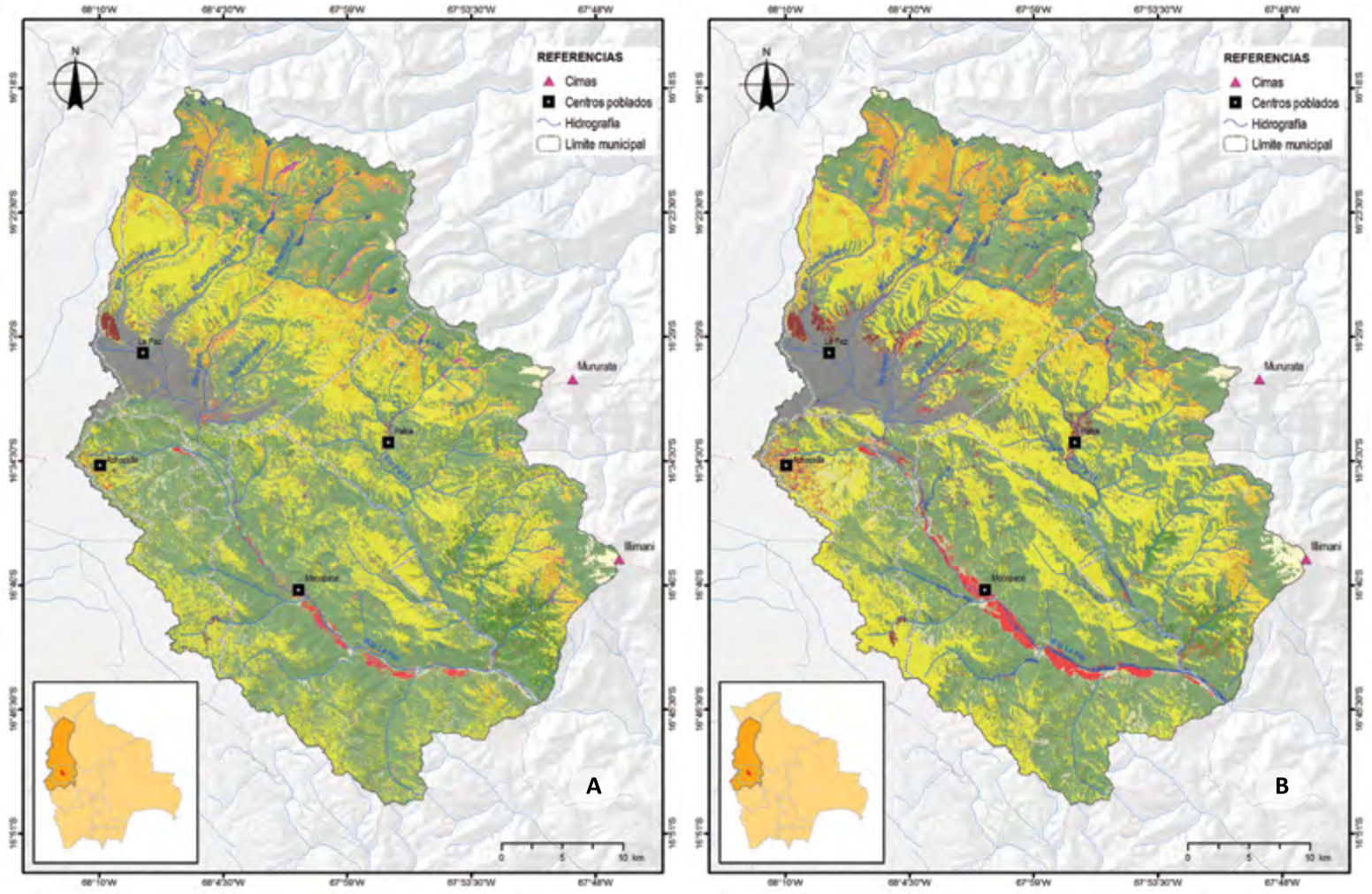


Figura 1 Mapas de las coberturas y uso del suelo en el valle de La Paz de 1999 (A) y 2010 (B)

Tabla 2: Cálculo de las superficies estimadas de cada tipo de cobertura en 1999 y 2010. Se puede observar el cambio de coberturas que ha sufrido el valle de La Paz en este lapso de tiempo.

Tipo de Cobertura	Superficie estimada 1999 (km^2)	Superficie estimada 2010 (km^2)	Superficie estimada 1999 (%)	Superficie estimada 2010 (%)	Superficie de Ganancia o Pérdida 2010-1999 (%)
EU	64,31	102,22	4,34	7,00	2,66
AM	7,30	27,92	0,49	1,91	1,42
PF	6,35	23,30	0,43	1,60	1,17
HB	13,38	4,46	0,90	0,31	-0,60
HA	96,41	99,52	6,51	6,82	0,31
HP	441,25	482,92	29,81	33,09	3,28
VD	743,29	654,23	50,21	44,83	-5,38
BA	45,80	20,93	3,09	1,43	-1,66
CA	16,18	7,24	1,09	0,50	-0,60
DA	35,68	27,80	2,41	1,90	-0,51
CN	10,49	8,94	0,71	0,61	-0,10

Entre los cambios sobresalientes de cobertura y uso del suelo en los años 1999 al 2010, se observa un incremento de la mancha urbana o *estructura urbana (EU)* de alrededor del 7% (aproximadamente 102 km^2). Este cambio ocurrió debido a una mayor expansión demográfica al sur de la mancha urbana, con la habilitación de nuevas áreas para construcciones de viviendas, como las nuevas urbanizaciones en Irpavi y Jupapina, al noreste de la mancha urbana.

Asimismo, en éste lapso de 11 años hubo un incremento de la *agricultura múltiple (AM)* con 1,9% (aproximadamente 27,9 km^2), como se observa en toda la ribera del río Choqueyapu, que ésta probablemente relacionada con el crecimiento de la población y consecuente incremento de la demanda de los productos cultivados.

La superficie de la cobertura de *vegetación dispersa (VD)* perdida, es probable que haya sido reemplazada por la ocupación de nuevas zonas urbanas, la ampliación de cultivos y, en algunas áreas, con incremento de plantaciones forestales, como una iniciativa del Gobierno Municipal de La Paz para el incremento de áreas verdes como medida de mitigación ambiental.

Asimismo, parte de la superficie de la cobertura de vegetación dispersa (VD), está siendo reemplazada por herbazal de la puna semiárida (HP), ya que su extensión favorece al uso para el pastoreo directo sobre todo en las áreas rurales como al norte del valle de La Paz.

Por otra parte, se observa una disminución de la *superficie de bofedales (HB)*, sobre todo en la parte norte del valle Chuquiaguillo. En los últimos años estos humedales se han convertido en un recurso económico a través de la extracción y venta de turba.

Los bofedales como servicios ambientales promueven el suministro y almacenamiento hídrico y de carbono en beneficio de comunidades locales.

El almacenamiento de agua en los bofedales contribuye en la regulación hídrica, proveyendo en época seca recurso hídrico y evitando excesivos caudales en épocas con abundantes precipitación. También ayuda a regular el almacenamiento de carbono, minimizando la eliminación de dióxido de carbono (CO_2) al medio ambiente que promueven los efectos de gases invernaderos. Por tanto, una extracción excesiva y no sostenible de los bofedales, podría estar generando impactos en la estructura del paisaje y en la hidrología.

Finalmente, la disminución de los *campos de nieve (CN)* y los *cuerpos de agua (CA)*, reflejan el cambio climático que estamos viviendo, que se manifiesta en el retroceso de glaciares y la presencia de temporadas secas y húmedas más pronunciadas.

Como consecuencia de estos cambios paisajísticos, existen zonas altamente vulnerables con riesgo a sufrir erosión, desertificación, o deslizamientos como ocurrió el 2011 con el "mega deslizamiento en la zona de bajo Pampahasi y Kallapa". No obstante, el recurso agua es cada vez más escaso y con mayor demanda por una población en constante crecimiento.

En conclusión, en la medida en que la planificación del territorio esté relacionada con los aspectos socio-económicos, las autoridades deben realizar un monitoreo a estos cambios en la cobertura y uso del suelo para prevenir futuras consecuencias que podrían ser previstas.

Las áreas protegidas en el valle de La Paz

Francisco Osorio[1], Zulma Chura[2] y Mariana Da Silva[2]

[1]Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés; [2]Museo Nacional de Historia Natural.

1. Introducción

La conservación de la biodiversidad es fundamental para enfrentar problemas como la pobreza, el cambio climático y la crisis alimentaria. Una de las principales herramientas para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial son las áreas protegidas; éstas son espacios donde se establecen normas que garantizan se mantengan sus características, riquezas medioambientales y culturales (1).

2. Proceso histórico, su justificación

Desde su aparición los humanos han cambiado el entorno natural, a medida que sus poblaciones fueron creciendo, su efecto sobre la naturaleza fue también aumentando. A mediados del siglo XVII, con la revolución industrial, los efectos en el medio ambiente se incrementaron a causa del uso de nuevas fuentes de energía (p. e. electricidad, carbón y petróleo), junto a nuevos procesos económicos poco sostenibles como la cacería de fauna silvestre y la explotación desmedida de recursos forestales. Todo esto condujo a cambios drásticos en los ecosistemas y consecuentemente a la extinción y/o reducción de las poblaciones de especies silvestres de flora y fauna.

Posteriormente aparecieron problemas como la contaminación, construcción de presas hidroeléctricas, carreteras, desmonte, sobrepastoreo y cacería furtiva y deportiva, entre otras, que acrecentaron las extinciones de flora y fauna. Ante esta situación, en 1872, los Estados Unidos crea la primera área protegida del mundo, con el denominativo de Parque Nacional, como un sitio público para el beneficio y disfrute de la gente. Así se inició un movimiento mundial destinado a mantener el estado natural de determinados territorios, que en última instancia brindaran beneficios a la humanidad.

Esta importante herramienta de conservación denominada área protegida (AP) se fundamenta en tres principios:

1. Conservar especies, ecosistemas o paisajes, contraponiéndose a la explotación humana
2. Que la conservación permita a los visitantes de las áreas protegidas obtener beneficios recreativos, educativos y culturales
3. Que la conservación permita estudios científicos

El Convenio de Diversidad Biológica de 1992, firmado y ratificado por Bolivia, define AP como un espacio designado, regulado y administrado para alcanzar objetivos específicos de conservación. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), un área protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado a través de medios legales u otros que sean eficaces para conseguir la conservación, a largo plazo, de la naturaleza, de sus servicios ecosistémicos, y sus valores culturales.

3. Las áreas protegidas de Bolivia

En nuestro país la Ley de Medio Ambiente Nro. 1333 de 1992, define a las APs como áreas naturales bajo protección del Estado, para proteger y conservar la flora y fauna silvestre, recursos genéticos, ecosistemas, cuencas hidrográficas, valores de interés científico, estético, histórico, económico y social, para conservar y preservar el patrimonio natural y cultural del país (2).

La Nueva Constitución Política del Estado, incluye un concepto de área protegida integral definiéndolas como un bien común y parte del patrimonio natural y cultural del país. Reconoce que cumplen funciones ambientales, culturales, sociales y económicas para el desarrollo sustentable (3).

En Bolivia hay 78 áreas protegidas, entre nacionales, departamentales y municipales. El Municipio de La Paz es el primero en el país en establecer un Sistema Municipal de Áreas Protegidas (SMAP), lo que es sobresaliente considerando que es un municipio que prioriza el área urbana (3).

4. Las áreas protegidas del valle de La Paz

El valle de La Paz tiene una importante riqueza de especies de flora y fauna debido a la presencia de diferentes pisos altitudinales (4). Muchos de estos sitios naturales han sido perturbados por el crecimiento acelerado y poco planificado de la mancha urbana. El suelo es alterado para edificaciones, afectando paisajes y ecosistemas. Sin embargo, aún existen sitios que deben ser conservados.

Ante esta situación, las áreas protegidas municipales (APMs) tienen el potencial de convertirse en una herramienta estratégica para proteger las áreas silvestres que aún quedan en la ciudad de La Paz. Las APMs son reconocidas como bienes públicos por sus funciones ambientales, sociales, económicas y culturales.

El 2000 se declararon 27 áreas protegidas municipales bajo las categorías de Áreas, Sitios y Monumentos Naturales, a través de la Ordenanza Municipal OM147/2000 (5).

Las características de cada categoría de las APMs de La Paz son las siguientes:

1. **Área:** zonas con formaciones geológicas de interés para su conservación donde se encuentran recursos naturales, cuencas hidrográficas y otros de gran valor.
2. **Sitio:** lugares naturales con un valor especial desde el punto de vista de la ciencia, historia, conservación, belleza natural o las obras conjuntas del hombre y de la naturaleza en los que se ha desarrollado un hecho significativo de carácter histórico, científico, etc.
3. **Monumento:** sitios que son sólo el producto de creación de la naturaleza, están constituidos por formaciones físicas, biológicas o por grupos de estas formaciones excepcionales con carácter espectacular, estético, paisajístico, escénico y científico.

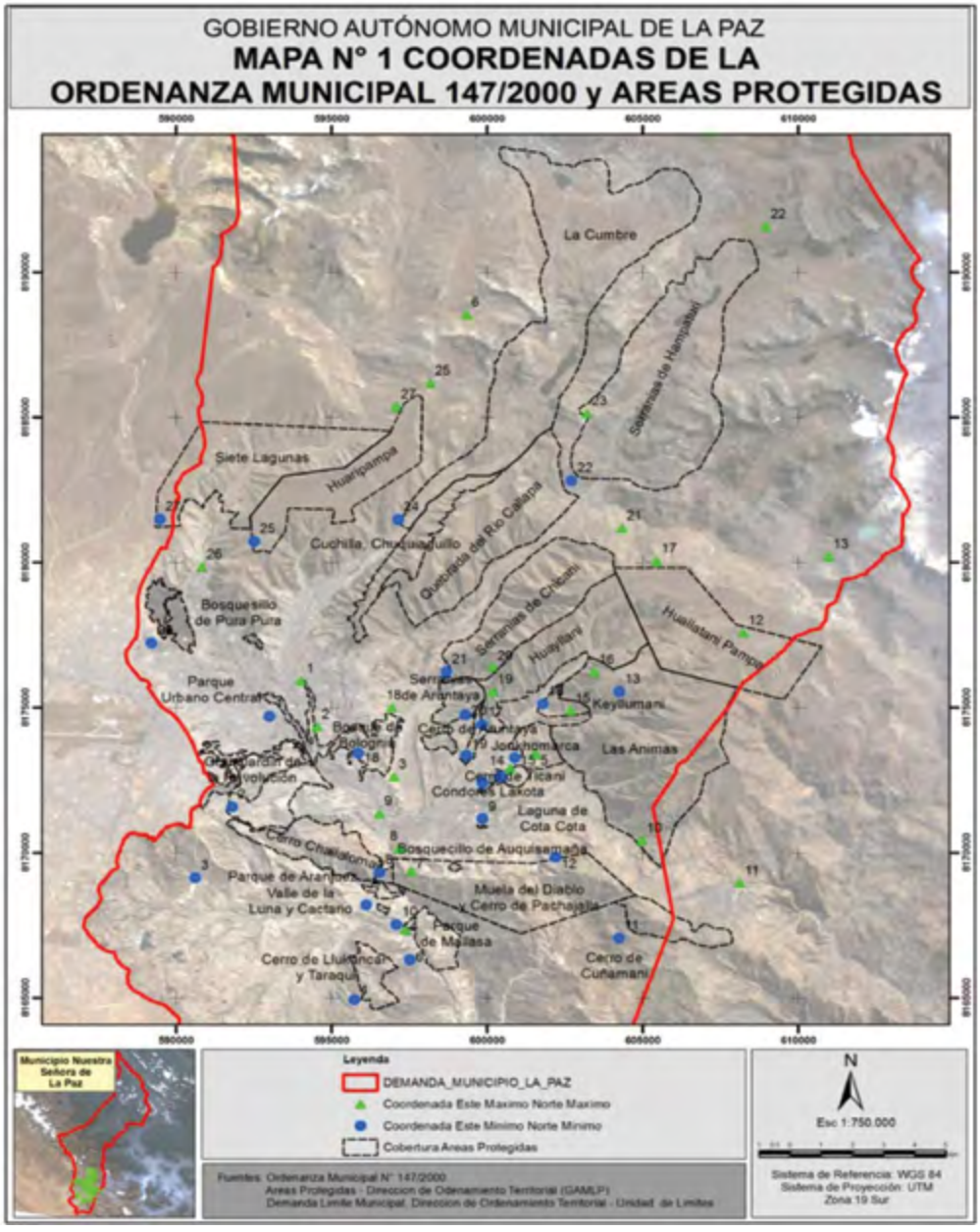


Figura 1. Áreas protegidas municipales del valle de La Paz (Fuente: Vega et al. 2012)

Tabla 1. Áreas Protegidas Municipales del valle de La Paz.

Área Protegida Municipal	Categoría	Área (ha)	Piso altitudinal
Parque Urbano Central	Área	112,6	Subandino
Gran Jardín de la Revolución	Sitio	310,2	Subandino y Andino (Puna)
Cerros de Challaloma	Área	938,9	Subandino y Andino (Puna)
Cerros de Lluncancari y Taraqui	Área	194,4	Subandino
Cerro Ticani	Sitio	49,2	Subandino
Parque de Mallasa	Área	216,8	Subandino y Montano (Valles secos)
Valle de La Luna y Cactario	Monumento	44,2	Subandino
Parque de Aranjuez	Sitio	30,6	Subandino
Laguna de Cota Cota	Sitio	2,1	Subandino
Auquisamaña	Sin definir	110	Subandino Valle seco
Muela del Diablo y Cerro Pachajalla	Sitio / Monumento	1299,4	Andino (Puna) y Subandino
Cerros de Cuñamani	Sitio / Monumento	249,2	Altoandino y andino (Puna)
Las Ánimas	Sitio / Monumento	2538,6	Altoandino y andino (Puna)
Huallatani Pampa	Área	1493,6	Subnival y altoandino.
Cóndores Lakota	Sitio	10,9	Subandino
Jonkhomarca	Sitio	185,8	Andino (Puna) y Subandino
Keyllumani	Área	92,3	Andino (Puna)
Huayllani	Sitio	1035,7	Altoandino, Andino (Puna) y Subandino
Bosque de Bolognia	Área	237,1	Subandino
Cerro de Aruntaya	Sitio	57,1	Subandino
Serranía de Aruntaya	Área	220,6	Andino (Puna) y Subandino
Serranías de Chicani	Área	1150,7	Altoandino, Andino (Puna) y Subandino
Serranías de Hampaturi	Área	132,1	Subnival, Altoandino y Andino (Puna)
Cuchilla, Chuquiaguillo y Quebradas del Río Callapa	Área	1962,1	Altoandino y Andino (Puna)
La Cumbre	Sitio	3497,4	Subnival, Altoandino y Andino (Puna)
Huaripampa	Área	938,5	Subnival y Altoandino
Bosquecillo de Pura Pura	Área	113,9	Andino (Puna)
Siete Lagunas	Área	1328,9	Altoandino y Andino (Puna)
	TOTAL	**18553,1**	

De acuerdo a estas categorías y ubicación, las APMs de La Paz tienen particularidades importantes, por ejemplo, las Serranías de Hampaturi que se encuentran en la parte alta de las cuencas al norte de la ciudad de La Paz, están asociadas a recursos acuáticos que son fundamentales para el abastecimiento de agua potable para gran parte de la población paceña.



Figura 1. Área Serranías de Hampaturi, lo más próximo un bofedal, al fondo la presa para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de La Paz (Foto: Osorio)



Figura 2. Área Serranías de Hampaturi, la protección de fauna nativa es otra estrategia de esta Área Protegida Municipal, las lagartijas (Liolaemus sp) son frecuentes en esta área. (Foto: Osorio)



Figura 3. Área Serranías de Hampaturi, la población local depende de la producción, actividad que esparte importante del área. (Foto: Osorio)



Figura 4. Área Serranías de Hampaturi, son importantes las alternativas que tienen las Áreas Protegidas Municipales, como es el caso del turismo ecológico o ecoturismo. (Foto: Osorio)





Figura 5. Paisajes del área protegida municipal “Las Ánimas” (Fotos: Mariana Da Silva).



Figura 6. Paisajes y biodiversidad del área protegida municipal "Muela del Diablo y Cerro Pachajalla" (Fotos: Mariana Da Silva).



Figura 7. Paisaje del área protegida municipal Bosque de Bolognia (Foto: Mariana Da Silva).



Figura 8. Área protegida municipal Cerro de Ticani. Se observa la creciente urbanización y loteamientos siendo una de las principales amenazas para el área (Foto: Mariana Da Silva).



Figura 9. Paisajes del área protegida municipal Cerros de Challaloma (Foto: Mariana Da Silva).

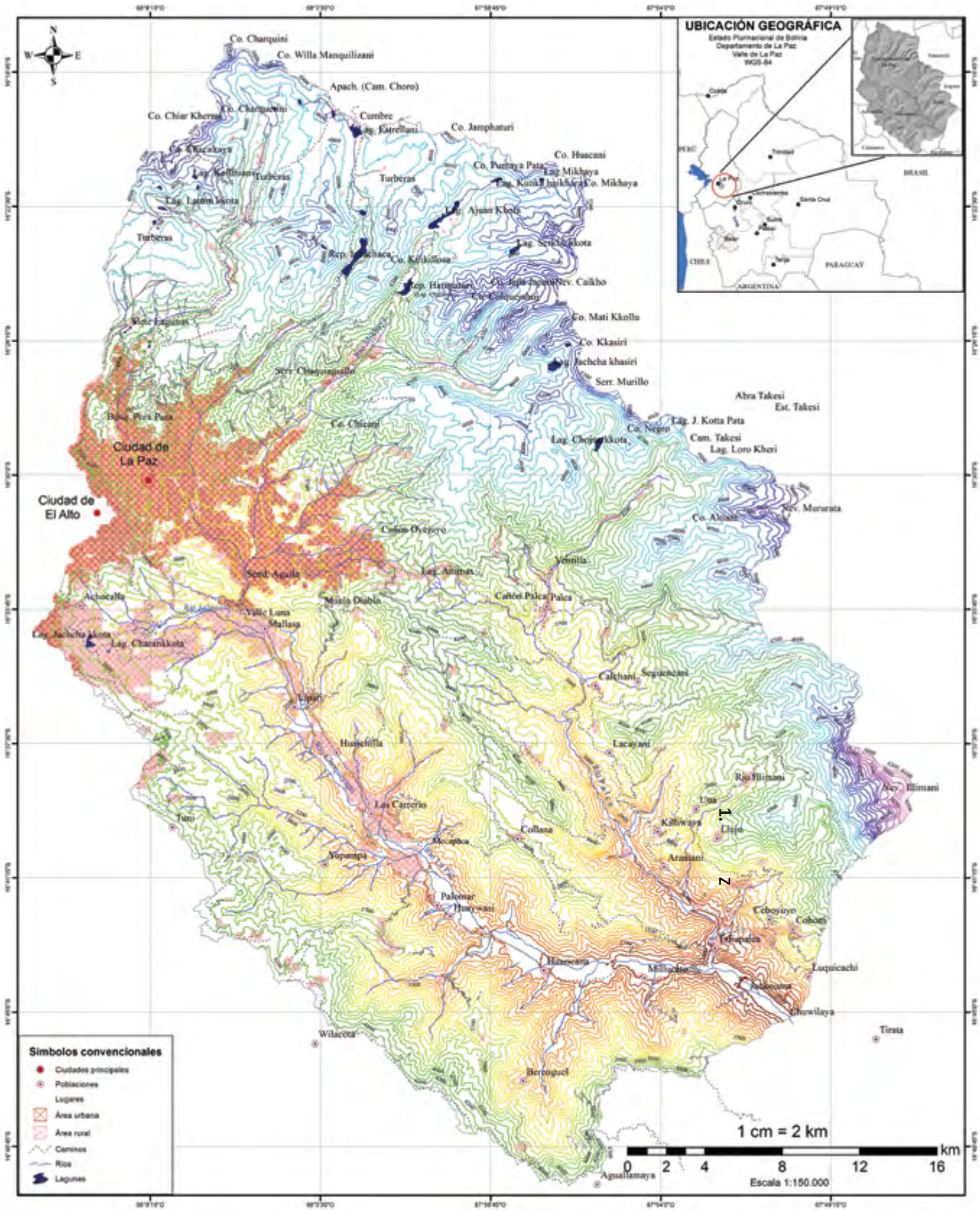
El Gobierno Municipal considera a las APMs urbanas como los cinturones verdes de la ciudad y a las APMs rurales como áreas fundamentales para la provisión de agua para el municipio, sin embargo todas en conjunto, albergan especies importantes de flora y fauna (2).

Aunque la creación de las 27 APMs refleja el interés en la conservación del municipio, el gobierno municipal ha realizado pocas actividades concretas para su gestión. En el 2012 se inició la reclasificación y formulación de gestión, valorando sus características biofísicas y funciones ambientales de cada una.

Se formuló la Estrategia del Sistema Municipal de Áreas Protegidas (SMAP) que establece los parámetros para implementar políticas, programas, proyectos y estrategias de gestión integral de los recursos naturales, con el objetivo de conservar la biodiversidad del Municipio (2). Es importante que el SMAP establezca lazos con la universidad y organizaciones de investigación y conservación para implementar estrategias de gestión de recursos hídricos y de biodiversidad.

La ciudadanía debe tomar un rol activo en la conservación de las áreas protegidas municipales, el primer paso para lograr esto es que la ciudadanía se entere de su existencia. De 82 entrevistados, ninguno sabía de la existencia de las áreas protegidas municipales; de éstos, 64 estaban de acuerdo en la protección de las áreas naturales, 12 en desacuerdo y el resto tenía una posición neutra al respecto. Resultado que demuestra la necesidad de iniciar la difusión y su apropiación de estas áreas en la ciudadanía.

MAPA ALTITUDINAL DEL VALLE DE LA PAZ



Referencias bibliograficas

Capítulo 1: Geología y geomorfología de un valle en los Andes

1. Argollo J., Iriondo M., 2008. El Cuaternario de Bolivia y Regiones Vecinas. Museo provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino. 378 p.
2. McBride S. L., (1977). A K-Ar Study of the Cordillera Real, Bolivia and its Regional Setting. Thesis for degree of Doctor of Philosophy. Queen's University. Kingston, Ontario, Canada. 230 p.
3. Mc Bride S. L., Robertson RCR, Clark AH., Farrar E., 1983. Magmatic and metallogenetic episodes in the northern tin belt, Cordillera Real of Bolivia. Geol Rundsch 72: 685-713
4. Choque N., Ramírez V., 1995. Mapa geológico de Sapahaqui, Esc.: 1:100.000. Serie I-CGB-36. Geobol Bolivia.
5. Matos R., Andrade R., Chavez M.A., Bonifacio D., Del Castillo J., Fernandez S., Galarza I., Lizondo M., Macias J., Quisbert A., Ramos A., Resnikowski H., Soliz I., Valencia J., Vargas G., Zapana P., 2000. Geología de la Muela del Diablo y Alrededores, departamento La Paz, Cordillera Oriental de Bolivia. Memorias del XIV Congreso Geológico Boliviano: 40-45.
6. Lavenu A., Bonhomme M.G., Vatin - Perigon N., Depachtere P., 1989. Neogene magmatism in the Bolivian Andes between 16°S and 18°S: Stratigraphy and K/Ar geochronology. Journal of South American Earth Sciences. 2 (1): 35-47
7. Perez H., Ekström T., 1995. Mapa Geológico de La Paz Esc: 1:100.000. Geobol. Hoja No. 5944.
8. Marshall L.G, Swisher C., Lavenu, A., Hoffstetter, R. & Curtis, G. H., 1992. Geochronology of the mammal-bearing late Cenozoic on the northern Altiplano, Bolivia. Journal of South American Earth Sciences, 5: 1-19.
9. Lavenu A., Bonhomme M.G., Vatin-Perignon N., & De Pachtere Ph. (1985). Neogene magmatism in the bolivian Andes (between 16° and 18°S). Part I: Numerical stratigraphy (K/Ar) and tectonics. Int. Symp. on Magmatic Evolution of the Andes, I.G.C.P., Santiago, Chili.
10. Dobrovolny E., 1962. Geología del valle de La Paz. Pub. Min. Minas y Petróleo. Bol. 3 (especial). 153 p.
11. Servant M., 1977. Cuadro Estratigráfico del Pliocuaternario del Altiplano de Los Andes Tropicales de Bolivia. Revista de Geociencias. UMSA., Vol. 1, No. 1, p 23-29
12. Troll C., Finterwalter R., 1935. Die karten der Cordillera Real un des Talkessels von La Paz (Bolivien) un die diluvila geschichte der zentralen Andes. Petermanns Mitteilungen. V. 81: p. 393 -399.
13. Fontes J. C. & Servant M, 1976. Dataciones radiométricas sobre el Cuaternario reciente de Bolivia. 1er Cong. Nac. Geol. Bol.
14. Servant M., Fontes J Ch., 1978. Les Lacs Quaternaires des Hauts Plateaux des Andes Boliviennes- Premières Interprétations palaeoclimatiques. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Geol., vol X, No 1, p 9-23.
15. Lavenu A., Fornari M., Sebrier M., 1984. Existence de Deux Nouveaux Episodes Lacustres Quaternaries Dans L'Altiplano Peruvo-Bolivien. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Geol, Vol XIV, No 1.: 103 – 114.
16. Argollo J., 2000 El Holoceno en los Andes de Bolivia. Memorias del XIV Congreso Geológico Boliviano: 8 - 10.
17. Ballivian O., Bles J., Servant M., 1978. El Plio-Cuaternario de la Región de La Paz (Andes Orientales, Bolivia). Cah., O.R.S.T.O.M., Serv. Geol., vol. X, no 1.: 101-113.
18. Bles J. L. & Ballivian O., 1977. Plan de desarrollo de la ciudad de La Paz. Informe Geológico No. 2 Cuadro geológico general. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. Consultoras BRGM-BCOM, Prudencio Claros y Asociados 18 p., 1 tabl. H. t. 4 anexos.
19. Drobovolny E., 1968. A postglacial mudflow of large volume in the La Paz Valley, Bolivia. Geological Survey Research. Denver Co., Geological Survey professional paper 600 -C. p: 130- 135.
20. Campbell K. E., Prothero D., Carrasco R., Perez H., 1993. The origin of the Achocalla Valley, Bolivia, an unexplained Catastrophic Geologic Event. Natural History Museum of Los Angeles, Servicio Geológico de Bolivia. 46 p.
21. Malatrait A., 1978. Características Geomorfologicas de la Cuenca de La Paz y Alrededores. Informe Geológico No 6., Honorable Alcaldía Municipal de La Paz-BRGM-BCEOM. 73 p.
22. Campbell K. E., 1989. Pleistocene glaciations on the Andean Altiplano of Bolivia. Memorias del VII Congreso Geologico de Bolivia. Bodas de Plata V. 1, p. 353-373.
23. Bolivia: D.S. 29117, 2007. Declara como reserva Fiscal al territorio nacional. Decreto supremo de fecha 01de mayo de 2007. Gaceta oficial de Bolivia.
24. Espinoza F., Jauregui L., Jurado E., Torrez A., 2006. Atlas de Pasivos Ambientales Mineros Fase 2 (La Paz-Cochabamba). Open File del Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas. 536 p

Capítulo 2: Caracterización del clima del valle de la ciudad de La Paz

1. Argollo, J & A. Veizaga. 2006. Evolución geomorfológico del los valles de la cuenca La Paz, Bolivia. VI Simposio Nacional de Geomorfología. Geomorfología Tropical y Subtropical. Goiania, Brasil.
2. Avendaño, M. P. 2006. Manchas en el sol: ¿lluvias en la tierra? . Departamento de Física - Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapaca, Chile. Revista Charlas de Física 17.
3. Bernard F. 2013. El rápido retroceso de los glaciares en los Andes tropicales: Un desafío para el estudio de la dinámica de los ecosistemas de alta montaña. Ecología en Bolivia v.48 n.2. La Paz, Bolivia.
4. Campos, V. 2006. Física: Principios con aplicaciones. Sexta edición. Pearson educación, México. 848 p.
5. Cabré, R. 1988. El clima de La Paz. Observatorio San Calixto. La Paz.80 p.
6. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE Ministério da Ciência e Tecnología – Brasil (fecha de consulta: varias fechas). (Disponible en: http://www.cptec.inpe.br/).
7. Dirección General de Aeronáutica Civil. Dirección meteorológica de Chile Brasil (fecha de consulta: varias fechas). (Disponible en: http://www.meteochile.gob.cl/

8. Fontal, B. 2005. El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. Laboratorio de Organometálicos, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela (Fecha de consulta: 8 abril 2014). (Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16746/1/espectro_electromagnetico.pdf).
9. Gil, A. & J. Olcina. 1997. Climatología general. Ariel Geografía, Barcelona, España. 578 p.
10. González M. 2010. Escala de las Radiaciones Electromagnéticas. La guía de física /fecha de consulta: 10 enero 2014). (Disponible en: http://fisica.laguia2000.com/energia/escala-de-las-radiaciones-electromagneticas).
11. Henderson-Sellers, A. & K. McGuffie. 1990. Introducción a los Modelos Climáticos. Omega, Barcelona, España. 231 p.
12. Lago, J. 2013. Referencia de Procli. (Fecha de consulta: 13 junio 2014). (Disponible en: http://www.uhu.es/03009/procli/ref_procli.pdf).
13. La Paz del Bicentenario. 2014. (Fecha de consulta: 08 septiembre 2014). (Disponible: http://lapazdelbicentenario.blogspot.com
14. López, A. J. López, F. Fernández & F. Arroyo. 1991. El clima urbano de Madrid: La Isla de calor. Centro de Investigaciones sobre Economía, la Sociedad y el Medio. Madrid, España. 166 p.
15. Lorini. J. 1991. Clima. P. 27-46. En: Forno E. & M. Baudoin (Eds). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-UMSA. La Paz, Bolivia.
16. Mendoza, G. 2006. Identificación de las Zonas de Riesgo a los Desastres del Departamento Paceño y Potencial de Recursos Minerales e Hidrocarburíferos. El 60% de los municipios paceños sufre por inundaciones y sequía. FM Bolivia, Radio On Line en Internet. (Fecha de consulta: 9 Septiembre 2010). (Disponible en: http://www.fmbolivia.com.bo/noticia35495-el-60-de-los-municipios-pacenos-sufre-por-inundaciones-y-sequia.html).
17. Miranda, G. 1998. La influencia del fenómeno El Niño y del índice de oscilación del sur en las precipitaciones de Cochabamba, Bolivia. Bulletin de l'Institut Francais d'Études Andines, vol. 27, núm. 3.
18. NASA. 2014. Surface meteorology and Solar Energy. (fecha de consulta: 18 febrero 2014). (disponible en: https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/).
19. Naturalmente, Ciencia. 2013. (fecha de consulta: 10 marzo 2014). (Disponible en: https://naturalmenteciencias.wordpress.com/tag/fotosintesis/).
20. Phillips T. 2010. Predicción Meteorológica Solar a Largo Plazo. NASA. (Fecha de consulta: 5 marzo 2014). (Disponible en: http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2006/10may_longrange/).
21. Rabatel, A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Cáceres, J.L. Ceballos, R. Basantes, M. Vuille, J.E. Sicart, C. Huggel, M. Scheel, Y. Lejeune, Y. Arnaud, M. Collet, T. Condom, G. Consoli, V. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisincho, J. Mendoza, M. Ménégoz, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suarez, M. Villacis & P. Wagnon. 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. The Cryosphere, 7, 81-102, doi:10.5194/tc-7-81-2013, 2013. (Fecha de consulta: 8 agosto 2014). (Disponible en: http://www.the-cryosphere.net/7/81/2013/tc-7-81-2013.html).
22. Ribeiro, R., E. Ramirez, J. Simoes & A. Machaca. 2013. 46 years of environmental records from the Nevado Illimani glacier group, Bolivia, using digital photogrammetry. Annals of Glaciology 54(63) 2013 doi:10.3189/2013 A o G63A494. 272-278. (fecha de consulta: 8 agosto 2014). (Disponible en: http://www.ufrgs.br/inctcriosfera/arquivos/Ribeiro%20et%20al.%202013.pdf)
23. Romero, H., M. Salgado & P. Smith. 2010. Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. Revista INVI, 25(70), 151-179. (Fecha de consulta: 12 noviembre 2014). (Disponible en http://www.scielo.cl/scielo).
24. Salvarredy-Aranguren M.M. , A. Probst & M. Roulet. 2009. Evidencias sedimentarias y geoquímicas de la pequeño edad de hielo en el lago Milluni grande del altiplano boliviano. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 2009, vol. 65, pp. 660-673.
25. Sand R. 2014. Actividad Solar 2014: ¿Viene el Sol Frío?. Fundación argentina de ecología. (Fecha de consulta: 28 julio 2014). (Disponible en: http://sandcarioca.wordpress.com/author/sandcarioca/).
26. Sánchez R. 2012. Actividad solar. (Fecha de consulta: 4 agosto 2014). (Disponible en: http://cambioclimaticoenergia.blogspot.com/2011/06/las-manchas-solares-del-ciclo-24.html).
27. Servicio Nacional Meteorología e Hidrología, Perú. 2014. Relevo sinóptico. (Fecha de consulta: 19 enero 2014). (Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02201SENA-17112014.pdf).
28. Servicio Nacional Meteorología e Hidrología, Bolivia. 2014 (Fecha de consulta: varias fechas). (Disponible en: http://www.senamhi.gob.bo/).
29. Smith T. & R.L. Smith. 2007. Ecología. 6ta. Edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, España. 574 p.
30. Stewart R. 2005. Department of Oceanography, Texas A & M University. (Fecha de consulta: 15 marzo 2014). (Disponible en: http://oceanworld.tamu.edu/resources/oceanography-book/oceansandclimate.htm).
31. Tutiempo Network, S.L. 2014. (Fecha de consulta: 15 mayo 2014). (disponible en: http://www.tutiempo.net/bolivia/la-paz.html?datos=calendario#Calendario).
32. University Corporation for Atmospheric Research-UCAR. 2014. Introducción a la meteorología tropical 2ª edición. (Fecha de consulta: 8 agosto 2014). (Disponible en: http://www.meted.ucar.edu).
33. Vargas, E. & M. Villena. 2005. Factores predominantes en la etiopatogenia de la enfermedad de Monge (EPA) en La Paz, Bolivia (3600 – 4.000 m). Ministerio de Salud y Deportes. Archivos bolivianos de historia de la Medicina. 265 – 282. (Fecha de consulta: 10 julio 2014). (Disponible en http://saludpublica.bvsp.org.bo/textocompleto/nal329.pdf).
34. Vuille, M., B. Francou, P. Wagnon, I. Juen, G. Kaser, B.G., Mark & R.S. Bradley. 2008. Climate change and tropical Andean gladers - Past, present, future. Earth Science Reviews 89: 79-96. (Fecha de consulta: 8 agosto 2014). (Disponible: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282013000200001&script=sci_arttext).
35. Voituriez B. & G. Jacques. 2000. El Niño realidad y ficción. Unesco, parís, Francia. 142 pp.
36. Zaballa, M. 1999. Contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz por deposición de polvo y metales pesados. Su distribución por el sistema de vientos. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 136 p.

Capítulo 3: Biogeografía del valle de La Paz

1. Lomolino, M.V., B.R. Riddle & J.H. Brown. 2006. Biogeography (3ª ed.). Sinauer, Sunderland (MA), EE.UU.
2. Cox, C.B. & P.D. Moore. 2000. Biogeography: an ecological and evolutionary approach. Blackwell, Oxford, Reino Unido.
3. Stanley, S.M. 1987. Extinction. New York: Scientific American Books, Inc.
4. Cox, C. Barry. 2001. The biogeographic regions reconsidered. Journal of Biogeography 28: 511-53.
5. Cabrera, A. L. & A. Willink, A. 1973. Biogeografía de América La-tina. Monografía Nº13, OEA. Washington. D.C. 120 pp.
6. Cabrera, A.L. 1968. Ecología vegetal de la Prepuna. Colloquium Geographicum 9: 91-116.
7. Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. pp. 1-85. En: Kugler, W. F. (ed.) Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2ª ed., Tomo 2, Fasc. 1, Ed. Acmé, S.A., Buenos Aires.
8. Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South america and their floristic connections. Journal of Biogeography 2: 233-251.
9. López, R.P. 1996. Patrones de diversidad vegetal en el valle de La Paz. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
10. Moraes, M. & S. Beck. 1992. Diversidad florística de Bolivia. En M. Marconi (ed.) Conservación de la Diversidad Biológica de Bolivia, p. 75-111. CDC/USAID.
11. Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación 2: 3-37.
12. Morrone, J.J. 2001. Biogeografía de America Latina y El Caribe. M&T Manuales & Tesis SEA, Vol. 3, Zaragoza.
13. Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Fundación Simón I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
14. Navarro, G. 2011. Clasificación de la vegetación de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia.
15. Ellenberg, H. 1981. Desarrollar sin destruir. Instituto de Ecología, La Paz.
16. Ribera, M. 1992. Regiones ecológicas. En M. Marconi (ed.) Conservación de la Diversidad Biológica de Bolivia, p. 9-71. CDC/USAID.
17. Beck, S.G. T. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. p. 6-24. En: Killeen, T. E. García & S. Beck (eds.) Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia – Missouri Botanical Garden. Editorial Quipus, La Paz.
18. Ribera, M.O., M. Libermann, S. Beck & M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia. En: K. Mihotek (ed.) Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. CIMAR-UAGRM, Santa Cruz, p. 169-222.
19. Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecorregiones y Ecosistemas. p. 47-88. En: Ibisch P. L. & G. Mérida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y conservación. FAN, Santa Cruz.
20. Navarro, G. & W. Ferreira. 2004. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación. Revista Boliviana de Ecología y Conservación 15: 1-40. p.

Capítulo 4: Ocupación prehispánica y manejo de recursos en el valle de La Paz

1. Aranda, K. y C. Lémuz. 2006. Construcción del Paisaje prehispánico en el Valle de La Paz: Estrategias y Recursos. XIX Reunión Anual de Etnología. Tomo I. MUSEF. 75-87. La Paz.
2. Aranda, K. 2008. Un asentamiento agrícola prehispánico en Achumani. Resultados de una evaluación artefactual. En: Arqueología de las tierras altas, valles interandinos y tierras bajas de Bolivia. Memorias del I Congreso de arqueología de Bolivia. Instituto de investigaciones antropológicas y arqueológicas. UMSA. p. 187-196. La Paz.
3. Chávez, S. 2010. 2010 Kalla kallan, un centro de interacción Yunga-Kallawaya-Tiwanaku en los valles de Charazani – Curva durante el Horizonte Medio (ca. 500-1150 d-C.). Tesis de licenciatura no publicada. Carrera de Arqueología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
4. Villanueva, J. 2008. Excavaciones arqueológicas en el sitio de Chullpa Loma, valle de Cohoni, La Paz. Una comunidad prehispánica entre Tiwanaku y el Incario. Tesis de Licenciatura inédita, carrera de Arqueología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
5. Pantoja, W. 1992. Konchamarka, Centro Ceremonial de Altura. En Nuevos Aportes, Revista de Antropología.
6. Villanueva, J. 2010. Ocupaciones prehispánicas en el sitio de Chullpa Loma, Valle de Cohoni, Evidencias e hipótesis para la arqueología paceña.
7. Fernández, M.S. 2004. La organización sociopolítica y económica de Kohoni, Bolivia durante los periodos Tiwanaku (800-1100 d.C.) e Inka (1470-1532).
8. Chávez, S. 2011. ¿Colonia o cliente? Procesos de interacción regional en un centro del Horizonte Medio en el territorio Kallawaya. En Textos Antropológicos Volumen 16, Número 1, 2011. UMSA.

9. Letchman, H. 1997. Arsenic Bronze and the Midle Horizon. En Arqueología, Antropología e Historia en los Andes: Homenaje a María Rostworowski, editada por R. Varon G. j J Flores, pp 153-186. Lima, Perú. Instituto de Estudios Peruanos.

10. Letchman, H. 2003. Tiwanaku Period (Middle Horizon) Bronze Metallurgy in the Lake Titicaca Basin. En Tiwanaku and Its Hinterland. Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization. Edited by Alan L. Kolata.

11. Browman, 1981.New Light on Andean Tiwanaku. American Scientist 69(4):408-4019.

12. Murra, J. 1982. "The Mit'a Obligations of ethnic Groups to the Inka State" In the Inca and the Aztec States: 1400-1800, ed Collier, R. Rosaldo, and J. Wirth, pp. 239-262. Academic Press, New York.

13. Albarracín, J. 2003. Ayllu and the Pacajes Chullpa. Ponencia presentada en la 58 th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, abril 14-18, St. Louis.

14. Sagárnaga, J. 1990. Diccionario de etnoarqueología boliviana. Producciones CIMA. La Paz. 201 p.

15. Stanish, Ch. 2001. Ancient Titicaca, The evolution of complex society in southern Perú and northern Bolivia. University California Press.

16. Julien, K. 1982. Hatunqolla. Una perspectiva sobre el imperio incaico desde la región del Lago Titicaca. Colegio de Historiadores de Bolivia. Producciones CIMA.

17. Ponce S. C. 1967. Importancia de la cuenca paceña en el período precolombino. En: Revista Municipal de Artes y Letras Khana. No. 39. Noviembre, Año XI. Vol. III. p. 207-
216. La Paz.

18. Saignes T. 1980. Las etnias en el valle de Chuquiago. La Paz. Siglo XVI. En: Boletín de Historia No. 14. 1980. p. 1-13. La Paz.

19. Estevez, J. 2007. Revista QhapaqÑan Bolivia. Resúmenes de investigación. Año 1. Publicación No. 1. Marzo, 2007. La Paz.

20. Cuadros, A. 2003. La Paz. Facultad de Arquitectura, urbanismo y artes. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. 266 p.

21. Portugal, O. M. 1972. Galerías mineras antiguas cerca del río Choqueyapu. En: Pumapunku. No. 6. Instituto de Cultura Aymara de la H. Municipalidad de La Paz. p. 54-58. La Paz.

22. Saignes, T. 1980. Las etnias en el valle de Chuquiago. La Paz. Siglo XVI. En: Boletín de Historia No. 14. 1980. p. 1-13. La Paz.

23. (23) Escobari, L. 2011. Mano de obra especializada en los mercados coloniales de Charcas. Bolivia, siglos XVI-XVII. En: Nuevo Mundo, Mundos Nuevos (En línea). Debates, Puesto en línea el 31 de enero de 2011. (Disponible en: http://nuevomundo.revues.org/60530).

24. Valdivia, R.; J. Reinoso y E. Mujica. 1999. Descripción y evaluación de un sistema de Qochas en la cuenca norte del Titicaca. En: Gaceta Arqueológica Andina. No 25, junio 1999, p.147-166. Lima.

25. Barragán, R. 1987. La ciudad moldea las parroquias. La ocupación urbana del espacio indígena: El caso de La Paz en el siglo XIX. En: Anales de la Reunión Anual de Etnografía. MUSEF. Tomo I. p. 495-520. La Paz.

26. Saignes, T. 1992. De los ayllus a las parroquias de índice: Chuquiago y La Paz. En: Ciudades de los Andes. Visión histórica y contemporánea. Eduardo Kingman (comp.).Instituto Francés de Estudios Andinos. Quito. p. 53-91.

27. Erickson, C. 1996. Investigación arqueológica del sistema agrícola de los camellones en la cuenca del lago Titicaca del Perú. Piwa. La Paz.

28. Avilés, S. 2010.Caminos antiguos del Nuevo Mundo. Bolivia Sudamérica. Siglos XIV-XVII. A través de fuentes arqueológicas y etnohistóricas. Tesis de doctorado. Universitá di Bologna. 321 p.

29. Lémuz, C y K. Aranda. 2008. Mapa de áreas arqueológicas potenciales del valle de La Paz. Oficialía Mayor de Culturas. GMLP. La Paz. 130 p.

30. Portugal, Z., M. 1956. Plano Arqueológico de la ciudad de La Paz, la antigua ChukiApuMarka. En Revista de Artes y Letras "Khana", Año 4, Vol II, N° 17-18: 87-117. La Paz.

31. Ponce, S. C. 1967. Importancia de la cuenca paceña en el período precolombino. En: Revista Municipal de Artes y Letras Khana. No. 39. Noviembre, Año XI. Vol. III. p. 207-216. La Paz.

32. Portugal, Z., M. 1957. Arqueología de La Paz. En Arqueología Boliviana. Primera Mesa Redonda, Biblioteca Paceña. Alcaldía Municipal pp. 343-401. La Paz – Bolivia.

33. Rendón, P. 2006. Arqueología de La Paz: El Sitio Tiwanaku del Monumento a Busch. Ponencia presentada en la XX Reunión Anual de Etnología. MUSEF, Agosto del 2006.

34. Lémuz, C. y C. Rivera, 2008. Miraflores. En Mapa de Áreas Arqueológicas del Valle de La Paz. Lémuz y Aranda. Gobierno Municipal de La Paz.

35. Lémuz, C. 2004. Proyecto de Rescate arqueológico de Pampajasi y Kellumani. Documento interno no publicado entregado a la Municipalidad de La Paz.

36. Lémuz, C., K. Aranda y C. Estellano. 2006. Prospección Arqueológica de la Cuenca del Río Achumani. Ponencia presentada en la Primera Reunión de la Sociedad de Arqueología de La Paz. Octubre del 2006.

37. Aranda, K. y S. Álvarez, 2008. Proyecto de rescate arqueológico en el sitio de Chijipata-Kellumani (Achumani). Dirección de Patrimonio. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Documentos internos. 2008.

38. Lémuz, C. 2008. Chullpani. En Mara de Áreas Arqueológicas Potenciales del Valle de La Paz. Gobierno Municipal de La Paz.

39. Angelo, D. 2002. La Cultura Chicha. Aproximación al Pasado Prehispánico de los Valles Sur Andinos.

40. Lémuz, C.; J. L. Paz y K. Aranda. 2001. Proyecto de rescate arqueológico en la zona Ciudadela Stronguista, Alto Achumani. La Paz. Primer informe de avance. Manuscrito. La Paz.

41. Huidobro, J. 1981. Excavaciones arqueológicas en Pampajasi. En "El Diario". 11-10, P 4. La Paz.

42. Huidobro, J. 1984. Excavaciones en la Ciudad de La Paz: Evidencias Arqueológicas en Pampajasi. En Illapa, Año 2, N°2, Centro de Investigaciones Etnoarqueológicas. La Paz. pag.10-15.

43. Aranda, K. y P. Lima. 1996. Informe Proyecto Pampajasi. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Documentos internos DINAAR. La Paz, Bolivia.

44. Reguerín, A. 2001. Arqueología de rescate en la zona de Pampahasi. Informe de labores no publicado. Unidad Nacional de Arqueología-Viceministerio de Cultura. La Paz. Bolivia.

45. Aranda, K. y J. Méncias. 2008. Informe de prospección y reconocimiento arqueológico en Pampahasi y Hampaturi. Dirección de Patrimonio. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Documentos internos. La Paz. Bolivia.

46. Berazain, J.C., E. Pareja, J. Capriles, M. Fernandez, M. Perez, A. Perez y J. Amaru. 1999. Informe inédito de prospección arqueológica del noreste de la ciudad de La Paz. Chicani y el río Callapa. Carrera de Arqueología. UMSA. La Paz. Manuscrito no publicado.

47. Lémuz, C y K. Aranda. 2007. Diagnóstico de aspectos sociales, arqueológicos, históricos y culturales del Sistema de Áreas Protegidas del Municipio de La Paz. Manuscrito. La Paz.

48. Golstein, P. 2000. Exotic Goods and Everyday Chiefs: Long-Distance Exchange and Indigenous Sociopolitical Development in the South Central Andes. In Latin American Antiquity. Vol 11, Nº 4. Pp. 335-361.

49. Villanueva, J. 2011. Ocupaciones prehispánicas en el sitio de Chullpa Loma, Valle de Cohoni Evidencias e hipótesis para la arqueología paceña. En Textos Antropológicos Nº

50. Strecker, M. 1986. Petroglifos del Valle de Achocalla, Dpto. de La Paz, Bolivia, Manuscrito. La Paz. Bolivia.

51. Michel, M., Irahola, M, Gutiérrez D. 1999. Informe Preliminar de Prospección Arqueológica. "Parque Arqueológico de Achocalla" Primera Fase.

52. Michel, M. 2000. Prospección Arqueológica del Valle de Achocalla. SIARB. Ponencia presentada a la XIV Reunión Anual de Etnología. Musef La Paz.

53. Paz, J.L., R. García, O. Quispe, N. Jiménez, J. Vargas, O. Cáceres, R. Fontenla, V. Ticona, D. Ulloa, V. Villegas, C. Sejas 2003. La presencia Tiwanaku en el sitio ACH-10 (valle de Achocalla, Bolivia). Informe de excavaciones. Carrera de Arqueología. UMSA. La Paz.

54. Lémuz C. y C. Rivera. 2006. Evaluación Arqueológica de la Arquitectura Funeraria Prehispánica en el Municipio de Achocalla: Evidencia y Contexto. UMSA – IIAA – GMA – EMCOM SRL.

55. Barragán R. 1990. Espacio Urbano y Dinámica Étnica. La Paz en el Siglo XIX. HISBOL. La Paz - Bolivia. 307 p.

56. Cieza de León, P. 1533 (2000). La crónica del Perú. Cofás. España.

57. Siles, J. 1975. Guía de La Paz. Don Bosco. La Paz-Bolivia.

58. Saignes, T. 1992. De los ayllus a las parroquias de índice: Chuquiago y La Paz. En: Ciudades de los Andes. Visión histórica y contemporánea. Eduardo Kingman (comp.). Instituto Francés de Estudios Andinos. Quito. p. 53-91.

59. Bennett, 1936. Excavations in Bolivia. The American Museum of Natural History. New York, City.

60.. Portugal Z., M. 1981. Fueron exhumados en Pampajasi restos de ocupación Tiwanakense. En: *Suplemento Cultural de Presencia*, 27 de septiembre de 1981. La Paz.

Capítulo 5: Ecosistemas acuáticos del valle de La Paz

1. Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona España. 1010 pp.

2. Franken, M. & Marín, R. 1992. Influencia de una fábrica de estuco sobre un ecosistema acuático en la ciudad del La Paz. Ecología en Bolivia. 19:73-96.

3. Molina, C.I. 2004. Estudio de los rasgos biológicos y ecológicos en poblaciones de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Clase Insecta), en un río al pie del glaciar Mururata. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia.

4. Malavoi, J.R. 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. Bull. Fr. Pêche Piscic., 315, 189-210.

5. Jacobsen, D. 2008. Tropical High-Altitude Streams. In: Tropical Streams Ecology. Dudgeon, D. (ed). Academic Press. 219-253 p.

6. Molina-Rodriguez, J. 2013. Diversidad de grupos funcionales tróficos de macroinvertebrados, en los ríos de la Cordillera Real y

las Serranías Altiplánicas de la Hidroecoregión Altoandina. Tesis de licenciatura. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 76 pp.

7. Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Colciencias. Antioquia-Colombia.

8. Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. & Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Wat. Res. 17: 333-347

11. Rivera, M. 2007. Calidad biológica de dos ríos altoandinos: perturbado y no perturbado, La paz-Bolivia. Tesis de licenciatura. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 129pp.

12. Alba-Tercedor, J., & Sanches-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). Limnetica. 4: 51-56

13. Franken, M. 1991. Vegetación acuática. En: Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. 503-512. Forno, E. & Baudoin, M. (eds). Instituto de Ecología-UMSA. La Paz-Bolivia.

14. Pinto, J. 1991. Invertebrados acuáticos. En: Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. 513-536. Forno, E. & Baudoin, M. (eds). Instituto de Ecología-UMSA. La Paz-Bolivia

15. Pinto, J., Meneses, R., Loza, S., Rivera, S., Flores, A.J., Quispe, E. & J. Molina-Rodriguez. 2015. Calidad ecológica de los bofedales altoandinos de Hampaturi con un enfoque socio-ambiental. Informe Técnico. ASDI-DIPGIS

16. Maldonado, C.____. Guía ilustrada de las principales macrófitas del Tuni Condoriri. Unidad de Limnología y Herbario Nacional de Bolivia.

17. Proyecto BIOTHAW. www.biothaw.ird.fr

18. Loza, S. 2012. Diversidad, composición y abundancia de macrófitas y macroalgas filamentosas en los bofedales de Tuni-Condoriri y su relación con las variables ambientales en las épocas seca, de transición y húmeda. Tesis de licenciatura. Carrera de Biología de la Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia.

19. Flores, A.J. 2013. Acumulación de compuestos fotoprotectores en Boeckella occidentalis (Crustacea-Copepoda) en bofedales glaciares de la cuenca Tuni Condoriri en tres épocas del año. Tesis de licenciatura. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 101pp.

20. MMAyA. 2014. Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados

bentónicos. La Paz, 80 p.

Capítulo 6: **Paisajes, eco-regiones y vegetación**

1. Cieza de León, P. 1550. Crónicas del Perú. El Señorío de los Incas. En: Pease, F. 2005. Colección Clásica Nº 226. Fundación Biblioteca Ayacucho. Caracas, Venezuela. 497 p.
2. D'Orbigny, A. 1826 – 1833. Viaje a la América Meridional. Tomo III. pp. 825 - 1232 Publicado en 1945, Editorial Futuro, Buenos Aires, Argentina.
3. Garcilazo Inca de la Vega. 1609. Comentarios Reales de los Incas. Lisboa.
4. Fernández, M.S. 2005. La ocupación inca en el Valle de Cohoni, La Paz. Nuevos Aportes, 3: 14-45. (Fecha de consulta: 9 marzo 2015) (Disponible en: www.arqueobolivia.com/revistas.php).
5. Murra, John V. 1972. El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. pp. 429-476. En: Visia de la Provincia de León de Huánuco (1562) Iñigo Ortiz de Zúñiga, visitador, Tomo II - Huánuco, Perú.
6. Brush, S. 1974. El lugar del hombre en el eco-sistema andino. En: Revista del museo nacional, XL: 279-299. Reimpreso en: El Eco-Sistema Andino. Breve biblioteca de bolsillo. 1. Hisbol. La Paz, Bolivia.
7. Troll, C. 1980. Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. En: Allpanchis 15 (1980):3-55. Reimpreso en: El Eco-Sistema Andino. Breve biblioteca de bolsillo. 1. Hisbol. La Paz, Bolivia.
8. Beck, S.G. & H. Ellenberg. 1977. Posibilidades de desarrollo en la zona andina desde el punto de vista ecológico. Estudio por encargo del Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ). Lehrstuhl für Geobotanik, Univ. Göttingen, Alemania. 100 p. + mapa 1: 2.000.000 de los ecoregiones de la zona andina entre Cerro de Pasco y La Paz preparado por H. Ellenberg con la colaboración de B. Ruthsatz y otros.
9. Díaz Romero, B. 1920. Florula Pacensis. Boletín de la Dirección Nacional de Estadística y Estudios Geográficos. Segunda Época, Año 3 (25-27): 40-76.
10. Medinacelli, X. 2000. ¿La Paz, ciudad de cerros o de ríos? Revista Ciencia y Cultura, 7: 43-53, Universidad Católica Boliviana.
11. Troll, C. 1968. The Cordilleras of the Tropical Americas. Aspects of Climatic, Phytogeographical and Agrarian Ecology. pp. 15-56. En: Troll, C. (ed.) Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. Colloquium Geographicum, Band 9.
12. Torrez, R., F. Ghezzi, E. Palenque. 2006. Las características del viento en el valle del río La Paz en el periodo 2003-2004: Parte I, Descripción. Revista Boliviana de Física, 12: 38-42.
13. García, E. 1991. Flora de la ciudad de La Paz. pp. 151-168. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los

Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.

14. Garitano-Zavala, A. & P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). Ecología en Bolivia, 38(1): 65-78.
15. Ibisch, P., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. pp. 47-88. En: P. Ibisch & G. Mérida (eds.). Biodiversidad: La riqueza de Bolivia, Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Edit. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
16. García, E. y S. Beck. 2006. Punas. pp. 51-76. En: Moraes R., M., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz.
17. Cabrera, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 14(1-2): 1- 50.
18. Beck, S.G. 1988. Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. Pp. 233-271. En: Morales, C.B. Manual de Ecología. Instituto de Ecología – UMSA, La Paz, Bolivia.
19. Körner, C. 2003. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. Springer, Berlin. 344 p.
20. Tapia, M. & A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE, Lima. 209 p.
21. Hardy, D., M. Williams & C. Escobar. 2001. Near-surface faceted crystals, avalanches and climate in high-elevation, tropical mountains of Bolivia. Cold Regions Science and Technology, 33: 291-302.
22. CAN, PNUMA, AECI. 2007. ¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina. Perú. 103 p.
23. Francou, B., B. Cáceres, E. Cadier, A. Cochachin, V. Favier, R. Gallaire, J. Gomez, L. Maisincho, J. Mendoza, B. Pouyaud, A. Rabatel, E. Ramirez, J. Sicart, A. Soruco, T. Berger, M. Villacis, P. Wagnon & M. Zapata. 2007. El retroceso glaciar en un contexto de cambio climático regional. pp. 43-55. En: CAN, PNUMA, AECI. ¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina. Perú.
24. Torres-Heuchel, T. 2014. Glaciares Bolivia: 12 Testigos del cambio climático. Instituto Boliviano de la Montaña (BMI), La Paz, Bolivia. 58 p.
25. Gonzáles-Toril, E., R. Amils, R.J. Delmas, J-R. Petit, J. Komárek & J. Elster. 2009. Bacterial diversity of autotrophic enriched cultures from remote, glacial Antarctic, Alpine and Andean aerosol, snow and soil samples. Biogeosciences, 6: 33-44.
26. Beck, S.G. & E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes Pisos Altitudinales. pp. 65-108. En: En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
27. Larrea-Alcázar, D. 2008. Caracterización florístico-estructural de los Pisos de Vegetación de la Cuenca de Choquecota, Valle de Palca, La Paz. Informe DL-AT/AS-02. Consorcio Glaciares Andinos, Ayni Tambo y Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 24 p.
28. López, R. 2010. Los pisos de Vegetación y Flora. Valle de La Paz y Hampaturi. pp. 21-35. En: Ergueta, P. & K. Aranda. Transitando la Biodiversidad: Paisajes Naturales y Culturales del Municipio de La Paz. TROPICO, Municipio de La Paz, FUNDESNAP.
29. Navarro, G. & W. Ferreira. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250000. Rumbol, Cochabamba S.R.L. 65 p.
30. Müller, J. 2006. Systematics of Baccharis (Compositae-Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. Systematic Botany Monographs, 76: 1-341.
31. García, E. 1987. Flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés.
32. García, E. 1997. Composición florística y ecología de las comunidades ruderales de las calles de la ciudad de La Paz. Ecología en Bolivia, 29: 1-18.
33. Beck, S.G., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. pp. 6-24. En: Killeen, T. J., E. García & S.G. Beck (Eds.). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden. Editorial Quipus, La Paz, Bolivia.
34. Killeen, T.J., M. Douglas, T. Consiglio, P. M. Jørgensen & J. Mejia. 2007. Dry spots and wet spots in the Andean hotspot. Journal of Biogeography, 34: 1357–1373.
35. Lorini, J. 1991. Clima. pp. 27-46. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
36. López, R. 2003. Diversidad florística y endemismo de los valles secos bolivianos. Ecología en Bolivia, 38(1): 27-60.
37. Urcullo, S. 1997. Ecofisiología de plantas en un Valle Seco de los alrededores de La Paz - Bolivia: Relaciones hídricas de tres especies leñosas. Tesis de licenciatura. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 152 p.
38. López, R. 2000. La prepuna boliviana. Ecología en Bolivia, 34: 45-65.
39. Ramírez, E., J. Mendoza, E. Salas, P. Ribstein. 1995. Régimen espacial y temporal de las precipitaciones en la cuenca de La Paz. Bull. Inst. fr. études andines, 24 (3): 391-401.
40. Wood, J.R.I. (Ed.). 2005. La Guía “Darwin” de las Flores de los Valles Bolivianos. Darwin Initiative, University of Oxford, Reino Unido. 200 p.
41. Terán, A. & A. Loayza. 2008. Variación espacio-temporal en la depredación de semillas de dos cactáceas en un área semidesértica de los Andes tropicales. Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas, 5(1): 3-4.

Capítulo 7: Formas de crecimiento y adaptaciones de grupos especiales de plantas

1. Rauh, W. 1966. Über polsterförmigen Wuchs. *Nov. Acta Leopold* 2(7): 266 – 508.

2. Solbrig, O. T. 1961. Leaf and nodal anatomy of some Andean Compositae-Astereae. *Journal Arnold Arb.* 42(3):276 - 294.

3. Stocker , O. 1968. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiencies. *Arid Zone Research* 15: 63 – 104.

4. Ancibor, E. 1971. Estudio anatómico y morfológico de una crucífera andina en cojín: *Lithodraba mendocinensis. Darwiniana* 16 (3-4): 519-561.

5. Ponce, M. M. 1986. Morfología ecológica de plantas saxícolas del Cerro de la Ventana, Provincia de Bs. Aires, Argentina. *Darwiniana* 27 (1-4): 237-271.

6. Körner, Ch. 2003. Alpine Plant Life: functional ecology of high mountain ecosystems. 2nd. Edition. Spinger. Berlin.

7. Halloy, S. 1990. A morphological classification of plants with special application to the New Zealand alpine flora. *Journal of Vegetation Science* 1:291 – 304.

8. Ancibor, E. 1980. Estudio anatómico de la vegetación de la puna de Jujuy, II. Anatomía de las plantas en cojín. *Bol. Soc. Arq, Bot. 19* (1-2): 157-202.

9. Ancibor, E. 1981. Estudio anatómico de la vegetación de la puna de Jujuy, III. Anatomía de las plantas en roseta. *Lilloa* 35 (3): 125-136.

10. Ruthsatz, B. y Movía, 1975. Relevamiento de las estepas andinas del noreste de la provincia de Jujuy, Rep. Argentina, Expl. A, Consejo Nal, de Inv. Cient. y Tecn. de la República Argentina.

11. Ruthsatz, B. 1978. Las plantas en cojín de los semi-desiertos andinos del noroeste argentino. *Darwiniana* 21 (24): 491-539.

12. Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Estudio fitogeográfico. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

13. Armesto, J. J. *et al.* 1980. Altítudinal distribution, cover and size structure of umbelliferous cushion plants in the high Andes of central Chile. Acta Oecológica/Oecol. Gener. 1 (4): 327-332.

14. Ostria, C. 1987. Phytoécologie et Paléoécologie de la Vallée Alto-Andine de Hichu Kkota (Cordillére Orientale, Bolivie*)*. These de doctorat de l'Université París 6.

15. Ellenberg, H. 1974. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas, *Scripta Geobotanica 9* (Góttingen): 1-97.

16. Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. UK.

17. Benzing, D. H. 1986. The vegetative basis of vascular epiphytism. *Selbyana* 9:23-43.

18. Larcher, W. 2000. Ecofisiología Vegetal. RiMa Artes e Textos. Sao Carlos. Brazil.

19. Liesner, R. y S. Hirth. 2014. Verbenaceae. Pp. 1243 - 1253. En: P.M. Jorgensen, M.H. Nee y S.G. Beck (eds.) Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. 127, vol 2.

20. Boira, S. M. 1984. Las especies del género Verbena L. sección *Junellia* (Moldcnke) Tronc. del noroeste argentino. *Darwiniana* 25 (3-4): 331-353.

21. Font Quer P, 1987. *Diccionario de Botánica*. Labor S.A., Barcelona, España.

22. Azcón Bieto, J. y M. Talón. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid.

23. Beth-Kinsey, T. 2011. *Arceuthobium vaginatum*-Pineland dwarf Mistletoe. En: *Southeastern Arizona Wildflowers and the plants of the Sonoran desert.*

24. Strasburger, E., F. Noll, H. Schenck & A.F.W. Schimper (eds.). 2004. Tratado de Botánica. 35ª edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona. España.

25. Las plantas parásitas de cultivo. https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/427/52040/1/Documento12.pdf

26. Macía, M. J., E. García y P. J. Vidaurre. 2005. An ethnobotanical survey of medicinal plants commercialized in the markets of La Paz and El Alto, Bolivia. Journal of Ethnopharmacology 97: 337 – 350.

27 García, E. 1991. Adaptaciones morfológicas de las plantas. Pp. 169 – 180. En: E. Forno y M. Baudoin (eds.), Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-U.M.S.A. Servicio Gráfico Quipus. La Paz, Bolivia.

Capítulo 8: Ecosistemas altoandinos del valle de La Paz

1. Rundel, P.W., A.P. Smith & F.C. Meinzer. 1994. Tropical alpine environments: plant form and function. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain. 365 p.

2. Squeo, F.A., F. Rada, C. García, M. Ponce, A. Rojas & A. Azocar. 1996. Cold resistance mechanisms in high desert Andean plants. Oecologia 105, 552–555.

3. Leuschner, C., 2000. Are high elevations in tropical mountains arid environments for plants? Ecology, 81: 1425-1436.

4. Kleier, C. & P. Rundel, P. 2009. Energy balance and temperature relations of *Azorella compacta*, a high-elevation cushion plant of the central Andes. Plant Biology, 11: 351–358.

5. Körner, C., 2003. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems.2da Edic. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 344 p.

6. Anthelme, F. & O. Dangles. 2012. Plant–plant interactions in tropical alpine environments. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 14(5): 363-372.

7. Herzog, T., 1923. Die Pflantzenwelt des bolivischen Anden und irhes ostlichen Vorlandes. Verlag.

8. Sklenář, P., & Lægaard, S. (2003). Rain-shadow in the high Andes of Ecuador evidenced by paramo vegetation. Arctic, Antarctic and Alpine Research, 35(1): 8-17.

9. Le Touzey, R., 1985. Notice de la Carte Phytogéographique du Cameroun. Institut de la Carte Internationale de la Végétation, Toulouse, France.

10. Monasterio, M. 1979. El Páramo Desértico en el Altoandino de Venezuela. Pp. 117-146. In: Salgado-Labouriau, M.L. (Ed). El Medio Ambiente Páramo. UNESCO-IVIC, Mérida, Venezuela.

11. Pérez, F.L. 1987. Needle-Ice Activity and the Distribution of Stem-Rosette Species in a Venezuelan Páramo. Arctic and Alpine Research, 19: 135-153.

12. Smith, J. M. B. & L. F. Klinger. 1985. Aboveground: Belowground phytomass ratios in Venezuelan páramo vegetation and their significance. Arctic and Alpine Research, 189-198.

13. Hedberg, I. & O. Hedberg. 1979. Tropical-alpine life-forms of vascular plants. Oikos, 33: 297–307.

14. Ramsay, P.M., Oxley, E.R.B., 1997. The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. Plant Ecology. 131, 173-192.

15. Proyecto IDH. 2012. Enfoque socio-ambiental de la eutrofización. Los causantes y los potenciales de la biorremediación en el conjunto entre el Lago Titicaca y la ciudad de El Alto.

16. Mark, B.G., & G.O. Seltzer. 2003. Tropical glacier meltwater contribution to stream discharge: A case study in the Cordillera Blanca, Peru, Journal of Glaciology, 49: 271– 281.

17. Bradley, R., M. Vuille, H. Diaz & W. Vergara. 2006. Threats to water supplies in the Tropical Andes. Science, 312: 1755–1756.

18. Soruco, A., C. Vincent, B. Francou & J.F. Gonzalez. 2009. Glacier decline between 1963 and 2006 in the Cordillera Real, Bolivia. Geophysical Research Letters, 36 (L03502), doi: 10.1029/2008GL036238

19. Gobat, J. M., M. Aragno & W. Matthey. 2004. The living soil: fundamentals of soil science and soil biology. Science Publishers, New Hampshire, United States. 602 p.

20. Walker, L. R. & del Moral R. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press. Cambirdge, United Kingdom. 429 p.

21. Clements, F.E. 1916. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Carnegie Institution of Washington. Washington D.C., United States. 499 p.

22. Biology Online Dictionnary. (Fecha de consulta: 24 febrero 2015 (Disponible en http://www.biology-online.org/dictionary/Main_Page).

23. Matthews, J.A. 1992. The Ecology of Recently-deglaciated Terrain: A Geoecological Approach to Glacier Forelands. Cambridge University Press, Cambridge. 386 p.

24. del Moral, R. 1999. Plant succession on pumice at Mount St. Helens, Washington. The American midland naturalist, 141(1): 101-114.

25. Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. Trends in Ecology & Evolution, 11: 119-124.

26. Clément, B. & J. Touffet. 1990. Plant strategies and secondary succession on Brittany heathlands after severe fire. Journal of Vegetation Science, 1: 195-202.

27. Ostria, C. 1987. Phytoécologie et Paleoécologie de la vallée altoandine de Hichu Khota (Cordillère orientale, Bolivie). Tesis de doctorado, Universidad de París, París. 180 p.

28. Maldonado Fonkén M.S. 2014. An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. Mires and Peats, 15: 1-13.

29. Ruthsatz, B. 2012. Vegetation and ecology of the high Andean peatlands of Bolivia. Phytocoenologia, 42(3-4): 133-179.

30. Kuhry, P. 1994. The role of fire in the development of *Sphagnum*-dominated peatlands in western boreal Canada. Journal of Ecology, 82: 899-910.

31. Cooper, D.J., E.C. Wolf, C. Colson, W. Vering, A. Granda, & M. Meyer. 2010. Alpine peatlands of the Andes, Cajamarca, Perú. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 42(1): 19-33.

32. Benavides, J.C., D.H. Vitt & R.K. Wieder. 2013. The influence of climate change on recent peat accumulation patterns of *Distichia muscoides* cushion bogs in the high-elevation tropical Andes of Colombia. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 118(4): 1627-1635.

33. Buytaert, W., F. Cuesta-Camacho & C. Tobón. 2011. Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. Global Ecology and Biogeography, 20: 19-33.

34. Di Cosimo, PP. & W. Castellon. 2012. Caminando por antiguas y nuevas rutas: 10 Años del proyecto Takesi en el Sud Yungas de La Paz. Gente Común, La Paz, Bolivia. 72 p.

35. Coronel, J. S., N. de la Barra, & X. Aguilera. 2009. Bofedales altoandinos de Bolivia: vegetación acuática y factores ambientales. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 26: 23-34.

36. Zimmer, A. 2013. Trajectoires de succession primaire après retrait glaciaire dans les Andes tropicales sous l'effet du changement climatique. Institut National Polytechnique, Ecole Nationale Superieure Agronomique de Toulouse (ENSAT). Tesis de licenciatura en Ingeniería agronómica. Institut National Polytechnique, Ecole National Superieure Agonomique, Toulouse. 73 p.

37. Salvarredy-Aranguren, M.M. Probst, M. Roulet & M. Isaure 2008. Contamination of surface waters by mining wastes in the Milluni Valley (Cordillera Real, Bolivia): Mineralogical and hydrological influences. Applied Geochemistry 23.5: 1299-1324.

38. Domic, A. 2015. Rol de los Bofedales en el Ciclo Hidrológico de la Cuenca del Desaguadero. Documento técnico. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia.

39. Loza Herrera, S., R. I. Meneses & F. Anthelme. Sometido. Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. Revista de Ecología en Bolivia.

40. Hardy, S., C. Valton, & S. Guislain. 2013. Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz. IRD Editions. Marseille, France. 166p.

41. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. "Mapa 2013 Del Municipio de La Paz." La Paz: Pagina Siete, 2013.

42. Vettraino, J. 2012. Ovejuyo, Aux Confins de La Paz (Bolivie). Quelle Intégration À La Ville Pour Des Périphéries Urbaines Lointaines?" Tesis de maestria. Géographie des pays en développement, Universidad Paris 1.

43. Nuñez-Villalba, J. 2011. La localización de las ciudades de Bolivia y el crecimiento acelerado de la aglomeración urbana paceña. In: Ciudades sin fronteras - multilocalidad urbano rural en Bolivia, edited by Nelson Antequera and Cristina Cielo, 41–70. La Paz: PIEB-Oxfam-GMLAP, 2011.

44. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. 2014 Estadisticas de Bolsillo Pocket Statistics Jisk'a Japthapt'awi'naka. La Paz: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, 2014.

45. Finer, M., & C.N. Jenkins. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. Plos one, 7(4): e35126.

46. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. Working group II AR5. Central and South America.

47. Herzog, S.K., R. Martinez, P.M. Jørgensen & H. Tiessen. 2011. Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), Sao José dos Campos. 348 p.

48. Gottfried, M., H. Pauli. A. Futschik, M. Akhalkatsi, P. Barancok, J. L. B. Alonso, g. Coldea, J. Dick, B. ERschbamer, M. R. Fernández, G. Kazakis, J. Krajci, P. Larsson, M. Mallaun, O. Michelsen, D. Moiseev, P. Moiseev, U. Molau, A. Merzouki, L. Nagy, G. Nakhutsrishvili, B. Pedersen, G. Pelino, M. Puscas, G. Rossi, A. Stanisci, J. P. Theurillat, M. Tomaselli, L. Villar P. Vittoz, I. Vogiatzakis, & G. Grabherr. 2012. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. Nature Climate Change, 2: 111-115.

49. Kessler, M. 1995. The genus *Polylepis* (Rosaceae) in Bolivia. Candollea, 50(1): 131-171.

50. Caccianiga, M., A. Luzzaro, S. Pierce, R.M. Ceriani & B. Cerabolini. 2006. The functional basis of a primary succession resolved by CSR classification. Oikos, 112: 10-20.

Capítulo 9: Contexto histórico de bofedales del valle de La Paz

1. Erdtman, G. 1954. An introduction to pollen analysis. The Chronica Botanica Co. Stockholm, Sweden. 239 p.
2. Graf, K. 1981.Palynological Investigations of Two Post-Glacial Peat Bogs near the Boundary of Bolivia and Peru. Journal of Biogeography, Vol. 8 (5): 353-368.
3. Cook G.T. & van der Plitch J. 2007. Radiocarbon Dating. p.. 2899 – 2911. In: Elias, S.A. (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. vol. 1, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), Amsterdam.

4. Jull, A.J.T. 2007. Dating Techniques. pp. 453 – 459. In Elias, S.A. (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. vol. 1, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), Amsterdam.
5. Birks H.J.B., 2007. Numerical Analysis Methods. p. 2514 – 2521. In: Elias, S.A. (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. vol. 1, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), Amsterdam.
6. Markgraf, V. 1985. Paleoenviromental history of the last 10.000 years in northwestern Argentina. Zentralbl. Geolog. Paläontol. 11-12: 1739-1749.
7. Graf, K., 1992. Pollendiagrammeaus den Anden. Geographisches Institut der Universität Zürich. Physische Geographie 34: 1-138.
8. Reese, C. A. & Liu K. 2005. A modern pollen rain study from the central Andes region of South America. Journal of Biogeography 32: 709–718.
9. Liu K. B., Reese C. A.& L. G. Thompson. 2005. Ice-core pollen record of climatic changes in the central Andes during the last 400 yr. Quaternary Research 64: 272-278.
10. Kuentz, A. 2009. Dynamiques actuelle el holocène de la puna (Centrales seches du Pérou) à partir des observations de terrain, de la cartographie (SIG) et de la palynologie (Región du nevado Coronupa). Ph.D. These, Université Clermont – Ferrans II. Clermont-Ferrand, Francia.
11. Rabatel, A., V. Jomelli, P. Naveau, B. Francou& D. Grancher. 2005. Dating of little ice age glacier fluctuations in the tropical Andes: Charquini glaciers, Bolivia, 16 degrees S. Comptes Rendus Geoscience 337 (15): 1311-1322.
12. Ruthsatz, B. 2008. Hartpolstermoore der Hochanden NWArgentiniens als Indikatoren für Klimagradienten. p. 209-238. In: J. Dengler, C. Dolnik & M. Trepel (eds.), Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Südamerika. – Festschrift für Klaus Dierßen zum 60. Geburtstag.- Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, vol. 65.
13. Ortuño, T. 2000. Estudio palinológico en un gradiente altitudinal en el valle de Zongo (La Paz, Bolivia). Tesis de licenciatura en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
14. Ledru, M-P., Jomelli, V., Bremond, L., Ortuño, T., Cruz, P., Bentaleb, I., Sylvestre, F., Kuentz, A., Beck, S., Martin, C., Pailles, C. & Subitani S. 2013. Evidence of moist niches in the Bolivian Andes during the mid-Holocene arid period. The Holocene 0(0) 1-13
15. Bruno, M.C. & Whitehead, W.T. 2003. C*henopodium* cultivation and Formative period agriculture at Chiripa, Bolivia. Latin American Antiquity. 14: 339–355.

Capítulo 10: **Bofedales altoandinos**

1. Estensoro, E.S. 1991. Los bofedales de la cuenca alta del valle de La Paz. p. 109-121. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.) Historia Natural de un Valle en los Andes. UMSA, Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia.
2. Squeo, F.A., B. G. Warner, R. Aravena & D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. Revista Chilena de Historia Natural. 79(2): 245-255.
3. Ostria, C. 1987. Phytoecolgie et paleoecologie de la vallee Alto-Andine de Hichu Kkota (Cordillere Orientale, Bolivie). Ph.D. Thesis, Universidad de París, París, Francia.
4. Contreras, R. 2007. Uso de vegas y bofedales de la zona Cordillerana y Precordillerana de la región de Atacama. Universidad de Chile, Chile.
5. Zavala, H. & J. Cepeda. 2006. Caudales ecológicos en vegas altoandinas: un estudio de caso. p. 525-551. En: Geoecología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. La Serena.
6. Körner, C. 2003. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer Science & Business Media.
7. Collins, M.E. & R. Kuehl. 2000. Organic matter accumulation and organic soils. Lewis Publishers, Boca Raton, EUA.
8. IUSS, W.G.W. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos No. 103. FAO.
9. Yager, K.A. 2009. A herder's landscape: deglaciation, desiccation and managing green pastures in the Andean puna. Ph.D. Thesis, Yale University, USA.
10. Benavides, J.C., D.H. Vitt & R.K. Wieder. 2013. The influence of climate change on recent peat accumulation patterns of Distichia muscoides cushion bogs in the high elevation tropical Andes of Colombia. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. 118(4): 1627-1635.
11. Earle, L.R., B.G. Warner & R. Aravena. 2003. Rapid development of an unusual peat-accumulating ecosystem in the Chilean Altiplano. Quaternary Research. 59(1): 2-11.
12. Tellería, J.L., J.L. Venero & T. Santos. 2006. Conserving birdlife of Peruvian highland bogs: effects of patch-size and habitat quality on species richness and bird numbers. Ardeola. 53: 271-283.
13. Coronel, J.S., S. Declerck & L. Brendonck. 2007. High-altitude peatland temporary pools in Bolivia house a high cladoceran diversity. Wetlands. 27(4): 1166-1174.

14. Flores, A. 2013. Ecomorfología y ecología alimentaria del género Orestias (Pisces Cyprinodontiformes) en la puna xerofítica de la provincia Sud Lípez. Potosí Bolivia. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

15. Meneses, R. 2012. Estado de arte de los bofedales en la Cordillera Real en el área que abarca la cuenca de Khara Kota hasta la cuenca de Choqueyapu. Herbario Nacional de Bolivia & Unidad de Limnología. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La Paz, Bolivia. 102 p.

16. Pacheco, A. 1998. Aprovechamiento de áreas hidromórficas en el Altiplano Peruano-Boliviano. Manejo de Bofedales. Cría de Alpacas. Corporación Andina de Fomento y Autoridad Bi-Nacional del Lago Titicaca (ALT). La Paz, Bolivia. 113 p.

17. Alzérreca, H., G. Prieto, J. Laura, D. Luna & S. Laguna. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito Boliviano. Informe de Consultoria. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA), Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Gerencia del Proyecto de Biodiversidad. La Paz, Bolivia. 177 p.

18. Meneses, R. 1997. Estudio de la vegetación en la zona minera de Milluni (Provincia Murillo, Departamento de La Paz). Tesis de licenciatura en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

19. Acebey, S., L. Alanoca, K. García, D. Ibáñez, C. Quiroga, S. Valdivia, R. Villca & R. Zenteno. Flora y vegetación, Cuerpos de agua, Peces y aves Usos y percepción de plantas y animales por los pobladores.

20. Coronel, J.S. 2010. Bofedales de la cuenca del río Mauri: Vegetación y características físico-químicas. Agua Sustentable: Cochabamba, Bolivia. 32 p.

21. Soliz, H. 2011. Componente hidrológico del bofedal del nevado Illimani. Proyecto Illimani: Fortaleciendo la capacidad y desarrollando estrategias de adaptación a los fenómenos de cambio climático en comunidades de la Cordillera Real de los Andes Centrales. La Paz. 37 p.

22. Dangles, O., R.I. Meneses & F. Anthelme. 2014. BIOTHAW: Un proyecto multidisciplinario que propone un marco metodológico para el estudio de los bofedales altoandinos en un contexto de cambio climático. Ecología en Bolivia. 49(3): 6-13.

23. Zeballos, G. 2013. Cuantificación de la variabilidad de la extensión de humedales, lagunas, y nevados, de la Cordillera Real (15º45' – 16º45' sur, 67º40'– 68º40' oeste), entre 1984 y 2009, empleando imágenes LANDSAT TM. Tesis de Ingeniería. Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre, La Paz, Bolivia.

24. Gonzales, K. 2013. Heterogeneidad temporal y espacial de las comunidades de macrófitas y macroinvertebrados de cursos de agua del bofedal de Quetena- Sector Barrancas (Sur Lípez Potosí). Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Bolivia.

25. Quenta, E. 2013. Estructuración espacial de metacomunidades de cladócera en los humedales altoandinos de la Cordillera Real. Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

26. Loza, S., R.I. Meneses & F. Anthelme. 2015. Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. Ecología en Bolivia, Sometido.

27. Molina-Rodríguez, J., S. Loza-Herrera, V. Albarracín Dávalos, E. Quispe, S. Rivera-Córdova, A. Flores & R.I. Meneses. 2015. Calidad ecológica de los bofedales altoandinos de la cuenca de Hampaturi enmarcado en un enfoque socioambiental. Editorial Plural. La Paz, Bolivia. 26 p.

28. Halloy, S., M. Ibáñez & K. Yager. 2011. Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad. Ecología en Bolivia. 46(1): 46-56.

29. Naoki, K., R.I. Meneses, M.I. Gómez & C.M. Landivar. 2014. El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. Ecología en Bolivia. 49(3): 73-83.

30. Ruthsatz, B. 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. Phytocoenologia. 42(3-4): 133-179.

31. Beck, S.G., A. Domic, C. García, R.I. Meneses, K. Yager & S. Halloy. 2010. El Parque Nacional Sajama y sus plantas: departamento de Oruro, Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia. 252 p.

32. MMAyA. 2012. Libro rojo de la flora amenazada de Bolivia. Vol. I Zona Andina. La Paz, Bolivia. 600 p.

33. Dhooge, S. & P. Goetghebeur. 2004. Phylloscirpus (Cyperaceae) revisited. Novon: 278-284.

34. Baraer, M., M. Bryan, J. McKenzie, T. Condom, J. Bury, K.I. Huh, C. Portocarrero, J. Gómez & S. Rathay. 2012. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. Journal of Glaciology. 58(207): 134-150.

35. Rabatel, A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Cáceres, J. L. Ceballos, R. Basantes, M. Vuille, J.E. Sicart, C. Huggel, M. Scheel, Y. Lejeune, Y. Arnaud, M. Collet, T. Condom, G. Consoli, V. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisincho, J. Mendoza, M. Ménégoz, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suarez, M. Villacis & P. Wagnon. 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. Cryosphere. 7(1): 81-102.

Capítulo 11: Los bosques de queñua (Polylepis pacensis) del valle de La Paz

1. Arrázola, S. & I. Coronado. 2012. *Polylepis pacensis*. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Ed.). 2012. Libro Rojo de la flora Amenazada de Bolivia. Volumen I-Zona Andina. MMAyA, La Paz, Bolivia.
2. Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the biological diversity of *Polylepis* forests of the highlands of Peru and Bolivia. Nordic Foundation for Development and Ecology (NORDECO), Copenhagen.
3. Hurtado, R. 2015. Etnobotánica de los bosques de *Polylepis pacensis*. Informe para el Proyecto Ecología y conservación de dos especies de árboles andinos en peligro de extinción (*Polylepis incarum* y *Polylepis pacensis*, Rosaceae) en el departamento de La Paz. ASDI & Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
4. Kessler, M. 2002. The "*Polylepis* problem": where do we stand? Ecotropica, 8(2), 97-110.
5. Kessler, M. & N. Schmidt-Lebuhn. 2006. Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). Organisms Diversity & Evolution 6: 67-69.
6. Liberman, M., M. I. Gómez, A. I. Domic, A. Palabral, R. Hurtado & A. Rico. 2015. Proyecto Ecología y conservación de dos especies de árboles andinos en peligro de extinción (*Polylepis incarum* y *Polylepis pacensis*, Rosaceae) en el departamento de La Paz. ASDI & Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
7. Navarro, G., S. Arrázola, J.A. Balderrama, W. Ferreira, N. De la Barra, C. Antezana, I. Gómez & M. Mercado. 2010. Diagnóstico del estado de conservación y caracterización de los bosques de *Polylepis* en Bolivia y su avifauna. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 28: 1-35.
8. UICN. 2014. The IUCN red list of threatened species. Versión 2014.2. www.iucnredlist.org. Visitado octubre 2014.

Capítulo 12: Briofitas del valle de La Paz

1. Aldana, C., E. Calzadilla, S.P. Churchill. 2011. Evaluación de los Musgos Endémicos de Bolivia. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica. 5(1): 53-67.
2. Almeida, J., D. Costa, N. Dias, S.R. Gradstein & S.P. Churchill. 2010. Manual de Briologia. Editora Interciencia Ltda. Rio de Janeiro, Brasil. 222 p.
3. Beck, S. & E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. p. 65-108. En: Forno, E. & M. Baudoin (eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
4. Calzadilla, E., C. Aldana & S. Churchill. 2010. Las Briofitas. Bolivia Ecológica. 59: 1-28.
5. Churchill, S.P., C. Aldana, E. Calzadilla, I. Linneo, S. Carreño & Y. Inturias. 2014. Bryophytes of Bolivia. Bolivia Moss Project. (Fecha de consulta: 30 enero 2015) (Disponible en: http://www.tropicos.org/Project/BMP)
6. Churchill, S.P., N. Sanjines A. & C. Aldana. 2009. Catálogo de las Briofitas de Bolivia: La Diversidad, Distribución y Ecología. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercardo y Missouri Botanical Garden. La Rosa Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 340 p.
7. Churchill, S.P. & E.L. Linares C. 1995. Prodromus Bryologiae Novo Granatensis. Biblioteca "José Jerónimo Triana" 12: 1–924.
8. Delgadillo, C. & M.A. Cárdenas. 1990. Manual de Briófitas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 134 p.
9. Frahm, J.-P. 2003. Manual of tropical bryology. Tropical Bryology 23: 1-195.
10. Glime, J. M. 2007. Economic and Ethnic Uses of Bryophytes. In: Flora of North America Editorial Committee, eds. Flora of North America North of Mexico. New York & Oxford. Vol 27, pp. 14-41.
11. Gradstein, S.R. , S.P. Churchill & N. Salazar Allen. 2001. A guide to the bryophytes of tropical America. Memoirs of the New York Botanical Garden 86: 70-239.
12. Herzog, T. 1916. Die bryophyten meiner Zweiten Reise durch Bolivia. Bibl. Bot. 87: 1-172.
13. Lewis, M. 1991. Musgos. p. 123-149. En: Forno, E. & M. Baudoin (eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
14. Proctor, M. 2000. Mosses and alternative adaption to life on land. New Phytol, 148: 1-6.
15. So, M.L. 1995. Mosses and Liverworts of Hong Kong. Heavenly People Depot, Hong Kong. 162 p.
16. Vanderpoorten, A. & B. Goffinet. 2009. Introduction to Bryophytes. Cambridge University Press. 303 p.

Capítulo 13: Líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz

1. Bjerke, J.W. & A. Elvebakk. 2004. Distribution of the lichen genus *Flavocetraria* (Parmeliaceae, Ascomycota) in the Southern Hemisphere. New Zealand Journal of Botany, 42: 647-656.
2. Canseco, A., R. Anze & M. Franken. 2006. Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de

La Paz, Bolivia. Acta Nova, 3(2): 286-307.

3. Conti, M.E. & G. Cecchetti. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review. Environmental Pollution, 114: 471-492.

4. Diederich, P. & J. Etayo. 2000. A synopsis of the genera *Skyttea, Llimoniella* and *Rhymbocarpus* (lichenicolous Ascomycota, Leotiales). Lichenologist, 32(5): 423-485.

5. Feuerer, T. 1991. Revision der europäischen Arten der Flechtengattung *Rhizocarpon* mit nichtgelbem Lager und vielzelligen Sporen. Bibliotheca Lichenologica, 39: 1-218.

6. Feuerer, T. & H.J.M. Sipman. 2005. Additions to the lichenized and lichenicolous fungi of Bolivia. Herzogia, 18: 139-144.

7. Flakus, A. 2008. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 2. Polish Botanical Journal, 53(2): 145-153.

8. Flakus A., J. Etayo, U. Schiefelbein, T. Ahti, A. Jabłońska, M. Oset, B. Kerstin, P. Rodriguez Flakus & M. Kukwa. 2012d. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 4. Polish Botanical Journal, 57(2): 427-461.

9. Flakus, A. & M. Kukwa. 2007. New species and records of *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota) from South America. Lichenologist, 39(5): 463-474.

10. Flakus, A. & M. Kukwa. 2012a. New records of lichenicolous fungi from Bolivia. Opuscula Philolichenum, 11: 36-48.

11. Flakus, A. & M. Kukwa. 2012b. New species of lichenicolous fungi from Bolivia. Lichenologist, 44(4): 469-477.

12. Flakus, A., M. Kukwa & P. Czarnota. 2006. Some interesting records of lichenized and lichenicolous Ascomycota from South America. Polish Botanical Journal, 51(2): 209-215.

13. Flakus, A., M. Oset, A. Jabłońska, P. Rodriguez Saavedra & M. Kukwa. 2011b. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 3. Polish Botanical Journal, 56(2): 159-183.

14. Flakus, A., H.J.M. Sipman, K. Bach, P. Rodriguez Flakus, K. Knudsen, T. Ahti, U. Schiefelbein, Z. Palice, A. Jabłońska, M. Oset, R.I. Meneses Q. & M. Kukwa. 2013. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 5. Polish Botanical Journal, 58(2): 697-733.

15. Flakus A., H.J.M. Sipman, P. Rodriguez Flakus, U. Schiefelbein, A. Jabłońska, M. Oset & M. Kukwa. 2014. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 6. Polish Botanical Journal, 59(1): 63-83.

16. Flakus, A. & K. Wilk. 2006. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 99: 307-318.

17. Frödén, P. & L. Lindblom. 2003. *Josefpoeltia* parva, a new combination in Josefpoeltia (Teloschistaceae). Bryologist, 106(3): 447-450.

18. Galloway, D.J. & L. Arvidsson. 2007. Notes on *Placopsis* (Ascomycota: Trapeliaceae) in Ecuador. Bibliotheca Lichenologica, 96: 87-102.

19. Hestmark, G. 2009. New observations and records for *Umbilicaria* (Umbilicariaceae) in Bolivia. Bryologist, 112(4): 833-838.

20. Knudsen, K. & A. Flakus. 2009. *Acarospora ramosa* (Acarosporaceae), a new effigurate yellow species from South America. Nova Hedwigia, 89(3-4): 349-353.

21. Knudsen, K., A. Flakus & M. Kukwa. 2012. A contribution to the study of Acarosporaceae in South America. Lichenologist, 44(2): 253-262.

22. Kondratyuk, S. & I. Kärnefelt. 1997. *Josefpoeltia* and *Xanthomendoza*, two new genera in the Teloschistaceae (lichenized Ascomycotina). Bibliotheca Lichenologica, 68: 19-44.

23. Krzewicka, B. & A. Flakus. 2010. New records of the genus *Umbilicaria* (Umbilicariaceae, lichenized Ascomycota) from Bolivia. Cryptogamie Mycologie, 31(4): 441-451.

24. Kukwa, M. & A. Flakus. 2009. *Lepraria glaucosorediata* sp. nov. (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota) and other interesting records of Lepraria. Mycotaxon, 108: 353-364.

25. Kukwa, M., P. Rodriguez Flakus & A. Flakus. 2013b. Notes on the lichen genus Ochrolechia in Bolivia. Polish Botanical Journal, 58(2): 691-695.

26. Lawrey, J. D. & P. Diederich. 2003. Lichenicolous fungi: interactions, evolution and biodiversity. The Bryologist, 106: 80–120.

27. Mueller, G. M. & J.P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? Biodiversity and Conservation, 16: 1-5.

28. Nash, T.H., C. Gries & J. A. Elix. 1995. A revision of the lichen genus *Xanthoparmelia* in South America. Bibliotheca Lichenologica, 56: 1-158.

29. Nimis, P.L., C. Scheidegger, & P.A.Wolseley (eds). 2002. Monitoring with lichens – Monitoring Lichens. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

30. Obermayer, W., K. Kalb, H.J.M. Sipman & T.H. Nash III. 2009. New reports of *Culbersonia nubila* (Moberg) Essl. from the Tibetan Region, Bolivia, Argentina, Lesotho and South Africa. Lichenologist, 41(6): 683-687

31. Oset, M. & M. Kukwa. 2012. Notes on *Stereocaulon* species from Bolivia. Mycotaxon, 121: 447-453.

32. Poelt, J. 1974. Zur Kenntnis der Flechtenfamilie Candelariaceae. Ein Beitrag mit besonderer Berücksichtigung einiger südamerikanischer Arten. Phyton, 16: 189-210.

33. Santesson, R. 2004. Two new species of *Thamnolia*. Symbolae Botanicae Upsalienses, 34(1): 393-397.

34. Schiefelbein U., A. Flakus, H.J.M. Sipman, M. Oset& M. Kukwa. 2014. A contribution to the lichen family Graphidaceae (Ostropales, Ascomycota) of Bolivia. 2. Polish Botanical Journal, 59(1): 85-96.

35. Sipman, H.J.M., J.A. Elix & T.H. Nash III. 2009: *Hypotrachyna* (Parmeliaceae, Lichenized Fungi). Flora Neotropica, 104: 1-176.

36. Śliwa, L., P. Rodriguez Flakus, K. Wilk & A. Flakus. 2014. New records of *Lecanora* for Bolivia. II. Polish Botanical Journal, 59(1): 97-103.

37. Śliwa, L., K. Wilk, P. Rodriguez Flakus & A. Flakus. 2012. New records of *Lecanora* for Bolivia. Mycotaxon, 121: 385-392.

38. Troung, C., J.M. Rodriguez & P. Clerc. 2013 Pendulous Usnea species (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in tropical South America and the Galapagos. Lichenologist, 54(4): 505-543.

Capítulo 14: Helechos y licófitos

1. Antezana, C. & G. Navarro. 2002. Contribución al análisis biogeográfico y catálogo preliminar de la flora de los valles secos interandinos del centro de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 12: 3-38.

2. Beck, S.G. & E. Valenzuela. 1991. Anexo 2: Lista de especies vegetales. p. 225-257. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-UMSA, La Paz, Bolivia.

3. De Lucca, M. & J. Zalles. 1992. Flora medicinal de Bolivia, diccionario enciclopédico. Editorial Los Amigos del Libro, La Paz, Bolivia. 498 p.

4. Grusz, A.L., M.D. Windham, G. Yatskievych, L. Huiet, G.J. Gastony & K.M. Pryer. 2014. Patterns of diversification in the xeric-adapted ferns genus Myriopteris (Pteridaceae). Systematic Botany, 39(3): 698-714.

5. Hevly, R.H. 1963. Adaptations of cheilanthoid ferns to desert environments. Journal of the Arizona Academy of Science, 2: 164-175.

6. Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck. 2014. Resultados. p. 33-76. In: Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck (Eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

7. Kessler, M. 1999. Inventario de pteridófitos en una transecta altitudinal en el Parque Nacional Carrasco, depto. Cochabamba, Bolivia. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica, 2: 227-250.

8. Kessler, M. 2003. Pteridófitos. p. 100-102. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (Eds.). Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

9. Kessler, M., L. Betz & S. Roedde. 2006. Red List of the Pteridophytes of Bolivia. Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften, Abteilung Systematische Botanik, Untere Karspüle. Göttingen, Germany.

10. Kessler, M. 2013. A new species of *Elaphoglossum sect. Lepidoglossa* (Dryopteridaceae) from Bolivia. Phytotaxa, 77(2): 33-39.

11. Krömer, T., M. Kessler, S.R. Gradstein & A. Acebey. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. Journal of Biogeography, 32(10): 1799-1809.

12. Moran, R.C. 2004. A natural history of ferns. Timber Press, Portland. 301 p.

13. Moran, R.C. 2007. Los géneros Neotropicales de Helechos y Licófitos – Una guía para estudiantes. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica. 388 p.

14. Navarro, G. 2012. *Isoetes lechleri.* p. 41-42. En: LIBRO ROJO de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina. Ministerios de Medio Ambiente y Agua. La Paz.

15. Rothfels, C.J., N.D. Windham, A.L. Grusz, G.J. Gastony & K.M. Pryer. 2008. Toward a monophyletic *Notholaena* (Pteridaceae): resolving patterns of a evolutionary convergence in xeric-adapted ferns. Taxon, 57(3): 712-724.

16. Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider & P.G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. Taxon, 55(3): 705-731.

17. Soria-Auza, R.W. & M. Kessler. 2007. Estado del conocimiento y conservación de los helechos y plantas afines en Bolivia. Ecología en Bolivia, 42(2): 136-147.

18. Tryon, R.M. & A.F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants. With special reference to Tropical America. Springer-Verlag, New York – Heidelberg – Berlin. 857 p.

Capítulo 15: La familia Amaryllidaceae en la cuenca del valle de La Paz

1. Ovando-Sanz, G. 1974. Tadeo Haenke. Su obra en los Andes y la selva boliviana. Los Amigos del Libro, Biblioteca IV Centenario. 236 p.
2. Kühnel, J. 1963. Verzeichnis von HaenkeSchriften in der Bibliothek des Madrider Botanischen Gartens. Bohemia. Jahrbuch des Collegium Carolinum. 4: 384-392.
3. Gicklhorn-Wien, R. 1966. Thaddäus Haenkes Reisen und Arbeiten in Südamerika nach Dokumentarforschungen in spanischen Archiven. Franz Steiner Verlag.
4. Ibáñez, V. 1789. Trabajos científicos y correspondencia de Tadeo Haenke. La Expedición Malaspina. 1794(4): 330.
5. Cárdenas, M. 1958. Exploradores botánicos de Bolivia. Impr. Universitaria.
6. Cárdenas, M. 1972. Memorias de un Naturalista. Ed. Don Bosco, La Paz, Bolivia.
7. Foster, R.C. 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. 223 p.
8. Meerow, A.W., J.H.A. Dutilh & C. Romero 2014. Amaryllidaceae. p. 212–216. En Jørgensen, P., Nee, M. & S.G. Beck (Eds). Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot.: Missouri Bot. Garden.
9. Jørgensen, P., M. Nee, & S.G. Beck. 2010. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 1744 p.
10. Ellenbecker, M. 1975. Geographical distribution of the Amaryllidaceae. Pl. Life. 31(1-4): p. 37-49.
11. Meerow, A.W., Guy, C., Li, Q.B. & S. L. Yang. 2000. Phylogeny of the American Amaryllidaceae based on nrDNA ITS sequences. Systematic Botany. 25(4): 708-726.
12. Beck, S.G. 1985. Flórula ecológica de Bolivia. Ecología en Bolivia. 6: 1-41.
13. Imagen disponible en: http://bgbulbs.com/plant_info
14. Perkins, J.R. 1912. Beiträge zur Flora von Bolivia. Botanisches Jahrbuch. 49: 170-233.
15. Pestalozzi, H. & M. Torrez. 1998. La relación entre hombre y medio ambiente en el Ayllu Majasaya Mujlli (Prov. Tapacari, Dpto, Cochabamba, Bolivia). En: Flora ilustrada altoandina. Herbario Nacional de Bolivia & Herbario Forestal Nacional Martín Cardenas. Cochabamba, Bolivia.
16. Meneses, R.I. & S. Beck. 2005. Especies amenazadas de la flora de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, La Paz.
17. Navarro, G., Arrázola, S., Atahuachi, M., De la Barra, N., Mercado, M., Ferreira, W. & M. Moraes. 2012. Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina, Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz.
18. UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN. Reino Unido: UICN, Gland, Suiza y Cambridge. 33 p.
19. Vargas, J. 1984. The Peruvian species of the genus *Amaryllis* (Amaryllidaceae). Herbertia. 40: 112-134.
20. Posnansky, A. 1945. Tihuanacu: The cradle of American man. Vol. III. La Paz, Bolivia: Ministerio de Educación.
21. Cárdenas, M. & I. Nelson. 1959. Amaryllid and the Ancients. En: Bulletin of Louisiana Society for Horticultural Research.
22. Fernandes, B.R. 1972. Vocabulario de Términos Botánicos. Separata del Anuario de la Sociedad Broteriana. Alcobaça, Portugal.

Capítulo 16: Orquídeas, la familia de flores exóticas

1. Altamirano, R. 1991. Las abejas, avispas y moscas polinizadoras más importantes. p. 499-507. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
2. Beck, S.G.& E. Valenzuela. 1991. Lista de especies vegetales. p. 225-258. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
3. Berry, P.E. & R.N. Calvo. 1991. Pollinator limitation and position-dependent fruit set in the high Andean orchid *Myrosmodes cochleare* Garay. Plant Systematics and Evolution, 174: 93-101.
4. Dressler, R.L. 1981. The orchids: natural history and classification. Harvard University Press, Cambridge.
5. Dressler, R.L. 2005. How many orchid species? Selbyana, 26: 155-158.
6. Garay, L.A. 1982. A generic revisión of the Spiranthinae. Botanical Museum Leaflets, Harvard University, 28(4): 277-425.
7. Hágsater, E.& M. Soto. 2005. Epidendrum. p. 236-251. En: Pridgeon, A.M., P.J. Cribb, M.W. Chase & F.N. Rasmussen (Eds.).Genera Orchidacearum vol. 4. Oxford University Press, Oxford.
8. Humaña, A.M., M.A. Cisternas & C.E. Valdivia. 2008. Breeding system and pollination of selected orchids of *Chloraea* genus from central Chile. Flora, 203: 469–473.
9. Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck. 2014. Resultados. p. 33-76. In: Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck (Eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

10. Lara, R. & H. Huaylla. 2008. Guía Ilustrada de las plantas silvestres del Parque Nacional Torotoro. Plural editores, La Paz, Bolivia. 446 p.

11. Lorini, J. 1991. Clima. p. 225-258. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

12. Rasmussen, H. & F. Rasmussen. 2014. Seedling mycorrhiza: a discussion of origin and evolution in Orchidaceae. Botanical Journal of the Linnean Society, 175: 313-327.

13. Sanguinetti, A., C.R. Buzatto, M. Pedron, L. Kevin, K.L. Davies, P.M. de Abreu Ferreira, S. Maldonado & R.B. Singer. 2012. Floral features, pollination biology and breeding system of *Chloraea membranacea* Lindl. (Orchidaceae: Chloraeinae). Annals of Botany, 110: 1607-1621.

14. Vásquez, R., P.L. Ibisch & B. Gerkmann. 2003. Diversity of Bolivian Orchidaceae – a challenge for taxonomic, floristic and conservation research. Organisms, Diversity and Evolution, 3(2): 93-102.

15. Vásquez, R., P.L. Ibisch & I. Jiménez Pérez. 2014. Orchidaceae. p. 894-989. In P.M. Jørgensen, M.H. Nee & S.G. Beck (Eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Capítulo 17: Bromeliaceae: La familia de la piña y del clavel de aire

1. Smith, L. B. & R. J. Downs. 1979. Bromelioideae (Bromeliaceae), Part III. Fl. Neotrop. Hafner Pres, New York. 14(3): 1493–2142.

2. Smith, L. B. & R. J. Downs. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae), Part I. Fl. Neotrop. Hafner Pres, New York. 14(1): 1–660.

3. Smith, L. B. & R. J. Downs. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae), Part II. Fl. Neotrop. Hafner Pres, New York. 14(2): 661–1492.

4. Smith, L.B. & W. Till. 1998. Bromeliaceae. En: Kubitzki, K. (ed.). The Families and Genera of Vascular Plants. Springer Verlag, Berlin, IV:74–99.

5. Luther, H. 2008. Analphabetical list of bromeliad binominals. Eleventh edition. Bromeliad Society International. Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota, Florida. 110 p.

6. Porembski, S. & W. Barthlott. 1999. *Pitcairnia feliciana*: The only indigenous African bromeliad. Harvard Papers of Botany 4 (1): 175–183.

7. Givnish T.J. K. C. Millam, T. M. Evans, J. C. Hall, J. C. Pires, P. E. Berry, And K. J. Sytsma. 2004. Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny and South American-African disjunction in Rapateaceae and Bromeliaceae based on ndhF sequence data. Int. J. Pl. Sci. 165: 35–54.

8. Heywood V.H., R.K. Brummitt, A. Culham, O.Serberg. 2007. Flowering plant families of the world. Royal Botanical Garden, Kew, Richmond. 424 p.

9. Krömer, T., P. L. Ibisch, R. Vásquez C., M. Kessler, B. K. Holst & H. E. Luther. 2014. Bromeliaceae. 127(1): 418–439. In P. M. Jørgensen, M. H. Nee & S. G. Beck (eds.) Cat. Pl. Vasc. Bolivia, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

10. Hornug-Leoni, C.T. 2011. Avances sobre Usos Etnobotánicos de las Bromeliaceae en Latinoamérica Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plan. Med. y Aromat. 10 (4): 297-314

11. Lowe, H.I.,T. C. Watson, S. Badal, N. J. Toyang & J. Bryant. 2014. Unearthing the Medicinal Properties of *Tillandsia recurvata*: A Mini Review. European Journal of Medicinal Plants 4(9): 138-149.

12. Beck, S.G. & E. Valenzuela, 1991. Anexo 2: Lista de especies vegetales, pp. 225-257. E. Forno& M. Baudoin (Eds.), Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.

13. Castello L. & L. Galetto. 2013. How many taxa can be recognized within the complex *Tillandsia capillaris* (Bromeliaceae, Tillandsioideae)? Analysis of the available classifications using a multivariate approach. PhytoKeys 23: 25–39.

Capítulo 18: Gramíneas del valle de La Paz

1. Renvoize, S. A. 1998. Gramíneas de Bolivia. The Royal Botanic Gardens, Kew. Londres, Inglaterra. 644 p.

2. Rúgolo de Agrasar, Z. E. & A. M. Molina. 1993. Sinopsis taxonómica del género *Agrostis* (Gramineae: Agrosteae) de Bolivia. Parodiana, 8(2): 129–151.

3. Villavicencio, X. 1995. Revision der Gattung *Deyeuxia* in Bolivien. Eine taxonomisch-anatomische Studie der in Bolivien auftretenden Arten der Gattung *Deyeuxia*. Dissertation, Freie Universität Berlin, Alemania.

4. Rojas Ponce, F. 1999. Revisión de las especies de la tribu Stipeae (Poaceae). Tesis para maestría, Universidad Concepción, Chile.

5. Negritto, M. A. & A. M. Antón. 2000. Revisión de las especies de *Poa* (Poaceae) del noroeste argentino. Kurtziana, 28(1):

95–136.

6. Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. 2014. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. 127(1–2): i–viii, 1–1744. In P. M. Jørgensen, M. H. Nee & S. G. Beck (eds.). Cat. Pl. Vasc. Bolivia, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
7. Beck, S.G. & E. Valenzuela. 1991. Anexo 2: Lista de especies vegetales. pp. 225-257. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
8. García, E., 1991. Adaptaciones morfológicas de las Plantas. pp. 169-180. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
9. Beck, S.G. & E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. pp. 65-108. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
10. Gonzales, J. 1997. Comunidades vegetales de morrenas pleistocénicas y holocénicas de los nevados Huayna Potosí, Mururata e Illimani, Cordillera Real, La Paz Bolivia. Tesis de licenciatura, UMSA, La Paz, Bolivia
11. Vargas, E. 1992. Estudio de la flora y vegetación de la cuenca del río Jillusaya (Prov. Murillo, La Paz) como base para futuro manejo. Tesis de Licenciatura, UMSA, La Paz, Bolivia.
12. Beck, S., A. Domic, C. García, R.I Meneses, K. Yager, S. Halloy. 2010. El parque nacional Sajama y sus plantas. Departamento de Oruro. La Paz, Bolivia. 250 p.
13. Estenssoro Cernada, E. S. 1991. Los bofedales de la cuenca alta del Valle de La Paz. pp. 109-121. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.
14. Ortuño, T., S. Beck & L. Sarmiento. 2006. Dinámica sucesión de la vegetación en un sistema agrícola con descanso largo en el Altiplano central boliviano. Ecología en Bolivia, 41(3): 40-70.
15. García, E. 1991. Flora de la ciudad de La Paz. pp. 151-168. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz, Bolivia.

Capítulo 19: Cactáceas del valle de La Paz

1. Borg, J. 1976. Cacti. A Gardener's Handbook for Their Identification and Cultivation. Blandford Press, 512 p.
2. Cárdenas, M. 1941. Los cactus de los alrededores de la ciudad de La Paz. Pp: 33-35. En M. Cardenas (ed), Contribuciones a la flora de Bolivia. Universitaria, Cochabamba.
3. Anderson, E. F. & U. Eggli. 2011. Das großeKakteen-Lexikon. 2 ed. Verlag: EugenUlmer K.G. Germany. 744 p.
4. Barbera, G.; P. Inglese & E. Pimienta-Barrios. 1995. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO. International Cooperation Network, Roma. 246 p.
5. Kiesling, R., L. J. Oakley, D. Metzing, N. Muruaga, A. S. Albesiano, N. Korotkova, L. Huaylla & N. Quispe A. 2014. Cactaceae. 127(1): 443–471. In P. M. Jørgensen, M. H. Nee & S. G. Beck (eds.) Cat. Pl. Vasc. Bolivia, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
6. Cárdenas, M. 1969. Disertaciones botánicas y amenidades biológicas. Los Amigos del Libro, Cochabamba. 229 p.
7. Hoffman W. 1995. Ethnobotany. Pp: 12–19. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta-Barrios (eds.) Agro-Ecology cultivation and use of cactus pear. FAO International Cooperation Network, Roma.
8. El Finti A., R. El Boullani, M. Fallah, F. Msanda & A. El Mousadik. 2013. Assessment of some agro-technological parameters of cactus pear fruit (*Opuntia ficus-indica* Mill.) in Morocco cultivars. Journal of Medicinal Plants Research. 7(35): 2574-2583.
9. Aragón, G. 1982. Cactáceas de los Alrededores de la ciudad de Arequipa. Boletín de Lima (separate): 3-22.
10. Pin A. B. & J. Simon. 2004. Guía ilustrada de los Cactus del Paraguay. SEAM-GreB. Asunción.198 p.
11. Alcoba, M. 2001. Estudio comparativo de los patrones de floración y polinización de *Austrocylindropuntia exaltata y Trichocereus brigdesii* (Cactaceae) en la comunidad de Khañuma del Valle de La Paz, Bolivia. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 47 p.
12. Hunt, D., N. Taylor & G. Charles. 2006. The New Cactus Lexicon, Volumes I and II: Descriptions and Illustrations of the Cactus Family. dh books, Milborne Port, England. 373 p.
13. Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. 2014. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. 760 p.
14. Albesiano, S. & R. Kiesling. 2012. Identity and neotypification of *Cereus macrogonus*, the type species of the genus *Trichocereus* (Cactaceae). Haseltonia 17: 24–34.

Capítulo 20: Familia Asteraceae (Compositae) del valle de La Paz

1. Bonifacino J. M., H. Robinson, V. A. Funk, H. W. Lack, G. Wagenitz, C. Feuillet y D. J. N. Hind. A History of research in Compositae: early beginnings to the Reading Meeting (1975). En:Funk, V. A.; Susanna A.; Stuessy T. F. & R. J. Bayer (Eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, Austria.965 pp.
2. Katinas L., D. G. Gutierrez, M. A. Grossi & J. V. Crisci. 2007. Panorama de la familia Asteraceae (=Compositae) en la República Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 42(1-2):113-129
3. Funk, V.; Susanna, A.; Stuessy, T. & H. Robinson. 2009. Classification of Compositae. Pp:171-189. En: Funk, V. A.; Susanna A.; Stuessy T. F. & R. J. Bayer (Eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, Austria.965 pp.
4. Heywood, V. 2009. Capitulo 2. The recent history of Compositae systematics: From daisies to deep achenes, sister groups and metatrees. p: 39-44. En: Funk, V. A.; Susanna A.; Stuessy T. F. & R. J. Bayer (Eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, Austria.965 pp.
5. Hind, N. 2009. An annotated preliminary checklist of the Compositae de Bolivia.Disponible en: http://www.kew.org/science/tropamerica/boliviacompositae/checklist.pdf

5a Jorgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck (Eds.) 2014.Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia. Monogr.Syst. Bot. Missouri Botanical Garden. 127(1-2):i-vii, 1-1744pp.

6. Jeffrey, C. 2009. Capitulo 8.Evolution of Compositae flowers.p: 131-138 En: Funk, V. A.; Susanna A.; Stuessy T. F. & R. J. Bayer (Eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, Austria.965 pp.
7. Valenzuela, E. 1993. Compositae. En: Killeen, T.; García, E. & S. Beck. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. Pp: 222-242.
8. Porter, C. Taxonomy of flowering plants. 1967. Taxonomy of flowering plants. Freeman and Company. San Francisco. Estados Unidos. 472 pp.
9. Cabrera, A. L. 1978. Flora de la Provincia de Jujuy. Parte X Compositae. Colección científica del INTA. Buenos Aires. 726 pp.
10. MacPeek M. A. & R. D. Holt. 1992. The evolution of dispersal in spatially and temporally varying environments. The American Naturalist. 140(6): 1010-1027.
11. Vitto, L. A. & E. M. Petenatti. 2009. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. Multiequina 18(2):87-115.
12. McDonnnell M. J. 2011. The history of urban Ecology, an ecologist´s perspective. En: Niemela J. (Ed.). 2011. Urban Ecology patterns, processes and applications. Oxford University Press. New York. 388 pp.
13. Pauleit S. & J. Breuste. 2011. Capítulo 1.1 Land-use and surface-cover as urban ecological indicators. En: Niemela J. (Ed.). 2011. Urban Ecology patterns, processes and applications. Oxford University Press. New York. 388 pp.
14. Simpson, B. 2009. Economic importance of Compositae.Capitulo 3. P:45-58. En: Funk, V. A.; Susanna A.; Stuessy T. F. & R. J. Bayer (Eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, Austria.965 pp.
15. Jones, S. B. 1988. Sistemática vegetal. Libros McGraw-Hill. México. 536 pp.
16. Montero, S. 2006. Propagación sexual de: Parastrephiaquadrangularis, y Baccharistricuneata en San José de Aymará-Huancavelica. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Perú, Lima. 108 pp. http://www.repositorio.lamolina.edu.pe
17. SECAB y COLCIENCIAS. 1983. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio “Andrés Bello”. Ed. Guadalupe Ltda. 250 pp.
18. Mabberley D. J. 1989.The plant book, a portable dictionary of the higher plants.Cambridge University Press. Great Britain. 707 pp.
19. Strasburger, E.; Noll, F.; Schenck, H.; & A. Schimper (Eds.). 1994. Tratado de Botánica. Octava edición castellana. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.1068 pp.
20. Pestalozzi, H. U. 1998. Flora ilustrada altoandina. Herbario Nacional de Bolivia, Herbario Forestal Nacional Martín Cárdenas. 244 pp.
21. Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Los amigos del libro. Cochabamba. Bolivia. 333 pp.
22. Cabrera, A. L. 1965. Revisión del géneroMutisia (Compositae). Opera Lilloana XIII. Tucumán, Argentina. 225 pp.
23. PIARFON, proyecto de investigación aplicada a los recursos forestales nativos. Sin año. Alternativas de sustentabilidad del bosque nativo del Espinal. Banco Mundial. Argentina. 45 pp.

Capítulo 21: Las plantas del valle de La Paz

1. Girault, L. 1987. Kallawaya, Curanderos Itinerantes de los Andes: investigación sobre prácticas medicinales y mágicas. UNICEF-OPS-OMS Edit. Quipus, La Paz. 670 p.

2. Funk, V. A. & S. A. Mori. 1989. A bibliography of plant collectors in Bolivia. Smithsonian Contr. Bot. 70: i–iii, 1–20.

3. Buchtien, O. 1910. Contribución Flora Bolivia. J. M. Gamarra, La Paz. 197 p.

4. Cárdenas, M. 1969. Disertaciones botánicas y amenidades biológicas. Los Amigos del Libro. Cochabamba. 229 p.

5. Díaz Romero, B. 1920. Florula pacensis, descripción de las plantas indígenas y exóticas de la hoya de La Paz. Boletín de la Dirección Nacional de Estadística y Estudios Geográficos. Segunda Época. Año III. Nos. 25-33.

6. Cárdenas, M. 1941. Los cactus de los alrededores de la ciudad de La Paz. p. 33-35. Contribuciones a la flora de Bolivia. Folia Universitaria, Cochabamba.

7. Beck, S.G. & R. Lara. 2014. Historia de las colectas y colectores. 127(1): 21–29. En P.M. Jørgensen, M.H. Nee & S.G. Beck (eds.) Cat. Pl. Vasc. Bolivia, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

8. García, E. & S.G. Beck. 2008. Reseña de la formación de colecciones botánicas y la creación del Herbario Nacional de Bolivia. p. 21-25. En: Belpaire de Morales (ed.). Memorias de 30 años (1978-2008) del Instituto de Ecología-UMSA. La Paz, Bolivia.

9. Beck, S.G. & E. Valenzuela. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. p. 225-257. En E. Forno & M. Baudoin (eds.) Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.

10. Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck (eds.).2014. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 127(1,2): 1-1741.

11. Brummitt R.K. & C.E. Powell. 1992. Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations. Royal Botanical Gardens, Kew. 732 p.

12. Melchior, H. (ed.) 1964. A. Engler´s Syllabus der Pflanzenfamilien mit besonderer Berücksichtigung der Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 12. Auflage. Vol. 2: 1-666.

13. APG III 2009.The Angiosperm Phylogeny Group III. (Brigitta Bremer, Kåre Bremer, Mark W. Chase, Michael F. Fay, James L. Reveal, Douglas E. Soltis, Pamela S. Soltis y Peter F. Stevens, además colaboraron Arne A. Anderberg, Michael J. Moore, Richard G. Olmstead, Paula J. Rudall, Kenneth J. Sytsma, David C. Tank, Kenneth Wurdack, Jenny Q.-Y. Xiang y Sue Zmarzty). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

14. Reveal, J.L. & M.W. Chase. 2011. APG III: Bibliographical information and synonym of Magnoliidae. Phytotaxa 19: 71-134.

15. García, E. 1991. Lista de nombres científicos y nombres comunes de las plantas. p. 271-289. En E. Forno & M. Baudoin (eds.) Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

16. Beck, S.G. & E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. p. 59-108. En E. Forno & M. Baudoin (eds.) Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.

17. Campell, D.G. 1989. The importance of floristic inventory in the tropics. p. 5-30. En D.G. Campell & H.D. Hammond (eds.) Floristic inventory of tropical countries: The status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendation for the future. New York Botanical Garden. New York.

18. Hemsley, W.B. & H.H.W. Pearson.1901.On a small collection of dried plants obtained by Sir Martin Conway in the Bolivian Andes. Journal of the Linnean Society of Botany 35: 78-90.

19. Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia 2ª. Edición. Los Amigos del Libro. Cochabamba. 333 p.

20. Fryxell, P.A. 1988. Malvaceae of Mexico. Systematic Botany Monographs 25: 1-522.

21. De Lucca, M. & J. Zalles. 1992. Flora medicinal boliviana. Diccionario Enciclopédico. Los Amigos del Libro. La Paz. 498 p.

22. Pestalozzi, H.U., M.A. Torrez, C. Villca & J. Nina. 1998. Flora ilustrada altoandina. Herbario Nacional de Bolivia, Herbario Forestal Nacional Martin Cárdenas. Cochabamba. 245 p.

23. Huaylla, H. & R. Lara. 2008. Guía Ilustrada de Plantas Silvestres del Parque Nacional Torotoro. Ed. Plural, La Paz. 446 p.

24. Rodríguez, D.L. 2008. El Valor Ecológico, Ornamental y de Uso Tradicional de las Especies Nativas de la Ciudad de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo. Instituto de Investigaciones y Postgrado. La Paz. 156 p.

25. Beck, S.G., A. Domic, C. García, R.I. Meneses, K. Yager & S. Halloy. 2010. El Parque nacional Sajama y sus plantas. Herbario Nacional de Bolivia. La Paz. 250 p.

26. Gutiérrez, J. 2013. Guía rápida para identificar la flórula del Centro de Investigación Villa Carmen. Herbario del Sur de Bolivia, Facultad de Ciencias Agrarias. Yotala. Sucre, Bolivia. 100 p.

27. Mercado, M., S. Arrázola, F. Gutiérrez, K. Ramírez & J. Gonzales. 2014. Guía ilustrada de especies forrajeras nativas de la zona andina en Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. 192 p.

28. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). 2012. LIBRO ROJO de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina. La Paz. 600 p.

29. Serrano M. 2009. Biodiversidad, Diagnostico. Servicio Nacional de Áreas Protegidas Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. Chuquisaca. 122 p.

30. Zenteno-Ruiz, F.S., S.G. Beck, R.P. López & S. Gallegos. 2009. Caracterización de la vegetación y de la diversidad florística de la cuenca alta del río Bermejo, Tarija: implicaciones para su conservación. p. 162-173. En: Beck et al. (Eds.). “Biodiversidad y

Ecología para la Conservación en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología". Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

31. Pardo de Santayana, M. & M.J. Macía. 2015. The benefits of traditional knowledge. Nature 518: 487-488.
32. Whitfield, J. 2012. Rare specimens. Nature 484: 436-438.
33. Kemp, C. 2015. The endangered dead. Nature 518: 292-294.
34. Paknia, O., H. Rajaeish & A. Koch. 2015. Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration. Gesellschaft für Biologische Systematik. Organism Diversity and Evolution DOI 10.1007/s13127-015-0202-1.

Capítulo 22: Especies ornamentales en el valle de La Paz

1. http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_ornamental
2. http://plantayflor.blogspot.com/plantas-ornamentales.html
3. Solomon, J.C. 1991. Árboles, arbustos y trepadoras leñosas de la ciudad de La Paz. En: Forno, E. & Baudoin, M. (eds.) Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. pp. 258-270. Instituto de Ecología - Universidad Mayor de San Andrés.
4. Arce A. y H. Weeda 1996. Manual de arbolado urbano de la ciudad de La Paz. 170 p.
5. Montero, J. C., D. Calvo & I. Montero. 2004. Árboles ornamentales nativos del oriente boliviano. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 39 p.
6. Rodríguez, D. 2008. El valor ecológico, ornamental y de uso tradicional de las especies nativas de la ciudad de La Paz. Editorial Quatro Hnos. La Paz, Bolivia. 156 p.
7. López, R. 2010. Los pisos de vegetación y la flora. En: Ergueta Sandoval, P y K. Aranda Álvarez (Eds.). Transitando la diversidad: Paisajes Naturales y Culturales del Municipio de La Paz. FUNDESNAP. pp. 21-35.
8. Jørgensen P., M. Nee & S. Beck (Eds.). 2014. Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Volúmenes. 1 y 2. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, U.S.A.
9. García, E. Lista de nombres científicos y comunes de las plantas. En: Forno, E. & Baudoin, M. (eds.) Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. pp. 271-289. Instituto de Ecología - Universidad Mayor de San Andrés.
10. Base de datos TROPICOS del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org/Name).
11. Base de datos TROPICOS del Missouri Botanical Garden. Bolivia Cheklist (http://tropicos.org/NameSearch.aspx?projectid=13).
12. Bown D. 1995. Enciclopedia de las Hierbas y sus Usos. Ed. GRIJALBO, S.A. Barcelona España. 424 p.
13. Brickell C. 1996. Enciclopedia de Plantas y Flores. Ed. GRIJALBO, S.A. Barcelona España. 634 p.
14. Cheers G. (ed.). 2006. Botánica. Guía ilustrada de plantas. Más de 10.000 especies de la A a la Z y cómo cultivarlas. Ed. Könemann. Barcelona. 1024 p.
15. Dimitri, M. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I y II Ed. ACME S.AC.I. Buenos Aires.
16. Ferrari Hnos. arboricultores. 2000. Guía descriptiva de nuestra producción. Editorial Ferrari Hnos. S.A. Argentina. 216 p.
17. Houdret J. 2003. Practical Herb Garden. London. 256 p.
18. Hurrel J. A. & D.H. Bazzano. 2003. Arbustos 1 Nativos y exóticos. Biota Rioplatense VIII. Edición L.O.L.A (Literature of Latin America). Buenos Aires- República Argentina. 264 p.
19. Hurrel J.A., D.H. Bazzno & G. Delucchi. 2004. Arbustos 2 Nativos y exóticos. Biota Rioplatense IX. Edición L.O.L.A. (Literature of Latin America). Buenos Aires- República Argentina. 288 p.
20. Killeen, T.J., E. García & S.G. Beck (Eds.) 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz. 58 p.
21. Kindersley D. 1996. Enciclopedia de las hierbas y sus usos. Grijalbo Mondadori S.A. Barcelona España. 424 p.
22. Lahitte H., J. Hurrell. 1999. Árboles Urbanos. Biota Rioplatense IV. Edición L.O.L.A (Literature of Latin America). Buenos Aires-República Argentina. 320 p.
23. Lanzara P. & M. Pizzetti. 1979. Guía de árboles. Ed. Grijalbo S.A. Primera Edición. Barcelona España. 300p.
24. Lanzara P. & M. Pizzetii. 1979. Ediciones GRIJALBO, S.A. Barcelona España. 382 p.
25. Lunarda C. 1988. Guía de arbustos. Ediciones GRIJALBO, S.A. Barcelona España. 258 p.
26. Mabberley D.J. 1987. The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press. New York, USA. 707 p.
27. Santolalla F. 1999. Guía de los Árboles de la Península Ibérica y Baleares. Ed. BLUME. Barcelona España. 242 p.
28. Ulibarri E.A., E. V. Gomez, A.M. Cialdella, R. Fortunato & D. Bazzano. 2002. En: Hurrel J.A. & H.B. Lahitte (eds.). Leguminosas Nativas y exóticas. Biota Rioplatense Volumen VII. Edición L.O.L.A (Literature of Latin America). Buenos Aires-República Argentina. 320 p.
29. Valla J.J., L.S. Jankowski, D. Bazzano & A.J. Hernández Lahite H.B., J.A. Hurrel, J.J. Valla. 1999. En: Hurrel J.A. & H.B. Lahitte (eds.). Árboles Urbanos. Biota Rioplatense Volumen IV. Edición L.O.L.A (Literature of Latin America). Buenos Aires-República Argentina. 320 p.

Capítulo 23: Cultivos vegetales nativos e introducidos

1. Higham C. 1974. Los primeros agricultores y las primeras ciudades. AKAL, Madrid. 48 p.
2. León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. IICA, San José. 522 p.
3. Racancoi, V. 2006. Socio-Economía Maya precolombina. Segunda edición. Guatemala. 111 p.
4. De la Llata, M. 2006. Ecología y medio ambiente. Editorial Progreso. México. 233 p.
5. Temoche, P. 2008. Breve historia de los Incas. Madrid. 238 p.
6. Aguila, M. R. Vilches. 2002. Terrazas Agrícolas. Una estrategia cultural y tecnológica de desarrollo rural andino. Investigaciones Regionales Potosí, no. 4. Bolivia. 203 p.
7. Valdez F. 2006. Agricultura ancestral camellones y albarradas. Contexto social, usos y retos del pasado y del presente. 1ra edición. Quito. 363 p.
8. Garrido, M. 2001. Historia de América Andina. Primera edición. Editorial Ecuador. Quito. 423 p.
9. Rojas, F. 2001. Catálogo de plantas. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, La Paz. 78 p.
10. Ochoa, C.M. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Primera edición. Plural, La Paz. 535 p.
11. Haans, S. 2006. Catálogo de Variedades de papa nativa a de Huancavelica-Perú. Metrocolor, Centro Internacional de la Papa (CIP), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH), Lima. 206 p.
12. Iriarte V., B. Condori, D. Parapo & D. Acuña. 2009. Catalogo Etnobotánico de papas Nativas del Altiplano Norte de La Paz-Bolivia. PROINPA, Cochabamba. 142 p.
13. Medinaceli, X. 2000. ¿ La Paz, ciudad de cerros o de ríos?. Universidad Católica Boliviana. Rev. Ciencia y Cultura, La Paz. 43-54 p.
14. Vavilov, N. 1951. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Ciencias Biológicas y Agronómicas. Acme Agency. Buenos Aires. 185 p.
15. Mansfeld, R. 1986. Verzeichnis landwirtschaftlicher und gartnerischer Kulturpflanzen. Berlin Heidelberg New York Tokyo. 4 Tomos.

Capítulo 24: Interacciones entre plantas y animales

1. Alma, A.M., R.G. Pol., L.F. Pacheco & D.P. Vázquez. 2015. No Defensive Role of Ants throughout a Broad Latitudinal and Elevational Range of a Cactus. Biotropica,47(3): 347-354.
2. Aparicio, J. 2012. Ecología de la reproducción de *Liolaemus ornatus* en el Altiplano central de Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
3. Baudoin, M.J. & L.F. Pacheco. 1991. Reptiles. P. 421-452. En: Forno, E & M. Baudoin (Eds.).Historia Natural de un Valle en los Andes, La Paz. Quipus, La Paz, Bolivia.
4. Branch, L.C., J.L. Hierro & D. Villarreal. 1999. Patterns of plant species diversity following localextinction of the plains vizcacha in semi-arid scrub. Journal of Arid Environments, 41: 173 -182
5. Del Valle, J.C., M.I. Lohfelt., V.M. Comparatore., M.S. Cid & C. Busch. 2001. Feeding selectivity and food preference of *Ctenomys talarum* (tuco-tuco). Mammalian Biology, 66:165-173
6. Escobar, T. M. 2014.Efectividad de la polinización diurna y nocturna en el cactus columnar *Echinopsis lageniformis* (Förster) H. Friedrich & G. D. Rowly (Cactaceae) en un valle seco de La Paz. Tesis de licenciatura Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
7. Esquivel, P. 2004. Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. Agronomía Mesoamericana, 15(2): 215-219.
8. Fjeldså, J. 1996. Family Thinocoridae (Seedsnipes). p. 538–545. En: del Hoyo, J., A. Elliott& J. Sargatal (Eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, Spain.
9. Fleming, T.H. & V. Sosa.1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. Journal of Mammalogy, 75: 845-851.
10. Flores, Y., L. Salcedo & G.R. Almanza. 2011. Estudios químicos. P. 169-224.En: G.R. Almanza-Vega, G.R.& L. Salcedo Ortiz (Eds.). De la planta al medicamento. Investigaciones de *Baccharis latifolia* (chilca). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
11. Galeón, R. 2012. Dieta y Patrones de movimiento de *Anoura geoffroyi* que habita la gruta de San Pedro en Sorata (La Paz, Bolivia). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
12. Goulson, D., E. Nicholls., C. Botías & E.L. Rotheray. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, andlack of flowers. Science, 347(6229): DOI: 10.1126/science.1255957-1.
13. Guerra, J.F., A.F. Guerra & y.A. Guerra. 2013. Mariposas diurnas del Valle de La Paz. Universidad Tecnológica Boliviana, La Paz, Bolivia.
14. Gutierrez, J.P. 2013. Biología de la polinización de *Oreocereus fossulatus* (Cactaceae), una especie endémica de los andes tropicales de Bolivia. Tesis de Licenciatura.Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
15. Inouye, D.W. 1980. The terminology of floral larceny. Ecology, 61:1251–1253.
16. Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España.
17. Irwin, R.E., J.L. Bronstein., J.S. Manson & L. Richardson. 2010. Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 41:271-292.

18. Kear, J. 2005. Ducks, Geese and Swans: Species accounts (Cairina to Mergus) (Vol. 2). Oxford University Press, Oxford, U.K.
19. Larrea-Alcázar, D.M. & R.P. López. 2008. Seed germination of *Corryocactus melanotrichus* (K. Schum.) Britton & Rose (Cactaceae): an endemic columnar cactus of the Bolivian Andes. Ecología en Bolivia, 43: 135-140.
20. Maldonado, D.E., L.F. Pacheco & L.V. Saavedra. 2014. Legitimidad en la dispersión de semillas de algarrobo (*Prosopis flexuosa*, Fabaceae) por zorro andino (*Lycalopex culpaeus*, Canidae) en el valle de La Paz (Bolivia). Ecología en Bolivia, 49(2): 93-97
21. Mendieta-Aguilar, G., L.F. Pacheco & A.I. Roldán. 2015. Dispersión de semillas de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) por frugívoros terrestres en Laguna Azul, Beni, Bolivia. Acta Amazónica, 45(1): 45 – 56
22. Mann, G. 1978. Los Pequeños Mamíferos de Chile - G. Mann. Gayana Zoologìa, (49): 1-341
23. Mercado, I & J. Miralles. 1991. Mamíferos. Pp. 293-34. En: Forno, E & M. Baudoin (eds). Historia Natural de un valle en Los Andes, La Paz. . Quipus, La Paz, Bolivia.
24. Ortiz, P.E. & J. P. Jayat. 2015. Genus *Neotomys.* p. 99-101.En: Patton J.L., U.F.J. Pardiñas & G. D'Elia (Eds). Mammals of South America, Volume 2: Rodents. The University of Chicago Press, Chicago and London.
25. Pearson, O.P. 1951. Mammals in the highlands of southern Peru. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 103: 117-174.
26. Rojas, A.2012. Sistema reproductivo y demografía floral de *Corryocactus melanotrichus* en un valle seco de La Paz, Bolivia. Tesis Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
27. Rosi, M.I., M.I. Cona., F. Videla., S. Puig., S.A. Monge & V. Roig. 2003. Diet selection by the fossorial rodent *Ctenomys mendocinus* inhabiting an environment with low food availability (Mendoza, Argentina). Studies in Neotropical Fauna and Environment, 38:159-166.
28. Simpson, B.B., J. L. Neff & A. R. Moldenke. 1977. Prosopis flowers as a resource. p. 84-107. En: B.B. Simpson (Ed.). Mesquite. Its biology in two desert ecosystems, Dowden., Hutchinson y Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, USA.
29. Taylor, P.B. 1996. Family Rallidae (Rails, Gallinules and Coots). Pp. 208-209. En: J. del Hoyo., A. Elliott & J. Sargatal (Eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
30. Villagra, P.E.2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. MULTEQUINA, 9(2): 21-37.

Capítulo 25: Insectos del valle de La Paz

1. Triplehorn, C.A. & N.F. Johnson. 2005. Borror and DeLong´s introduction to the study of insects. Seventh Edition.864 p.
2. Moore, J. 2006. An introduction to the invertebrates. Second Edition. Cambridge University Press, New York. 339 p.
3. Grimaldi, D. & M.S. Engel. 2005. Evolution of the insects. First Edition, Cambridge University Press, New York. 770 p.
4. Speight, M.R., M.D. Hunter & A.D. Watt. 2008. Ecology of insects: concepts and applications. Second Edition. Wiley-Blackwell. Pordicherry.
5. Gillott, C. 2005. Entomology.3° Edition, Netherlands
6. Amat, G. 2007. Fundamentos y métodos para el estudio de los Insectos. Primera edición, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 162 p.
7. Samways, M.J. 2005.Insect Diversity Conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
8. Foottit, R.G. & P.H. Adler (Eds.). 2009. Insect biodiversity, Science &Society. First edition, Wiley-Blackell. 642 p.
9. Schowalter, T.D. 2006. Insect ecology an ecosystem approach. Second edition.Academic Press, 574 p.
10. Pinto, J. 1991. Invertebrados Acuáticos. En Forno, E.& M. Baudoin (eds).Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología - UMSA. La Paz.
11. De La Fuente, J.A. 1994. "Zoología de Artrópodos"Ed. Mc GRAW- HILL INTERAMERICANA DE ESPAÑA, Madrid.
12. Koya, F. 1983. Algunos aspectos ecológicos de los formícidos de la puna seca semiárida del altiplano boliviano. Tesis de licenciatura en biología, UMSA, La Paz. 116 p.
13. Lambert, B. 1999. Feeding Brhavior in Odonata. Disponible en: www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en507/papers_1999/lambert.pdf
14. Alonso–Mejia, A. & M. Marquez. 1994. Dragonfly Predation on Butterflies in a Tropical Dry Forest. Biotrópica 26(3): 341-344.
15. Esquivel,C. 1997. Orden Odonata (Libélulas, pipilachas) En Solís, A. (ed.) Las familias de insectos de Costa Rica. INBIO. Disponible en: w.w.w.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto228.html.
16. Suárez, M.L., R. Vidal - Alarca, A.G. Soler &C. Montes. 1986. Composición y estructura de una comunidad de larvas de Odonatos (Zygoptera e Anisoptera) en un río del SE de España: Cuenca del Río Mula (Río Segura). Anales de Biología,8. (Biología Ambiental, 2): 53-63.
17. Roldán, G. 1988 "Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía". Universidad de Antioquía, Centro de investigaciones, CIEN - FEN. Colombia. pp:39-77.
18. García, I. Vivar, R. Quezada, J y Huamán, P. 1996. Insectos acuáticos biorreguladores de larvas de mosquito presentes en los "Pantanos de Villa" Lima, Perú. Rev. Cubana medicina tropical. 48(3): 227-228.
19. Dejoux, C. 1991. Los insectos. Pp 371-386. En C. Dejoux & A. Iltis (Ed.). El Lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM-HISBOL, La Paz.
20. Von Ellenrieder, N. 2009. Rhionaeschna peralta. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Disponible en: www.iucnredlist.org.
21. Hurtado, R. no publicado. Variación del número de individuos de Aeshna sp. ySympetrum sp. (Odonata) según factores ambientales durante dos épocas en un estanque de La Paz – Bolivia. 17p.
22. Hurtado, R., F. Miranda & N. Quispe. No publicado. Densidad de larvas de libélulas (INSECTA: ODONATA) en cuatro hábitats de lagunas naturales del Campus Universitario de Cota Cota – La Paz, Bolivia. 5p.
23. Silsby, J. 2001. Dragonfly of the world.The Natural History Museum. Washington, DC. 216 p.
24. Moore, T. & T. Lander. 2004. Género y especie nuevas de al tribu Stigmoderini (Coleoptera: Buprestidae) en América. Revista Chilena de Entomología 30(1)17-19.
25. Nonveiller, G. 1963. Catalogue of the Mutillidae, Myrmosidae and Bradynobaenidae of the Neotropical Region including Mexico

(Insecta: Hymenoptera). SPB Academic Publishing bv, The Netherlands, pp. 1–150.
26. Gonzales, V. H. 2006. Dos especies nuevas de abejas de la ciudad de Bogotá (Colombia). Rev. Colom. Entomol., 32:93-96.
27. Nates-Parra, G. 2000. Abejas silvestres de Colombia: porque y como conservarlas. Acta Biológica Colombiana. Vol.5 No. 2.
28. Dávila, M. F., M. S. Ortiz & I. R. de Huiza. 1980. Presencia de abeja africanizada en el Peru. Revista Peruana de Entomología, 23(1): 125-127.
29. Mirillon, H. E. 1973. A monograph of the western hemisphere bumblebees (Hymenoptera: Apidae: Bombinae). Ibid., 91: 239-333.
30. Rasmussen, C. 2003. Clave de identificación para las especies peruanas de Bombus Latreille,1809 (Hymenoptera: Apidae), con notas sobre su biología y distribución. Revista Peruana de Entomoloía, 43:31-45
31. Abrahamovich, A.H., N.B. Diaz& J. J. Morrone. 2004 Distributional patterns of the neotropical and Andean species of the genus Bombus (Hymenptera: Apidae). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 20(1): 99-117.
32. Williams, P. H. 1985. A preliminary cladistic investigation of relationship among the bumblebees (Hymenoptera, Apidae). Systematic Entomology, 10:239-255.
33. Williams, P.H. 1998. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.), 67: 79-152.
34. Abrahamovich, A.H. & N.B. Diaz. 2002. Bumble bees of the Neotropical Region (Hymenoptera: Apidae). Biota Colombiana, 3: 199-214.
35. Raw. A. 2002. New combinations and synonymies of leafcutter and mason bees of the Americas (Megachile, Hymenoptera, Megachilidae). Zootaxa, 7: 1-43.
36. González, V.H., M. Ospina & D. J. Benett. 2005. Abejas altoandinas de Colombia, Guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. 85p.
37. Michener C. D. 2000. The Bees of the World. Johns Hopkins University Press; Baltimore, Maryland. p. xiv+ [1]+913.
38. Michener, C.D. 2007.The bees of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 913p.
39. Alcock, J., G.C. Eickwort, &K. R. Eickwort. 1977. The reproductive behavior of Anthidium maculosum(Hymenoptera: Megachilidae) and the evolutionary significance of multiplecopulations by females. Behavioral Ecology and Sociobiology,2 (4): 385-396.
40. Severinghaus, L.L., B.H. Kurtak, &G.C. Eickwort 1981. The reproductive behavior ofAnthidium manicatum (Hymenoptera: Megachilidae) and the significance of size forterritorial males Behavioral Ecology and Sociobiology, 9(1): 51-58.
41. Altamirano, R. G. 1991. Las abejas, avispas y moscas polinizadoras más importantes. En: E. Forno & M. Baudoin (Eds.). Pp. 499-507. Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. La Paz.
42. Vélez-Ruiz, R. I. 2009. Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis para optar al título de Magister en Ciencias – Entomología. Medellín, 365p.
43. Ospina, M. 2000. Abejas carpinteras (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) de la Región Neotropical. Biota Colombiana1, (3) 239-252.
44. Roubik, D.W. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press. 514p.
45. Michener, C.D., R.J. McGinley & B.N. Danforth. 1994. The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea) Smithsonian Institution Press. 209p.
46. Cruz, S. 1996. Abejas carpinteras de Colombia (Hymenoptera: Apidae). Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
47. Fernández, F. (Ed.). 2003. Introducción a las hormigas de la regiónNeotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. 398 p.
48. Jaffé, K. C. 2004. El mundo de las hormigas. Ediciones de la universidad Simón Bolívar, Caracas. 148p.
49. Wilson, E.O.1952. The Solenopsis saevissima Complex in South America (Hymenoptera: Formicidae). Departament of Zoology and Entomology – University of Tennessee.
50. Trager, J.C. 1991. A revision of the fire ants, Solenopsisgeminata (Hymnoptera: Formicidae: Myrmicinae), J. New York Entomology Society, 99(2):141-198.
51. Porter, S. D. 1998. Biology and behavior of Pseudacteon decapitating flies (Diptera: Phoridae) that parasitize Solenopsis fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Fla. Entomol.,81: 292-309.
52. Lofgren, C. S., W. A. Banks, & B. M. Glancey. 1975. Biology and control of imported fire ants. Annu. Rev. Entomol., 20: 1-30.
53. Taber S.W. 2000. Fire Ants. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 308p.
54. Silva, E.J. & Loeck, A.E. 1999. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. Rev. Bras. Agroc., 5: 220-224.
55. Aduviri, A. & P. Román (en prep.). 2007. Hibernación en época seca de Solenopsis interrupta y Azteca sp. en el campus universitario de Cota Cota, La Paz – Bolivia.
56. Chirino, M. G., P.J. Folgarait & L. E. Gilbert. 2006. Comportamiento de agresividad de Solenopsis invicta (Hymenoptera: Formicidae) asociado a su forma social. XXII Reunión Argentina de Ecología. Córdoba.
57. Carpintero, D.J.2003. La Solenopsis saevissima (F. smith), La problemática en Argentina y en otros países.
58. Morales, C., M. Candioti, V. Balbin, M. Bahia & C. Bunge. 1890. Anales de la Sociedad Cientifica Argentina. Tomo XXIX. Buenos Aires.
59. Escobar, M. 2014. Efectividad de la polinización en el cactus columnar Echinopsis lageniformis, en Valles Secos de La Paz. Tesis para optar el titulo de licenciatura en Biología. La Paz
60. Miranda, B. & P. De la Quintana (en prep.). 2014.Interacción entre Eilica sp. (Arachnida: Gnaphosidae) y Camponotus cf. termitaria (Hymenoptera: Formicidae) en el Valle de La Paz. La Paz.
61. Fernández, f.& S.Sendoya. 2004. List of Neotropical Ants (Hymenoptera: Formicidae). Revista Biota Colombiana, 5(1): 3-93.
62. Shattuck, S. O. 1992. Generic revisión of the ant subfamily Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, 21(1): 18-37.
63. Hernani, L., D. Calvimontes & D. Maldonado (en prep.). 2011. Preferencia de semillas en la dieta de las Azteca sp. (Hymenoptera: Formicidae), en época de transición en dos tipos de vegetación del Campus Universitario de Cota Cota (La Paz - Bolivia). La Paz.
64. Wild, A.L. 2007. Taxonomic revision of the ant genus Linepithema (Hymenoptera: Formicidae). Univ. Cal. Pub. Entomol.,126:1-120.
65. Mackay, W. P.1990.The biology and economic impact of Pogonomyrmex harvester ant. Pp. 533-543 in: R. K. Wandermeer, K. Jaffé and A. Cedeño (eds.). Applied Myrmecology; a world perspective. Westview, Boulder, Colorado.
66. Kusnezov, N. 1959. La fauna de hormigas en el oeste de la Patagonia y tierra del fuego. Act. Zool. Lill., 17:321-401.
67. Kempf, W.W. 1972. Cata´logo abreviado das formigas da regia˜o neotropical. Stud.Entomol., 15:3–344.

68. Smith, D.R. 1979. Superfamily Formicoidea. pp. 1323- 1467 In: K.V. Krombein, P.D. Hurd Jr. and D.R. Smith (eds) Catalog of Hymenoptera in America North of México. Smithsonian, Washington.
69. Lattke, J.E. 1990. Una nueva especie de Pogonomyrmex Mayr de selva húmeda tropical. Revista de Biología Tropical, 38: 305-309.
70. Kempf, W.W. 1973. A revisión of the Neotropical myrmicine ant genus Hylomyrma Forel (Hymenoptera: Formicidae). Stud. Entomol. N. s., 16:225-260.
71. Bohart, R.M. & A.S. Menke. 1976. Sphecid wasp of the World, a Generic Revision. Univ. of California Press, Berkeley & Los Angeles. 695p.
72. Shalan, R. A., M. S. Abdul-Rassoul & I. K. Kaddou. 2013. A new species of Ammophila Kirby, 1798 with identification key to species of Ammophilini (Hymenoptera: Sphecidae: Specinae) in Iraq. Advances in Bioresearch, 4(1): 12-27.
73. Buys, S.C. 2006. Nesting behavior and larval biology of Prionyx fervens (Linnaeus) (Hymenoptera, Sphecidae) from Brazil. Revista Brasileira de Zoología, 23(2): 311-313.
74. Schmid-Egger, C. 2011. Order Hymenoptera, families Crabronidae and Sphecidae. Arthropod fauna of the UAE, 4: 488–608.
75. Carpenter, J. M. 1996. Distributional Checklist of Species of the Genus Polistes (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Polistini). American Museum Novitates 3188. 39p.
76. Barthélémy, C. 2008. A provisional identification guide to The Social Vespids of Hong Kong (Hymenoptera: Vespidae). Disponible en: www.insectahk.com/HK-Vespids.Rev.M%20Web.pdf.
77. Ceballos, C. 1941. Las tribus de los Himenópteros de España. Instituto Español de Entomología. Madrid. 420p.
78. Vardy, C.R. 2000. The new world tarantula-hawk wasp genus Pepsis Fabricius (Hymenoptera: Pompilidae). Part 1. Introduction and the P. rubra species-group. Zool. Verh. Leiden, 332: 3-86.
79. Pérez, V. 2007. Avispas arañeras (Hymenoptera: Pompilidae) de la región de Magallanes: Nuevos registros, clave de identificación de especies y distribución geográfica. Anales Instituto Patagonia (Chile), 35(2): 21-28.
80. Gareca, Y., Forno E., Pyrcz T., Willmott K. & S. Reichle. 2006. Mariposas diurnas de Bolivia. (Eds. Gareca, Y. & S. Reichle). Primera Edición, PROMETA. 108p.
81. CEPAL. 2007. “Panorama social de América Latina 2007”, División de Desarrollo Social y la División de Estadística y Proyecciones Económicas. Informe sobre Desarrollo Humano en Bolivia. Santiago. Pp.91-122.
82. Garlepp, G. 1892. BriefausBolivien. Deutsche Entomologische Zeitschrift, “Iris”, 5(2): 273-276.
83. Weymer, G. & P. Massen. 1890. Reis And Stububel, Reinsen in Sud-Amerika, Lepidopterengesammelt auf einerreisedurch Colombia, Ecuador, Perú, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 18681877 von AlphonsStubel. Pages I-XI, 1-3; ErsteAbtheilung, Die gesammeltenArten in geographischerAnordnungnachLandern und Reiserouten, Berlin. p. 5,9,10-101; index, pp. 173-182.
84. Weeks, A.G. 1905.Illustrations of Diurnal Lepidoptera. Boston. The University Press, Cambridge, USA. 106p.
85. Fassl, A. H. 1920. Meine Bolivia-Reise – EntomologischeRundschau 37(3), pp. [10-11; (4)15-16; (5)17-18; (6)22-23; (7)].
86. Forster, W. 1955. Beitragezur Kenntnis der Insekten fauuna Boliviens part 1: Einleitung, Lepidoptera 1. Veroffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung Munchen, 3:81-159, plates 25-33.
87. Forster, W. 1958. De Tier geographischen Verhaltnisse Boliviens. Proceedings of the Tenth
88. Forno, E.1988, Distribución y ecología de las mariposas (Lepidóptera: Rhopalocera) del Valle de La Paz, Bolivia. Tesis para optar el título de licenciado en la Carrera de Biología. La Paz
89. Aguirre, D. 2004. Estructura de la comunidad de cuatro familias de mariposas, a lo largo de un gradiente altitudinal (correspondiente a cinco pisos bioclimáticos) en la Cuenca Oeste del Río Ichilo de Cochabamba. Tesis de grado de Licenciatura.U.M.S.S. Cochabamba.
90. Paz-Soldán, L.A. 2005. Estructura de la comunidad de lepidópteros en dos bosques fragmentados de Polypelis besseri en Sacha Loma, Cochabamba, Bolivia. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San simón, Cochabamba. 65p.
91. Quinteros, R. 2005. Riqueza y diversidad de lepidópteros en un fragmento de bosque de Polylepis besseri con distintos grados de intervención humana en San Miguel, Provincia de Quillacollo-Cochabamba. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología, Universidad mayor de San Simón, Cochabamba. 93p.
92. Pinto, C. 2006. Ensamblaje de mariposas diurnas en cinco tipos de bosque (Kewiña, Pino, Eucalipto, Pino-Eucalipto-Kewiña) del Parque Nacional Tunari, Cochabamba – Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba.
93. Guerra-Serrudo, J.F., Guerra-Cazón, A.F. & Y.A. Guerra-Cazón. 2013. Mi Guía de mariposas del Valle de La Paz. Universidad Tecnológica Boliviana. La Paz – Bolivia. 142p.
94. Forno, E. 1991. Mariposas. Pp. 481–497 en: Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.). Instituto de Ecología UMSA. La Paz, Bolivia. International Congress of Entomology, 1:843-846.
95. Hodges, R.W. 1971. Sphingoidea. In: Dominick, R.B. et al. (Eds.) Moths of America north of Mexico, volume 21. E.W. Classey Limited, London. 158p.
96. D’ Abrera, B. 1986. SphingidaeMundi. Hawk moths of the world.Faringdon, UK E. W. ClasseyLtd., 226p.
97. Scoble, M.J. 1995. The Lepidoptera: Form, Function and Diversity (2nd edition). Oxford University Press & Natural History Museum London.ISBN, 0-19-854952-0.
98. Fernández, F. 1978. Lista preliminar de los Sphingidae de San Carlos de Río Negro, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Boletin de Entomología Venezolana, 1(2):21-24.
99. Schreiber, H. 1978. Dispersal centres of Sphingidae (Lepidoptera) in the Neotropical Region. Biogeographica, 10: 1-195.
100. Zumbado, M. A. 2006. Dipteros de Costa Rica y la América tropical. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Costa Rica, pp-1-17.
101. Amat, E., M.C. Velez & M, Wolff. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia.Illustrated key for identification to genera and species of blowflies (diptera: Calliphoridae) of Colombia. Caldasia,30: 231-244.
102. Wolff, M.E.2009. Descripción y clave de los estadio inmaduros de las principales especies de Calliphoridae (Diptera) de importancia forense en Colombia. Neotropical Entomology, 83(3):418-429.
103. Wolff, M.E. 2010. Los Calliphoridae (Diptera).Boletín de museo entomológico Francisco Luis Gallego, (2):1-5.
104. Oliva, A. 1997. Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina). Primera lista ilustrada y datos bionómicos. Revista del Museo argentino de Ciencias naturales “Bernardino Rivadavia”,Instituto Nacional de ciencias naturales, 7(2):13-59.
105. Segura, N.A., M. A. Bonilla, W. Usaquén & F. Bello. 2011. Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in

Bogotá DC. Medical and Veterinary Entomology,25: 46-52.
106. Rossi, G.C., J.C. Mariluis, J.A. Schnack & G.R. Spinelli.2002.Dipteros vectores (Culicidae y Calliphoridae) de la provincia de Buenos Aires.53p.
107. Yusseff, V.S.Z. 2006. Entomología forense: los insectos en la escena del crimen. Revista Luna Azul, 23:1-8.
108. Mariluis, J.C., J. A. Schnack, P. P. Mulieri & L.D. Patitucci. 2008. Calliphoridae (Diptera) from wild, suburban, and urban sites at three southeast Patagonian localities. Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina, 67(1-2):107-114.
109. Wolff, M. 2010. Los Calliphoridae (Diptera). Pp. 5-10. En: Boletín del museo entomológico Francisco Luis Gallego. Vol. 2. Nro.2.
110. Trigo, A.V. 2006. Descripción de las larvas II, III y el pupario de Compsomyiops fulvicrura (Diptera: Calliphoridae). Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina, 65(1-2):87-99.
111. Mariluis, J.C.2002.Calliphoridae de la Argentina. Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Diptera, Insecta). En serie de enfermedades transmisibles Actualización en Artropodología Sanitaria Argentina. Pp 23-37.
112. Figueroa-Roa, L. & A. Linhares. 2002. Systematics, morphology and physiology. Sinantropia de los Calliphoridae (Diptera) de Valdivia, Chile. Neotropical Entomology, 31(2):233-239.
113. Rossi, G.C., J.C. Mariluis, J.A. Schnack & G.R. Spinelli.2002.Dípteros vectores (Culicidae y Calliphoridae) de la provincia de Buenos Aires.La Plata. 53p.
114. Schnack, J.A., & J.C. Mariluis. 2004. Calliphoridae (Diptera) from Southeastern Argentinean Patagonia: species composition and abundance. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina, 63(1-2):85-91.
115. Carvalho, C.J. & C.A. Mello-Patiu. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of diptera in south America. Revista Brasileira de Entomología, 52(3):390-406.
116. Rossi, G.C., J.C. Mariluis, J.A. Schnack, G.R. Spinelli.2002.Dípteros vectores (Culicidae y Calliphoridae) de la provincia de Buenos Aires. La plata.53p.
117. Bonatto, S.R. & C.J.Carvalho.1996. Análise morfologica das formas imaturas de Sarconesia chlorogaster (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae, Toxotarsinae). Revista Brasilera de Zoología,13(3):707-726.
118. Moura, M.O. & S.R. Bonatto. 1999. Analise de sobrevivencia e estimativa de entropía para Sarconesia chlorogaster (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae).Revista Brasilera de Zoología, 16:221-226.
119. Carvalho, C.J. & C.A. Mello-Patiu. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. Revista Brasileira de Entomología, 52(3):390-406.
120. Horestein, M.B., M.I. Arnaldos, B. Rosso &M.D. García. 2005.Estudio preliminar de una comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. Anales de Biología, 27:192-201.
121. Oliva, A. 2001.Entomologia forense en la Argentina. Pp.51-60. En: Monografía de serie de enfermedades transmisibles. Actualización en Artropodología Sanitaria Argentina.
122. Mariluis, J.C. & J.A. Schnack. 2001. Calliphoridae de la Argentina. Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Diptera, Insecta). Pp 22-37. En: Monografía de serie de enfermedades transmisibles (2). Actualización en Artropodología Sanitaria Argentina. Mundo Sano. Buenos Aires.
123. Oliva, A. 2001. Miasis en la Argentina. Pp.45-50. En: Monografía de serie de enfermedades transmisibles. Actualización en Artropodología Sanitaria Argentina.
124. Dear, J. 1985.A revision of the world Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). Rev Bras Zool., 3: 109-169.
125. Thompson, F.C. 1997. Revision of the Eristalis flower flies (Diptera: Syrphidae) of the Americas South of the United States. Proc. Entomol. Soc. Wash., 99(2): 209-237.
126. James, S. H. 1914. Diptera of Middle America: Family Syrphidae. The Ohio Journal of Science, Vol 14(8).
127. Bellinger, P. F., K. A. Christiansen & F. Janssens. 2009. Checklist of the Collembola of the World.Disponible en: www.collembola.org
128. Vacaflores-Argandoña, M.R. 2013. Densidad de colémbolos bajo cultivo de repollo, a tres profundidades del suelo, durante una campaña agrícola en la localidad de Huaricana, Municipio Mecapaca (La Paz - Bolivia). Tesis de grado, Carrera de Biología, UMSA. La Paz.
129. Palacios-Vargas, J. G. 2000. Los colémbolos en los ecosistemas Mexicanos. Biodiversitas, 5 (29):12-14.
130. Garza, M. 2003. Efecto de las prácticas agrícolas sobre la mesofauna edáfica con énfasis en Collembola. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F.
131. Ávila-Ávila, D. & Y. Jaramillo. 2009. Composición de la Clase Collembola en un bosque altoandino de la vereda Noruega Alta, Silvania, Cundinamarca Colombia. Tesis para optar el grado de licenciatura. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
132. Noonan, G. 1982. Notes on interactions between the spider Eilica puno (Gnaphosidae) and the ant Camponotus inca in the Peruvian Andes. Biotrópica, 14: 145-148.
133. Cushing, P. 1997. Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. Pages 165-193 Behavioral Ecology Symposium.

Capítulo 26: **Peces del valle de La Paz**

1. Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World (4th edition). John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
2. Carvajal-Vallejos, F.M., R. Bigorne, A.J. Zeballos F., J. Sarmiento, S. Barrera, T. Yunoki, M. Pouilly, J. Zubieta, E. de la Barra, M. Jegú, M. Maldonado, P. Van Damme, R. Céspedes & T. Oberdorff. 2014. Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. Hydrobiologia 732: 19-27.
3. Lauzanne, L. 1982. Les *Orestias* (Pisces: Cyprinodontidae) du Petit Lac Titicaca. Rev. Hidrobiol. trop., 15(1) : 39-70.
4. Villwock, W. 1986. Speciation and adaptive radiation in Andean *Orestias* fishes. Pp. 387 - 403 in: Vuilleumier, F. & M. Monasterio (eds.). High Altitude Tropical Biogeograophy. Oxford University Press, New York, Oxford.
5. Parenti, L.R. 1984. A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyrpinodontiformes, Cyprinodontidae). Bull. Am. Mus. Nat. Hist.; 178(2): 107-214.

6. Dejoux, C. & A. Iltis. 1991. El Lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM / HISBOL. La Paz - Bolivia.

7. Esquer Garrigos, Y., B. Hugueny, K. Koerner, C. Ibañez, C. Bonillo, P. Pruvost, R. Causse, C. Cruaud & P. Gaubert. 2013. Non-invasive ancient DNA protocol for fluid-preserved specimens and phylogenetic systematics of the genus Orestias (Teleostei : Cyprinodontidae). Zootaxa 3640(3): 373-394.

8. Loubens, G., F. Osorio & J. Sarmiento. 1984. Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca. I. Le milieux et peuplements. Rev. Hydrobiol. trop. 17(2) : 153-161.

9. Loubens, G. & J. Sarmiento. 1985. Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca. II. *Orestias agassii* Valenciennes, 1846 (Pisces, Cyprinodontidae). Rev. Hydrobiol. trop., 18(2) : 159-171.

10. Loubens, G. 1989. Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca. IV. *Orestias* spp. , *Salmo gairdneri* et problemes de aménagement. Rev Hydrobiol. trop. 22(2) : 157-177.

11. Forno, E. & M. Baudoin (eds.). 1991. Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Istituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia.

12. Vari, R.P. & L.R. Malabarba. 1998. Neotropical Icthiology: An overview. Pp. 1-11 en: Malabarba, L.R. et al. (eds.). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. EDIPUCRS, Porto Alegre, RS, Brazil.

13. Albert, J.S. and R.E. Reis. 2011. Introduction to Neotropical freshwaters. Pp. 3-19 in: Albert, J.S & R.E. Reis (Eds.). Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

14. Schaefer, S. 2011. The Andes: Riding the Tectonic Uplift. Pp. 259-278 in: Albert, J.S. & R.E. Reis (eds.). Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

15. Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller & D.R.M. Passino. 1984. Ictiología (1a Edición en español). A.G.T. Editor S.A. México D.F., México.

16. Mayoral, A. *et al.* (2007). 1.- Peces: *Animales del mundo*. Madrid: Grupo Cultural. Madrid - España.

17. Page, L.M. and B.M. Burr. 1991. A field guide to freshwater fishes. Houghton Mifflin Company. Boston - USA.

18. (18)Pescatecnia Word Press. 2011 Anatomía de un pez. Disponible en: https://pescatecnia.wordpress.com/la-pesca/anatomia-de-un-pez.

19. Granado L., C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Série Ciencias, Nº 45.

20. Wikicommons 2015. Beltrán, J.F., G. M. Conradi Barrena y J. Gutierrez 2010-2011 Facilitando el aprendizaje entre iguales en el EESS: "El grupo experto en la asignatura de Zoología" (Proyecto de Innovación y Mejora docente. Universidad de Sevilla. DVD. Disponible en: http://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/37B.html

21. Matthews, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman & Hall, Iternational Thomson Publishing. New York - USA.

22. Albert, J.S. and R.E. Reis (Eds.). 2011. Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

23. Lavenu, A. 1981. Origine et évolution néotectonique du lac Titicaca. Rev. Hydrobiol. trop. 14(4): 289-297.

24. Wesselingh, F.P. and C. Hoorn. 2011. Geological development of Amazon and Orinoco basins. Pp. 59-67 in: Albert, J.S & R.E. Reis (Eds.). Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London.

25. Lundberg, J.G., L.G. Marschall, J. Guerrero, B. Horton, M.C.S.L. Malabarba and F. Wesselingh. 1998. The stage of Neotropical fish diversification: A history of Tropical South American rivers. Pp. 13-48 in: Malbarba, L.R. et al (Eds.). Phylogeny and classification of Neotropical Fishes. EDIPUCRS. Porto Alegre - Brasil.

26. Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca, and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.

27. Schaefer, S. A. and F. Provenzano. 2008. The Lithogeninae (Siluriformes, Loricariidae): Anatomy, interrelationships, and description of a new species. *American Museum Novitates* 3637:1–49.

28. Lüssen, A. 2003. Zur Systematik, Phylogenie und Biogeographie chilenischer Arten der Gattung *Orestias* Valenciennes, 1839. Hamburg: University of Hamburg.

29. Parenti, L.R. 1984. A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History 178(2): 107-214.

30. Wang Z, T. Yonezawa, B. Liu, T. Ma, X. Shen, J. Su, S. Guo, M. Hasegawa and J. Liu. 2011. Domestication relaxed selective constraints on the Yak mitochondrial genome. Mol. Biol. Evol. 28, 1553–1556.

31. Li Y., Z. Ren, A.M. Shedlock, J. Wu; L. Sang, T. Tersing, M. Hasegawa, T. Yonezawa and Y. Zhong. 2013. High altitude adaptation of the schizotoracine fishes (Cyprinidae) revealed by the mitochondrial genome analyses. Gene 517: 169-178.

32. Rasmussen, J.B.; M.D. Robinson, A. Hontela, and D.D. Heath. 2011. Metabolic traits of west slope cutthroat trout, introduced rainbow trout and their hybrids in an ecotonal hybrid zone along an elevation gradient. *Biological Journal of the Linnean Society* 105: 56–72. doi:10.1111/j.1095-8312.2011.01768.x

33. Verberk, W.C.E.P.; D.T. Bilton; P. Calosi & J.I. Spicer. 2011. Oxygen supply in aquatic ectotherms: Partial pressure and solubility together explain biodiversity and size patterns. *Ecology* 92 (8): 1565–1572.doi:10.1890/10-2369.1.

34. Jacobsen, S. 2008. Low oxygen pressure as a driving factor for the altitudinal decline in taxon richness of stream macroinvertebrates. Oecologia 154(4): 795-807.

35. Peck, L.S. and G. Chapelle. 2003. Reduced oxygen at high altitude limits maximum size. Proc. R. Soc. Lond. B (Suppl.) 270: 166–167.

36. Matey, V., J.G. Richards, Y. Wang, C.M. Wood, Chris M. et al. 2008. The effect of hypoxia on gill morphology and ionoregulatory status in the Lake Qinghai scaleless *carp, Gymnocypris przewalskii. The Journal of Experimental Biology* 211(7): 1063–1074. doi:10.1242/jeb.010181.

37. Storz, J.F. & H. Moriyama. 2008. Mechanisms of hemoglobin adaptation to high altitude hypoxia. High Alt. Med. Biol., 9(2): 148-157.

38. Costa, W.J.E.M. 2003. Family Cyprinodontidae (Pupfishes). Pp. 549-554 in: Reis, R.E. et al. (Eds.). Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre - Brasil.

39. Pearson, N.E. 1924. The fishes of the eastern slope of the Andes. 1. The fishes of the río Beni basin, Bolivia. collected by the Mulford Expedition. Indiana Univ. Stud. 11(64): 1-83.

40. Miranda-Chumacero, G. 2006. Distribución altitudinal, abundancia relativa y densidad de peces en el Río Huarinilla y sus tributarios (Cotapata, Bolivia). Ecología en Bolivia, 41(1): 79-93.

41. Sarmiento, J. 1991. Peces. Pp. 469 a 480 en: Forno, E. & M. Baudoin (eds.) Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.

42. Osorio, F. y J. Pinto. 1989-1990. Observaciones preliminares sobre la dieta del karachi (*Orestias agassizii*) en el valle de La Paz. (Datos no publicados).

43. Rahbek, C. and R.K. Colwell. 2011. Species loss revisited. Nature 473: 288-289.

44. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2009. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia.

45. Sarmiento, J., S. Barrera, E. de la Barra y M. Maldonado. 2009. *Orestias agassii Valenciennes*, 1846. Pp. 61-62 en: Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia.

46. Van Damme, P.A., F. Carvajal-Vallejos, J. Sarmiento, S. Barrera, K. Osinaga & G. Miranda-Chumacero. 2009. Peces. Pp. 25-90 en: Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de BOLIVIA. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia.

Capítulo 27: **Anfibios del valle de La Paz**

1. Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodriguez-Mahecha, J. V. & E. La Marca. (Eds.). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo Nº 2. Panamericana Formas e Impresiones S.A., Bogotá, Colombia. 298 p.

2. Aparicio, J. 1993. Herpetofauna de Huaraco un ecosistema andino en el altiplano central de Bolivia. Ecología en Bolivia: Documentos, Serie Zoología 4: 1-38.

3. Aparicio, J. 1994. Herpetofauna: anfibios y reptiles. 115 – 125 p. En: C. B. De Morales (Ed.). Huaraco, comunidad de la Puna. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.

4. Aparicio, J. 1996. Herpetofauna. En: Informe sobre la fauna de vertebrados del Parque Nacional Sajama. Plan de manejo del Parque Nacional Sajama. Contrato de préstamo BID N° 840/SF-BO.

5. Aparicio, J. 1999. Herpetofauna de la Reserva de Fauna Altoandina Ulla Ulla, Departamento de La Paz, Bolivia. Revista Boliviana de Ecología en Bolivia y Conservación Ambiental. 5:13 –24

6. Aparicio, J. 2003. Capítulo 4. Anfibios. Pp. 69–76. En: E. Flores y C. Miranda (Eds.). Fauna Amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Proyecto de Fortalecimiento Institucional BID ATR 929/SF-BO

7. Barrionuevo, S., Aguayo, R. & E. Lavilla. 2008. First record of chytridiomycosis in Bolivia (Rhinella quechua; Anura: Bufonidae). Disease of aquatic Organisms 82:161-163.

8. Cadle J. & J. L. Patton. 1988. Distribution Patterns of some Amphibians, Reptiles and Mammals of the Eastern Andean Slope of Southern Peru. Proceeding of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciencias. Río de Janeiro, Brasil: 225-244.

9. Cei J.M. 1960. Geographic Variation of Bufo spinulosus in Chile. Herpetologica, Vol. 16, No. 4. (Dec. 30, 1960), pp. 243-250.

10. Cei, J. 1962. Batracios de Chile. Ediciones Universidad de Chile. cviii + 128 p. 26.

11. Cei, J. M. 1980. Anphibians of Argentina. Mus. Reg. Sci. Nat., Monog. Monitore Zool.Ital., (2): 1- 609.

12. Cei, J. M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. Mus. Reg. Sci. Nat., Monog.N° 14. Torino. 944 p.

13. Cortez, C. 2009. Telmatobius marmoratus. pp. 177-178. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009. Libro Rojo de la fauna silvestre de los vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia.

14. Cortez, C. 2011. Los sapos del valle de Zongo. Iniciativa de Especies Amenazadas, Conservación Internacional Bolivia y Fundación Puma. La Paz. 131 pp.

15. De la Riva, I. 1991. Comentarios sobre el género Gastrotheca (Anura: Hylidae) en Bolivia y descripción de una nueva especie. Revista Española de Herpetología 6: 15-22.

16. De la Riva, I. 2005. Bolivian frogs of the genus Telmatobius: Synopsis, taxonomic comments, and description of a new species. Monografías de Herpetología. 7: 65-102.

17. De la Riva I. & S. Reichle. 2000. Ten years of research on Bolivian amphibians: updated checklist, distribution, taxonomic problems, literatura and iconography. Rev. Esp. Herp. 14:19-164.

18. Díaz, N. F. 1982. Estrategia reproductiva de Telmatobius marmoratus (Anura, Leptodactylidae) del Altiplano chileno. pp. 317-326. En: Veloso A. & E. Bustos (eds.) La Vegetación y Vertebrados Ectotérmicos del Transecto Arica-Lago Chungará, Vol. I. Montevideo. ROSTLAC.
19. Díaz-Páez, H. y J. C. Ortiz. 2001. The reproductive cycle of Pleurodema thaul (Anura, Leptodactylidae) in central Chile. Amphibia-Reptilia 22: 431-445.
20. Duellman, W. 1979. The Herpetofauna of the Andes: Patterns of Distribution, Origin, Differentiation and Present Communities. Pp. 371 – 460. En: Duellman, W.E. (Ed.). The South American Herpetofauna. University of Kansas. Monogr. Lawrence, Kansas.
21. Duellman, W. 2005. Cusco Amazonico: The lives of amphibians and reptiles in an Amazonian rainforest. Comstock Publishing Associates – Cornell University Press. Ithaca. 433 p.
22. Duellman, W & T. Fritts. 1972. A taxonomic review of the southern andean marsupial frogs (Hylidae: Gastrotheca). Occasional Papers of the Museun of Natural History. The University of Kansas 9: 1-37.
23. Duellman, W. y A. M. Veloso. 1977. Phylogeny of Pleurodema (Anura: Leptodactylidae): a biogeographic model. Occassional Papers of the Museum of Natural History 64: 1-46.
24. Ergueta, P. 1991. Anfibios. pp. 453-468. En: Forno. E & M. Baudoin (eds.) Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA.
25. Ferraro, D. P. 2009. Relacione filogenéticas y biogeográficas de las especies del género Pleurodema (Amphibia: Anura: Leiuperidae).Tesis Doctoral en Biología, Universidad Nacional de La Plata, La Plata. 224 p.
26. Ferraro, D. P. & M.DS. Casagranda. 2009. Geographic distribution of the genus Pleurodema in Argentina (Anura: Leiuperidae). Zootaxa 2024: 33–55
27. Formas, J. R., Veloso, A. & J. C. Ortiz. 2005. Sinopsis de los Telmatobius de Chile. Monografías de Herpetología 7: 103-114.
28. Gallardo, J. M. 1987. Anfibios Argentinos; Guía para su identificación. Librería Agropecuaria S.A. Buenos Aires, Argentina. 98 p.
29. Hulse, A.C. 1979. Notes on the biology of Pleurodema cinerea (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) in Northwestern Argentina. Journal of Herpetology 13: 153-156
30. Kohler, G. 2001. Anfibios y Reptiles de Nicaragua. HERPETON. Fracfort, Alemania. 208 p.
31. Lambrinos, J. G. y Kleier, C. C. 2003. Thermoregulation of juvenile Andean Toads (Bufo spinulosus) at 4300 m. - J. Therm. Biol. 28: 15–19.
32. Lavilla, E. O. & J. S. Barrionuevo. 2005. El género Telmatobius en la República Argentina: una síntesis. Monografías de Herpetología 7: 115-166.
33. Lehr, E. 2005. The Telmatobius and Batrachophrynus species of Peru. Monografías de Herpetología 7: 39-64.
34. Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Días, S. & C. Tala. 2013. Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 p.
35. Márquez-García M., M. Correa-Solis, M. Sallaberry & M.A. Méndez. 2009. Effects of pond drying on morphologicaland life-history traits in the anuran Rhinella spinulosa (Anura: Bufonidae). Evolutionary Ecology Research, 11: 803–815.
36. MMAyA. 2013. Plan de acción para la conservación de los anfibios amenazados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz. 150 p.
37. MECN. 2010. Serie Herpetofauna del Ecuador: El Chocó Esmeraldeño. Monografía 5: 1-232. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito, Ecuador.
38. Montero, R. & A., Autino. 2004. Sistemática y Filogenia de los vertebrados, con énfasis en la fauna argentina. Universidad Nacional de Tucumán, publicación 1512. Tucumán, Argentina. 317 p.
39. Pacheco, L. 1990. Herpetofauna. Pp 165–168. En: Diagnóstico de los recursos naturales de la Reserva Nal. de Fauna Andina Eduardo Abaroa. LIDEMA, La Paz.
40. Pough, F. H., Andrews, R.M., Cadle, J.E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. & K. D. Wells. 2001. Herpetology. Prentice Hall. New Jersey, USA.612 p.
41. Quinteros-Muñoz, O., & Aguayo, R. 2009. A case of cannibalism in Pleurodema cinereum. Bol. Asoc. Herpetol. Esp.20: 64-65
42. Sarmiento, J., S. Barrera, N. Bernal & J. Aparicio. 1996. Fauna de una localidad del Altiplano Central Huajara - Departamento de Oruro (Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 1(1): 21-28.
43. Savage, J.M. 2002, The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Hereptofauna between Two Continents, between Two Seas. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 934 p.
44. Seimon, T., G. Hoernig, P. Sowell, S. Halloy & A. Seimon. 2005. Identification of chytridiomycosis in Telmatobius marmoratus at 4450 m in the Cordillera Vilcanota of southern Peru. Monografías de Herpetología 7: 273-281
45. Urra F.A. 2013. Síntesis del conocimiento actual sobre los sapos Rhinella atacamensis, R. arunco y R. spinulosa. La Chiricoca. N°1 6, Julio 2013: 4-15.
46. Valencia, J. H., Toral, M., Morales, M. A., Betancourt, R. & A. Barahona. 2008. Guía de campo de anfibios del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Simbioe. Quito. 208 p.
47. Vellard, J. 1953. Estudios sobre Batracios Andinos II. El grupo marmoratus y formas afines. Mem. Mus. His. Nat. Javier Prado 2: 1-53.
48. Vellard, J. 1970. Contribución al estudio de los batracios andinos. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. Zoología 10 (1): 21 p.
49. Veloso, A., M. Sallaberry, J. Navarro, P. Iturra, J. Valencia, M. Penna & N. Díaz 1982. Contribución sistemática al conocimiento de la herpetofauna del extremo norte de Chile. En: El hombre y los ecosistemas de montaña. MAB 6: 135–265. Veloso A. & Bustos E. (Eds). Montevideo: ROSTLAC.
50. Vitt, L. J. & J. P. Cadwell. 2014. Herpetology, An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Elsevier. London, UK. 757 p.

51. Zug, G. R., Vitt, L. J. & J. P. Cadwell. 2001. Herpetology, An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Second Edition. Academic Press. San Diego, USA. 630 p.

Capítulo 28: Reptiles del valle de La Paz

1. Aguilar-Kirigin, A. 2011. Revisión taxonómica y sistemática del género Liolaemus (Iguania: Liolaemidae) en el Altiplano y Valles Secos Interandinos del Departamento de La Paz - Bolivia. Tesis de Grado para Licenciado en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 106 p.
2. Aguilar, A. & Domic, E. 2009. Liolaemus forsteri (Laurent, 1982). pp. 271-272. En: Van Damme, P. A., F. Carvajal-Vallejos, J. Sarmiento, S. Barrera, K. Osinaga & G. Miranda-Chumacero (eds.) Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia..
3. Abdala, C. S. y Quinteros A. S. 2014. Los últimos 30 años de estudios de la familia de lagartijas más diversa de Argentina. Actualización taxonómica y sistemática de Liolaemidae. Cuadernos de Herpetología 28 (2):1-28.
4. Alencar, L.R.V., M.P. Gaiarsa & M. Martins. 2013. The evolution of diet and microhabitat use in pseudoboine snakes. South American Journal of Herpetology 8(1):60-66.
5. Altamirano-Benavides, M. Ortega-Andrade, M. & M. Yanez-Muñoz. 2010. Introducción al estudio de los anfibios y reptiles del Choco esmeraldeño. Pp 1-9. En: MECN. SERIE HERPETOFAUNA DEL ECUADOR: El Choco Esmeraldeño. Monografía 5: 1-232. Museo Ecuatoriano de Ciencias naturales. Quito, Ecuador.
6. Alves, R. & H. Alves. 2011. The faunal drugstore: animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 7: 1-43.
7. Aparicio, J. 1994. Herpetofauna: anfibios y reptiles. 115 – 125 p. En: C. B. De Morales (Ed.). Huaraco, comunidad de la Puna. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.
8. Aparicio, J. K. E. 1993. Herpetofauna de Huaraco un ecosistema andino en el altiplano central de Bolivia. Ecología en Bolivia: Documentos, Serie Zoología 4: 1-38.
9. Aparicio, J. 1996. Herpetofauna. En: Informe sobre la fauna de vertebrados del Parque Nacional Sajama. Plan de manejo del Parque Nacional Sajama. Contrato de préstamo BID N° 840/SF-BO.
10. Aparicio, J. 1999. Herpetofauna de la Reserva de Fauna Altoandina Ulla Ulla, Departamento de La Paz, Bolivia. Revista Boliviana de Ecología en Bolivia y Conservación Ambiental. 5:13 –24
11. Aparicio, J. 2003. Cap. 3. Reptiles. Pp. 55–68. En: E. Flores & C. Miranda (Eds.). Fauna Amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Proyecto Fortalecimiento Institucional BID ATR 929/SF-BO
12. Aparicio, J. 2012. Ecología de la reproducción de Liolaemus ornatus en el Altiplano central de Bolivia. Tesis de Grado para Licenciado en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 116 p.
13. Aparicio, J. & M. Ocampo.2010. Liolaemus Grupo Montanus Koslowsky, 1898 (Iguania: Liolaemidae). Novedades Zoogeográficas. Cuadernos de Herpetología 24 (2): 63 – 65.
14. Apaza K. 2011. Distribución potencial de una lagartija endémica Liolaemus sp. nov. frente al cambio de cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz, Bolivia. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales, Universidad Mayor de San Simón.
15. Avila, L. J., Montero, R. & M. Morando. 2000. Categorización de las lagartijas y anfisbenas de Argentina. 51 – 74. En: Lavilla, E., Richard, E. & G. Scrocchi (Edrs.) Categorización de los anfibios y reptiles de la república Argentina. Asociación Herpetológica Argentina, Tucumán, Argentina.
16. Baudoin, M. & L. Pacheco. 1991. Reptiles. 421 – 452. En: Forno & Baudoin (eds.) Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, UMSA, La Paz, Bolivia.
17. Cabot, J. & P. Serrano. 1991. Biometria y biología de Liolaemus multiformis (Iguanidae). Revista de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, 5: 17-41.
18. Cadle J. & J. L. Patton. 1988. Distribution Patterns of some Amphibians, Reptiles and Mammals of the Eastern Andean Slope of Southern Peru. Proceeding of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciencias. Río de Janeiro, Brasil: 225-244.
19. Cei, J. M. & J.E. Péfaur. 1982. Una nueva especie de Liolaemus (Iguanidae: Squamata): su sistemática, ecología y distribución. Actas VIII Congreso Latinoamericano de Zoología, Mérida, Venezuela. 573 – 586.
20. Cei, J. M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, puna y pampas. Mus. Reg. Sci. Nat., Monog.N° 14. Torino. 944 p.
21. Condori, E. 2008. Animales vertebrados de la cuenca del río “Awllaqa” (Desaguadero). Clasificación, descripción y presagios, visión andina. Instituto de Estudios Bolivianos, La Paz. 249 p.
22. De la Galvez, E. & L. F. Pacheco. 2009. Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank’o (Liolaemus signifer, Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el altiplano de Bolivia. Tropical Conservation Science. 2(1): 106-115.
23. de Morales, C. (ed.) 1994. Huaraco, comunidad de la puna. Instituto de Ecologiá. 115-125 p.
24. de Freitas, M.A. 2003. Serpentes Brasileiras. Malha-de-Sapo Publicacoes e Consultoria Ambiental, Bahia, Brasil. 160 p.
25. Dirksen, L. & I. De La Riva. 1999. The lizards and amphisbaenians of Bolivia (Reptilia, Squamata): checklist, localities and bibliography. Graellsia, 55: 199-215.
26. Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Chile. 458 p.
27. Duellman, W. 1979. The Herpetofauna of the Andes: Patterns of Distribution, Origin, Differentiation and Present Communities. Pp. 371 – 460. En: Duellman, W.E. (Ed.). The South American Herpetofauna. University of Kansas. Monogr. Lawrence, Kansas.
28. Etheridge, R. & R.E. Espinoza. 2000. A Taxonomy and Semi – Annotated Bibliography of the Liolaeminae (Squamata: Iguania: Tropiduridae). www.sci.sdsu.edu/etheridge/phylogeny.htm.

29. Franca, F. G. R., D. O. Mesquita, C. C. Nogueira & A. F. B. Araújo. 2008. Phylogeny and ecology determine morphological structure in a snake assemblage in the Central Brazilian Cerrado. Copeia 2008(1): 23-38.
30. Fugler, C. 1989. Lista preliminar de los Saurios. Ecologia en Bolivia, 13: 57-75.
31. Giraudo, A.R., F. Vidoz, V. Arzamendia & S. Nenda. 2012. Distribution and natural history notes on Tachymenis chilensis chilensis (Schelegel, 1837) (Reptilia: Serpentes: Dipsadidae) in Argentina. Check List 8: 919-923.
32. Kempff, N. 1975. Ofidios de Bolivia. EDVIL Editorial offset. La Paz, Bolivia. 46 p.
33. Kretzschmar, S. 2006. Revisión histórica y redescripción de Leptotyphlops albipunctatus (Serpentes: Leptotyphlopidae). Cuadernos de Herpetología 19: 43-56.
34. Lancini, A. 1986. Serpientes de Venezuela. Segunda edición. Ernesto Armitano. 262 p.
35. Langstroth, R. 2005. Adiciones probables y confirmadas para la saurofauna boliviana. Kempffiana, 1 (1): 101 – 128.
36. Laurent, R. F. 1982. Description de trois espèces nouvelles du genre Liolaemus (Sauria, Iguanidae). Spixiana. 5(2): 139-147.
37. Laurent, R.F. 1992. On some overlooked species of the genus Liolaemus Wiegmann (Reptilia, Tropiduridae) from Perú. Breviora 494: 1-33.
38. Lobo, F. & R. E. Espinoza. 1999. Two new cryptic species of Liolaemus (Iguania: Tropiduridae) from northwestern Argentina: resolution of the purposed reproductive bimodality of Liolaemus alticolor. Copeia 1999: 122-140.
39. Lobo, F. & R. E. Espinoza. 2004. Two new Liolaemus from the Puna region of Argentina and Chile: further resolution of purported reproductive bimodality in Liolaemus alticolor (Iguania: Liolaemidae). Copeia: 2004(4): 850-867.
40. Martins, M. & E. Oliveira. 1998. Natural history of snakes in forest of the Manuas región, Central amazonia, Brazil. Herpetological Natural History 6: 78-150.
41. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia. 571 pp.
42. Miranda, C. L., M. S. Sandoval, R. E. Oroz, T. Tarifa, J. Aparicio, C. Quiroga, O. Martinez, J. Molina, G. Quintana, I. Ballesteros, M. Michel, & J. P. Ando. 1996. Plan de Manejo: Área Natural de Manejo Integral "Parque Nacional Sajama". La Paz, Bolivia. GTZ-MZA.. No publicado.
43. Miranda, A. 2013. Distribución y notas de historia natural de Tachymenis peruviana en Bolivia. En preparación.
44. Muñoz, A. & Rolando Rivas. 2009. Philodryas boliviana. Pp 291 – 292 En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia. 571 pp
45. Navarro, G. 2012. Revisión del género Philodryas (Ophidia, Dipsadidae) en Bolivia: taxonomía y distribución. Tesis de Grado para Licenciado en Ciencias Biologicas. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. 90 p.
46. Ocampo, M. 2010. Estados gonadales y parámetros fenotípicos en la biología reproductiva de tres especies de lagartijas del género Liolaemus (Squamata: Liolaemidae). Tesis de Grado para Licenciado en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 35 p.
47. Ocampo, M., Aguilar-Kirigin, A. & Quinteros S. 2012. A new species of Liolaemus (Iguania: Liolaemidae) of the alticolor group from La Paz, Bolivia. Herpetologica 68(3): 410-417.
48. OCEANO. 1985. Anfibios y Reptiles: Guías Visuales Océano. OCEANO Grupo Editorial S.A. Barcelona, España. 240 p.
49. Pacheco, L. F. 1988. Actividad, densidad y hábitos alimenticios de dos especies de Liolaemus (Iguanidae) en el valle de La Paz. Tesina en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 36 p.
50. Pacheco, L. 1990. Herpetofauna. P 165 – 168. En: Diagnóstico de los recursos naturales de la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Abaroa. LIDEMA, La Paz.
51. Pearson, O. & D. Bradford. 1976. Termoregulation of lizards and toads al High altitudes in Perú. Copeia 1: 155-170.
52. Pérez-Santos, C. & A. G. Moreno. 1988. Ofidios de Colombia. Monografie VI. Museo Regionale Di Scienza Naturali. Torino, Italia. 517 p.
53. Pérez-Santos, C. & A. G. Moreno. 1990. Ofidios de Ecuador. Monografie XI. Museo Regionale Di Scienza Naturali. Torino, Italia. 537 p.
54. Peters, J. & R. Donoso-Barros. 1986. Catalogue of the Neotropical Squamata, Part II, Lizards an Amphisbaenians (Revised edition). Smithsonian Institutions Press, Washington. 293 p.
55. Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Tropiduridae: Liolaeminae) taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural Chile. Ed. Atenas Ltda. Santiago. 486 p.
56. Pincheira-Donoso, D., Scolaro, J.A. & P. Sura. 2008. A monographic catalogue on the systematics and phylogeny of the South American iguanian lizard family Liolaemidae (Squamata: Iguania). Zootaxa. 1800: 1-85.
57. Pough, F. H., Andrews, R.M., Cadle, J.E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. & K. D. Wells. 2001. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A. 612 p.
58. Pough, H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky & K.D. Wells. 2004. Herpetology. Prentice Hall, U.S.A. 725 p.
59. Quinteros, A. S. 2012. Taxonomy of the Liolaemus alticolor-bibronii group (Iguania: Liolaemidae), with descriptions of two new species. herpetológica. 68(1): 100-120.
60. Rueda-Almonacid, J.V., J.L. Carr, R.A. Mittermeier, J.V. Rodríguez-Mahecha, R.B. Mast, R.C. Vogt, , A.G.J. Rhodin, J. de la Ossa-Velásquez, J.N. Rueda & C.G. Mittermeier. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538 p.
61. Sarmiento, J., S. Barrera, N. Bernal & J. Aparicio. 1996. Fauna de una localidad del Altiplano Central Huajara - Departamento de Oruro (Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 1(1): 21-28.
62. Savage, J.M. 2002, The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Hereptofauna between Two Continents, between Two Seas. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 934 p.
63. Schulte, J. A.; J. R. Macey; R. E. Espinoza & A. Larson. 2000. Phylogenetic relationships in the iguanid lizard genus Liolaemus: multiple origins of viviparous reproduction and evidence for recurring Andean vicariance and dispersal. Biological Journal of the Linnean Society. 69: 75-102.
64. Troncoso-Palacios, J. & Etheridge, R. 2012. Distributional range of the poorly known Liolaemus tacnae (Shreve 1941).

Herpetological Bulletin 121: 35-38.
65. Valencia, J., A. Veloso & M. Sallaberry. 1982. Nicho trófico de las especies de los herpetozoos del transecto Arica Chungara. Contribución sistemática al conocimiento de la herpetofauna del extremo norte de Chile. pp. 269-291. En: Veloso, A. & E. Bustos-O (eds.) El hombre y los ecosistemas de montaña. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Montevideo.
66. Vellard, J. 1955. Propiétés venimeuses de Tachymenis peruviana Wiegmann. Folia Biol. Andina 2: 1-14.
67. Vellard, J. 1991. Los ofidios. Pp. 463-464. En: C. Dejoux & A. Iltis (eds.). El Lago Titicaca. Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual. Hisbol, La Paz – Bolivia.
69. Vellard, J. 1970. Contribución al estudio de los batracios andinos. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Zoología 10 (1): 21 p.
70. Villarreal, S. Estudio comparado de la respuesta térmica de dos poblaciones de Liolaemus forsteri (Iguania: Liolaemidae) a la elevación. Tesis de licenciatura en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 50 p. En preparación.
71. Villarreal, S., J. Aparicio, C. M. Landivar, L. Guizada, L. F. Pacheco, P. Dávila. 2012. Liolaemus forsteri (NCN). Cannibalism. Herpetological Review. 43(1): 70-71.
72. Vitt, L. J. & J. P. Cadwell. 2014. Herpetology, An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Elsevier. London, UK. 757 p.
73. Vitt, L.J. & De la Torre. 1996. Guía para la investigación de las lagartijas de Cuyabeno: Monografía I. Imprenta Mariscal. Ecuador. 165 p.
74. Wallach, V., Williams, K. L. & J. Boundy. 2014. Snakes of the World: a Catalogue of living and extinct Species. CRC Press, Taylor & Francis Group. Florida, USA. 1227 p.
75. Walker, W. 1945. A study of the snake, Tachymenis peruviana Wiegmann and its allies. Publications of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 55: 1-55.
76. Zug, G. R., Vitt, L. J. & J. P. Cadwell. 2001. Herpetology, An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Second Edition. Academic Press. San Diego, USA. 630 p.
77. http: //www.reptile-database.org. agosto.2014

Capítulo 29: **Aves del valle de La Paz**

1. Clark, J.M. 2013. Dinosaurs and The Origin of Birds. eLS.
2. Feducia, A. 2013. Bird Origins Anew. The Auk 130: 1-12.
3. Caley, K.J. 2007. Fossil Birds. pp. 11-55. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 12: Picathartes to Tists and Chickadees. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
4. Fjeldså, J. 2013. Avian classification in flux. pp. 77-146. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Special Volume: New Species and Global Index. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
5. Huxley, T.H. 1867. On the classification of birds; and on the taxonomic value of the modification of certain of the cranial bones observable in that class. Proc. Zool. Soc. Lond. 1867: 415-472.
6. Jetz, W., G.H. Thomas, J.B. Joy, K. Hartmann & A.O. Mooers. 2012. The global diversity of birds in space and time. Nature 491: 444-448.
7. Jetz, W., G.H. Thomas, J.B. Joy, D.W. Redding, K. Hartmann & A.O. Mooers. 2014. Global distribution and conservation of evolutionary distinctness in birds. Current Biology 24: 919-930.
8. Remsen, J.V., Jr., J. Cadena, C. D. , A. Jaramillo, M. Nores, J.F. Pacheco, M.B. Robbins, T.S. Schulenberg, F.G. Stiles, D.F. Stotz & K.J. Zimmer. 2014. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html. (Revisado: 12 de Mayo 2015).
9. Ribera, M.O. 1991. Capítulo 14. Aves. pp. 345-420. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.) Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, UMSA, La Paz, Bolivia.
10. Garitano-Zavala, A. & P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). Ecología en Bolivia 38: 65-78pp.
11. Garitano-Zavala, A., M. Villegas, P. Gismondi & F. Montaño. 2006. ¿Qué nos dicen las comunidades de aves sobre el potencial del campus universitario de Cota Cota para brindar servicios de educación, conservación y monitoreo de la calidad ambiental en la ciudad de La Paz? Revista Boliviana de Educación Superior en Ciencia 6: 35-49.
12. Villegas, M. & A. Garitano-Zavala. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. Ecología en Bolivia 43: 146-153.
13. Garitano-Zavala, A., P.J. Campos & P. Ascarrunz 2010. Las aves: alegres cantoras de los ambientes urbanos y suburbanos. pp. 37-54. En: P. Ergueta & K. Aranda (eds.) Transitando la diversidad: Paisajes naturales y culturales del Municipio de La Paz. Trópico, Municipio de La Paz, FUNDESNAP.
14. Garitano-Zavala, A., J. Campos, P. Ascarrunz & Z. Chura. 2010. La ornitofauna de las áreas protegidas municipales y de otras áreas periurbanas del valle de La Paz: La importancia de los corredores ecológicos en la matriz urbana. pp. 435-444. En: S. Beck, N. Paniagua, R.P. López & N. Nagashiro (eds.) Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Memorias del Simposio XXX Aniversario del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
15. Martínez, O., M. Olivera, C. Quiroga & M.I. Gómez. 2010.
Evaluación de la avifauna de la ciudad de La Paz, Bolivia. Revista Peruana de Biología 17: 197-206.
16. Rossel, J. 2013. Aves comunes de las zonas urbanas de la ciudad de La Paz. Martínez Acchini S.R.L. Libros, La Paz, Bolivia p.
17. Shanahan, D.F., M.W. Strohbach, P.S. Warre & R.A. Fuller. 2014. The challenges of urban living. pp. 3-20. En: D. Gil & H. Brumm

(eds.) Avian Urban Ecology. Oxford University Press, Oxford.

18. Sol, D., C. González-Lagos, D. Moreira, J. Maspons & O. Lapiedra. 2014. Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity. Ecology Letters 17: 942-950.
19. McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. Bioscience 52: 883-890.
20. McKinney, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biological Conservation 127: 247-260.
21. Blair, R. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. Ecological Applications 6: 506-519.
22. Garden, J., C., A. McAlpine, D.J. Peterson & H. Possingham. 2006. Review of the ecology of Australian urban fauna: A focus on spatially explicit processes. Austral Ecology 31: 126-148.
23. Müller, N. & P. Werner. 2010. Urban biodiversity and the case for implementing the Convention on Biological Diversity in Towns and Cities. pp. 3-33. En: N. Müller, P. Werner & J.C. Kelcey (eds.) Urban Biodiversity and Design. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
24. BirdLife International. 2012. *Vultur gryphus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012. http://www.iucnredlist.org. (Revisado: 12 de Mayo 2015).
25. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia., La Paz, Bolivia. 571 p.
26. Cabot, J. 1992. Family Tinamidae (Tinamous). pp. 112-138. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
27. Davies, S.J.J.F. 2002. Ratites and Tinamous. Oxford University Press, New York, USA p.
28. Hackett, S.J., R.T. Kimball, S. Reddy, R.C.K. Bowie, E.D. Braun, M.J. Braun, J.L. Chojnowski, W.A. Cox, K.-L. Han, J. Harshman, C.J. Huddleston, B.D. Marks, K.J. Miglia, W.S. Moore, F.H. Sheldon, D.W. Steadman, C.C. Witt & T. Yuri. 2008. A Phylogenomic Study of Birds Reveals Their Evolutionary History. Science 320: 1763-1768.
29. Herzog, S. & O. Maillard. 2010. Species lists of birds for South American countries and territories: Bolivia. http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.html. (Revisado: 12 de Mayo 2015)
30. Garitano-Zavala, A., J. Nadal & P. Avila. 2003. The feeding ecology and digestive tract morphometry of two sympatric tinamous of the high plateau of the Bolivian Andes: the Ornate Tinamou (N. ornata) and the Darwin´s Nothura (N. darwinii). Ornitología Neotropical 14: 173-194.
31. Bishop, C.M. 1997. Heart mass and the maximum cardiac output of birds and mammals: implications for estimating the maximum aerobic power input of flying animals. Phil. Trans. Roy. Soc. London. B 352: 447-456.
32. Garitano-Zavala, A. 2002. El potencial aprovechamiento cinegético de los tinamúes (Aves: Tinamiformes) del altiplano boliviano, y la necesidad de reglamentarlo. pp. 329 - 338. En: C. Aguirre, C. Miranda & Y. Verhasselt (eds.) Contribución al conocimiento del Sistema del Lago Titicaca. Memorias del Simposio Internacional sobre el Sistema del Lago Titicaca, 7 al 11 de mayo de 2001. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia - Instituto para la Conservación e Investigación de la Biodiversidad - Real Academia Belga de Ciencias de Ultramar, La Paz, Bolivia.
33. Carboneras, C. 1992. Family Anatidae (Ducks, Geese and Swans). pp. 536-628. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
34. Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1990. Birds of the high Andes. Apollo Books, Svendborg, Denmark. 876 p.
35. Balderrama, J., M. Crespo & L.F. Aguirre. 2009. Guía ilustrada de campo de las aves del Parque Nacional Tunari. Centro de Biodiversidad y Genética. UMSS, Cochabamba, Bolivia. 208 p.
36. Llimona, J. & J. del Hoyo. 1992. Family Podicipedidae (Grebes). pp. 174-196. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
37. Orta, J. 1992. Family Phalacrocoracidae (Cormorants). pp. 326-353. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
38. Martínez-Vilalta, A. & A. Motis. 1992. Family Ardeidae (Herons). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
39. Gonzáles, A., P. Sepúlveda & P. Marquet. Habitat characteristics and aquatic bird community structure in urban wetland. in VII Neotropical Ornithological Congress. 2003. Chile.
40. Ramos, L.F.A. & S.H. Vázquez. 2004. Distribución estacional y uso de hábitat de Ciconiformes en la Reserva Playón de Mismaloya, Jalisco, México. Boletín Centro de Investigación Biológico 38: 1-14.
41. Marín, G., L. Blanco, A. Prieto, J. Muñoz & R. Alzola. 2006. Dependencia de pequeñas lagunetas y charcas costeras para la avifauna residente y migratoria: Dos casos en Venezuela. Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente: 149-163.
42. Bancroft, G.T., A.M. Strong, R.J. Sawicki, W. Hoffman & S.D. Jewell. 1994. Relationship among wading bird foraging patterns, colony locations and hydrology in the everglades. En: S. Davis & J. Ogden (eds.) Everglades: the ecosystem and its restoration.
43. Matheu, E. & J. del Hoyo. 1992. Family Threskiornithidae (Ibises and Spoonbills). pp. 472-506. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
44. Houston, D.C. 1994. Family Cathartidae (New World vultures). pp. 24-41. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
45. Lambertucci, S.A. 2007. Biología y conservación del cóndor andino (*Vultur gryphus*) en Argentina. Hornero 22: 149-158.
46. Balderrama, J., C. Quiroga, O. Martínez & M. Crespo. 2009. Ficha descriptiva: *Vultur gryphus*. Pp. 363 - 364. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia., La Paz, Bolivia.
47. Thiollay, J.M. 1994. Family Accipitridae (Hawks and Eagles). pp. 52-205. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
48. Taylor, P.B. 1996. Family Rallidae (Rails, Gallinules and Coots). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.

49. Piersma, T. & P. Wiersma. 1996. Family Charadriidae (Plovers). pp. 384–443. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
50. Piersma, T., J. van Gils & P. Wiersma. 1996. Family Scolopacidae (Snipes, Sandpipers and Phalaropes). pp. 444–533. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
51. Fjeldså, J. 1996. Family Thinocoridae (Seedsnipes). pp. 538–545. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
52. Korzun, L.P., C. Érard, J.P. Gasc & F.J. Dzerzhinsky. 2009. Adaptation of seedsnipes (Aves, Charadriiformes, Thinocoridae) to broesing: a study of their feeding apparatus. Zoosystema 31: 347-368.
53. Burger, J. & H. Gochfeld. 1996. Family Laridae (Gulls). pp. 572–623. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
54. Brosset, A. 2000. Parasitisme du nid de la foulque géante Fulica gigantea par le goéland andin Larus serranus: Lien de cause à effet entre ce parasitisme et la structure des populations du goéland. Revue d'ecologie 55: 395-399.
55. Baptista, L.F., P.W. Trail & H.M. Horblit. 1997. Family Columbidae (Pigeons and Doves). pp. 60–243. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 4: Sandgrouse to cuckoos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
56. Fernández-Juricic, E. & N. Schroeder. 2003. Do variations in scanning behavior affect tolerance to human disturbance? Applied Animal Behaviour Science 84: 219-234.
57. Alfaro, C., D.P. Figueroa, P. Sabat, M. Sallaberry & M. Canals. 2010. Comparison of the oxygen diffusing capacity of the Picui Ground Dove (*Columbina picui*) with other doves of Chile. International Journal of Morphology 28: 127-133.
58. Areta, J.I. & D. Monteleone. 2011. The voices of the high-andean *Metriopelia* Ground-Doves. Ornitología Neotropical 22: 219-227.
59. Payne, R.B. 1997. Family Cuculidae (Cuckoos). pp. 60–243. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 4: Sandgrouse to cuckoos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
60. Bruce, M.D. 1999. Family Tytonidae (Barn-owls). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barnowls to hummingbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
61. Marks, J.S., R.J. Cannings & H. Mikkola. 1999. Family Strigidae (Typical Owls). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barnowls to hummingbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
62. de Tommaso, D.C., F. Callicó, P. Teta & J.A. Pereira. 2009. Dieta de la lechucita vizcachera (*Athene cunicularia*) en dos áreas con diferente uso de la tierra en el centro–sur de la provincia de la Pampa, Argentina. Hornero 24: 87-94.
63. Lantz, S.J. 2005. Nesting ecology and habitat selection of western burrowing owls (Athene cunicularia hypugaea) in the thunder basin national grassland, northeastern Wyoming. The Graduate School of the University of Wyoming. 81p.
64. Cleere, N. 1999. Family Caprimulgidae (Nightjars). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barnowls to hummingbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
65. Schuchmann, K.L. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). pp. 468-682. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barnowls to hummingbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
66. Rico-Guevara, A. & M.A. Rubega. 2011. The hummingbird tongue is a fluid trap, not a capillary tube. Proceedings of the National Academy of Sciences 108: 9356-9360.
67. Olivera, M. 1999. Algunos efectos de la ecología de la polinización por picaflores en el valle de La Paz y su posible efecto en los desplazamientos poblacionales de *Sappho sparganura* y *Patagona gigas*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
68. Woodall, P. 2001. Family Alcedinidae (Kingfishers). En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 6: Mousebirds to Hornbills. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
69. Winkler, H. & D.A. Christie. 2002. Family Picidae (Woodpeckers). pp. 296-555. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 7. Jacamars to Woodpeckers. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
70. White, C.M., P.D. Olsen & L.E. Kiff. 1994. Family Falconidae (Falcon and Caracaras). pp. 216-277. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
71. Collar, N.J. 1997. Family Psittacidae (Parrots). En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 4: Sandgrouse to cuckoos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
72. Forshaw, J.M. & W.T. Cooper. 1973. Parrots of the world. Lansdowne Press.
73. Remsen, J.V., Jr. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 8: Broadbills to Tapaculos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
74. Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1994. The birds of South America. Volume II: The suboscine passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
75. Salvador, S.A., S. Narosky & R.M. Fraga. 1984. Descripción del nido y los huevos de la Caminera Pico Largo (*Geositta tenuirostris*) (Aves: Furnariidae). Historia Natural (Corrientes, Argentina) 25:224.
76. Fjeldså, J., M. Irestedt, K.A. Jønsson, J.I. Ohlson & P. Ericson. 2007. Phylogeny of the ovenbird genus Upucerthia: a case of independent adaptations for terrestrial life. Zoologica Scripta 36: 133-141.
77. Sanín, C., C.D. Cadena, J.M. Maley, D.A. Lijtmaer, P.L. Tubaro & R.T. Chesser. 2009. Paraphyly of< i> Cinclodes fuscus</i>(Aves: Passeriformes: Furnariidae): Implications for taxonomy and biogeography. Molecular Phylogenetics and Evolution 53: 547-555.
78. Hennessey, A.B., S.K. Herzog & F. Sagot. 2003. Lista Anotada de las aves de Bolivia. 5th Edic. Asociación Armonia/BirdLife International, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia p.
79. Krabbe, N. & T. Schulenberg. 2003. Family Rhinocryptidae (Tapaculos). pp. 748-787. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 8: Broadbills to Tapaculos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
80. Fitzpatrick, J.W. 2004. Family Tyrannidae (Tyrant-Flycatchers). pp. 170-462. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.)

Handbook of the birds of the world. Vol. 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. Lnyx Edicions, Barcelona, España.

81. Snow, D.W. 2004. Family Cotingidae (Cotingas). pp. 32-109. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
82. Campos, P.J. 2010. Desarrollo de un índice de integridad biológico basado en comunidades de aves en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
83. Turner, A.K. 2004. Family Hirundinidae (Swallows and Martins). pp. 602-685. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
84. Kroodsma, D.E. & D. Brewer. 2005. Family Troglodytidae (Wrens). pp. 356-447. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 10: Cuckoo-shrikes to Thrushes. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
85. Ormerod, S.J. & S.J. Tyler. 2005. Family Cinclidae (Dippers). pp. 332-355. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 10: Cuckoo-shrikes to Thrushes. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
86. Collar, N.J. 2005. Family Turdidae (Thrushes). pp. 514-807. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 10: Cuckoo-shrikes to Thrushes. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
87. Voelker, G., S. Rohwer, R.C.K. Bowie & D. Outlaw. 2007. Molecular systematics of a speciose, cosmopolitan songbird genus: Defining the limits of, and relationships among, the Turdus thrushes. Molecular Phylogenetics and Evolution 42: 422-434.
88. Cody, M.L. 2005. Family Mimidae (Mockingbird and Thrashers). pp. 448-495. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 10: Cuckoo-shrikes to Thrushes. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
89. Tyler, S.J. 2004. Family Motacillidae (Pipits and Wagtails). pp. 686-786. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 9: Cotingas to Pipits and Wagtails. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
90. Hilty, S.L. 2011. Family Thraupidae (Tanagers). pp. 46-329. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 16. Tanagers to New world blackbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
91. Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1989. The birds of South America. Volume I: The oscine passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
92. Mauck, W.M. & K.J. Burns. 2009. Phylogeny, biogeography, and recurrent evolution of divergent bill types in the nectar-stealing flowerpiercers (Thraupini: *Diglossa* and *Diglossopis*). Biological Journal of the Linnean Society 98: 14-28.
93. Herzog, S., O. Maillard, D. Embert, P. Caballero & D. Quiroga. 2012. Range size estimates of Bolivian endemic bird species revisited: the importance of environmental data and national expert knowledge. Journal of Ornithology 153: 1189-1202.
94. Inouye, D.W. 1980. The terminology of floral larceny. Ecology61:1251–53. Ecology 61: 1251–1253.
95. Irwin, R.E., J.L. Bronstein, J.S. Manson & L. Richardson. 2010. Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 41: 271-292.
96. Schondube, J.E. & C. Martinez del Río. 2003. The flowerpiercers' hook: an experimental test of an evolutionary trade-off. Proceedings of the Royal Society of London 270: 195-198.
97. Vuilleumier, F. 1969. Systematics and evolution in *Diglossa* (Aves: Coerebidae). American Museum Novitates 2381: 1-44.
98. Schondube, J.E. & C. Martinez del Rio. 2004. Sugar and protein digestión in flowerpiercers and hummingbirds: a comparative test os adaptive convergence. Journal of Comparative Physiology 174: 263-273.
99. Moschione, F.N. & J. San Cristobal. 1993. Registro del Payador Negro Diglossa carbonaria para la Argentina. Hornero 13: 307.
100. Remsen, J.V., Jr. 1984. Natural history notes on some poorly known Bolivian birds. Le Gerfaut 74: 163-179.
101. Orenstein, R.I. 2011. Family Cardinalidae (Cardinals). pp. 330-427. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world: Vol. 16. Tanagers to New world blackbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
102. Klicka, J., K.J. Burns & G.M. Spellman. 2007. Defining a monophyletic Cardinalini: a molecular perspective. Molecular Phylogenetics and Evolution 45: 1014-1032.
103. Rising, J.D. 2011. Family Emberizidae (Buntings and New World Sparrow). pp. 428-501. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 16: Tanagers to New World Blackbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
104. Curson, J.M. 2010. Family Parulidae (New World Warblers). pp. 666-800. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 15: Weavers to New World Warblers. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
105. Collar, N.J., I. Newton & P. Clement. 2010. Family Fringillidae (Finches). pp. 440-617. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 15: Weavers to New World Warblers. Lnyx Edicions, Barcelona, España.
106. Summers-Smith, J.D. 2009. Family Passeridae (Old World Sparrows). pp. 760-793. En: J. del Hoyo, A. Elliott & D.A. Christie (eds.) Handbook of the birds of the world. Vol. 8: Broadbills to Tapaculos. Lnyx Edicions, Barcelona, España.

Capítulo 30: Los mamíferos del valle de La Paz

1. Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia: Taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History: 231: 1-652.
2. Wilson, D.E. & D.M. Reeder. 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Edit. Johnd Hopkins University Press, Baltimore, Maryland p.
3. Wilson, D.E. & R.A. Mitterneier. 2009. Handbook of the mammals of the world Lynx. 728 p.
4. Aguirre, L.F., C.J. Mamani, K. Barboza-Marquez & H. Mantilla-Meluk. 2010. Lista actualizada de los murciélagos de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental: 1-7.
5. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. MMAyA, La Paz-Bolivia. 572 p.

6. Feldhamer, G.A., L.C. Dickamer, S.H. Vessey, J.F. M. & C. K.
2007. Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 343 p.
7. Aliaga-Rossel, E. 2011. The cascading effect of mammal species defaunation on seed and seedling survivorship as a result of hunting. Doctorado. University of Hawaii at Manoa, Honolulu. 148 p.
8. Medellin, R.A., M. Equihua & M. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforest. Conservation Biology 14: 1666-1675.
9. Hochaska, P.W., T.P. Mommsen, J.H. Jones & C.R. Taylor. 1987. Substrate and O2 fluxes during rest and exercise in a high altitude adapted animal, the llama. Am. J. Physiology: 298-305.
10. Faura, A. 1975. Oxygen transport of hemoglobin in high–altitude animals (Camelidae). J. Appl. Physiol. 5: 806-810.
11. Mercado, J. & I. Miralles. 1991. Mamíferos. pp. 559. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.) Historia natural de un valle en los Andes, La Paz. Instituto de Ecología - UMSA, La Paz-Bolivia.
12. Vargas, J., N. Bernal, H. Zeballos, E. Vivar, B. Patterson, J.P. Jayat & U. Pardinas. 2008. The IUCN Red List of Threatened Species. (cited 2015 21 April 2015); Available from: www.iucnredlist.org.
13. Boom, B.M. 1981. The Ladew Expedition to Bolivia and Peru: George Tate's Botanical Collections. Brittonia 33(3): 482-489.
14. Burney, D.A. & T.F. Flannery. 2005. Fifty millennia of catastrophic extinctions after human contact. Trends in Ecology & Evolution 395-401.
15. Aliaga- Rossel, E., B. Ríos-Uzeda & H. Ticona. 2012. Amenazas de perros domésticos en la conservación del cóndor, el zorro y el puma en las tierras altas de Bolivia. Revista Latinoamericana de Conservación 2: 78-81.
16. Tarifa, T. & L.F. Aguirre. 2009. Mamíferos. pp. 419-572. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. MMAyA. 572 p.
17. Herreros de Lartundo, J. & W. Sielfeld Kowald. 2011. La Taruca, Huemul del norte. Ministerio de Medio Ambiente Arica-Chile.
18. Sunquist, M. & F. Sunquist. 2002. Wild cats of the world. University of Chicago Press, Chicago - USA p.
19. Aguirre, L.F. 2007. Aspectos generales de los Murciélagos de Bolivia. pp. 53-56. En: L.F. Aguirre (ed.) Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba.
20. Delany, M. 1981. Ecología de los micromamíferos. Omega, Barcelona p.
21. Cossíos, D., F. Beltrán Saavedra, M. Bennet, N. Bernal, U. Fajardo, M. Lucherini, M.J. Merino, J. Marino, C. Napolitano, R. Palacios, P. Perovic, Y. Ramirez, L. Villalba, S. Walker & C. Sillero-Zubiri. 2007. Manual de metodologías para relevamientos de carnívoros altoandinos. Pages 71 En. Alianza Gato Andino, Buenos Aires - Argentina.
22. Wallace, R.B., F. Alfaro, L. Sainz, B. Ríos-Uzeda & A. Noss. 2010. Canidae. pp. 367-400. En: R.B. Wallace, H. Gómez, Z.R. Porcel & D.I. Rumiz (eds.) Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
23. Jiménez, J. & A. Novaro. 2004. *Pseudalopex culpaeus*. pp. 44-49. En: C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann & D. Mcdonald (eds.) Canids: foxes, wolves, jackals and dogs - Status survey and conservation action plan. UICN/SSC Canid Specialist Group.
24. Maldonado, D.E., L.F. Pacheco & L.V. Saavedra. 2014 Legitimidad en la dispersión de semillas de algarrobo (*Prosopis flexuosa*, Fabaceae) por zorro andino (*Lycalopex culpaeus*, Canidae) en el valle de La Paz (Bolivia). Ecología en Bolivia 49(2): 93-97.
25. Villalba, M.L., N. Bernal, K. Nowell & D.W. Macdonald. 2012. Distribution of two Andean small cats (*Leopardus jacobita* and *Leopardus colocolo*) in Bolivia and the potential impacts of traditional beliefs on their conservation. Endang. Species Res: 85-94.
26. Villalba, L.M., M. Lucherini, S. Walker, D. Cossios, A. Iriarte, J. Sanderson, G. Gallardo, F. Alfaro, C. Napolitano & C. Sillero-Zubiri. 2004. El Gato Andino: Plan de Acción para su Conservación. Alianza Gato Andino, La Paz - Bolivia.
27. Marino, J., M. Lucherini, M.L. Villalba, M. Bennett, D. Cossios, A. Iriarte, P.G. Perovic & C. Sillero-Zubiri. 2010. Highland cats: ecology and conservation of the rare and elusive Andean cat. pp. 581-596. En: D.W. Macdonald & A.J. Loveridge (eds.) Biology and Conservation of Wild Felids. Oxford University Press, Oxford.
28. Lucherini, M., J.I. Reppucci, S. Walker, M.L. Villalba, A. Wursten, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos & P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the high Andes. Journal of Mammalogy. 1404-1409.
29. Huaranca, J.C., L.F. Pacheco, M.L. Villalba & A.R. Torrez. 2003. Ciudad de Piedra, an important site for the conservation of Andean cats in Bolivia. Cat News 4-7.
30. Noss, A., M.L. Villalba & R. Arispe. 2010. Felidae. En: R.B. Wallace, H. Gómez, Z.R. Porcel & D.I. Rumiz (eds.) Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.
31. Iriarte, A., J. Rau, R. Villalobos, L. N. & S. Sade. 2013. Revisión actualizada sobre la biodiversidad y conservación de los felinos silvestres de Chile. Boletín de Biodiversidad de Chile. 5-24.
32. Villalba, M.L., G. Gallardo & J.C. Huaranca. 2009. *Leopardus colocolo*. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia, La Paz - Bolivia.
33. Pereira, J.A. 2010 Activity pattern of Geoffroy's cats (*Leopardus geoffroyi*) during a period of food shortage. Journal of Arid Environments 74 1106-1109.
34. Romero-Muñoz, A. 2009 *Leopardus geoffroyi*. pp. Pp. 746-748. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia La Paz, Bolivia.
35. Tarifa, T., E. Aliaga, D. Hagaman & B. Ríos. 2001 Mamíferos del Parque Nacional Madidi Conservation International, Bolivia.
36. Emmons, L. & K. Helgen. 2008. *Conepatus chinga* En: IUCN Red List of Threatened Species www.iucnredlist.org.
37. Schreiber, A., R. Wirth, M. Riffel & H. Van Rompaey. 1989 Weasels, civets, mongooses and their relatives: an action plan for the conservation of mustelids and viverrids. Switzerland, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
38. Yensen, E. & T. Tarifa. 2003. *Galictis cuja*. Mammalian species. 1-8.

39. Rechberger, J., L.F. Pacheco, A. Nuñez, A.I. Roldán & G. Mendieta. 2014. The recovery of a population of the Vulnerable taruka *Hippocamelus antisensis* near La Paz, Bolivia: opportunities for conservation and education Oryx. 1-6.
40. Nuñez, A. 2009. Mamíferos pp. 479 - 481. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia, La Paz, Bolivia.
41. Nuñez, A. 2008. Estado de conservación de la taruka (*Hippocamelus antisensis*) en Bolivia. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora", Venezuela.
42. Lartundo, J.H. & W.S. Kowald. 2011. La Taruca, Huemul del norte. Ministerio del Medio Ambiente Arica - Chile.
43. Hofmann, R.K., K. Otte, C.F. Ponce & M.A. Rios. 1983. El manejo de la vicuña silvestre. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Almania.
44. Cardozo, A. 1954. Auquénidos. Centenario, La Paz, Bolivia.
45. Wheeler, J. 2006. Historia natural de la vicuña. pp. 25-36. En: B. Vilá (ed.) Investigación, conservación y manejo de vicuñas. Proyecto MACS, Buenos Aires.
46. Franklin, W.L. 1982. Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids. pp. 457-489. En: M.A. Mares (ed.) Mammalian biology in South America. Special Publication Series of the Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburg, Linesville, Pennsylvania.
47. Franklin, W. 1974. The social behaviour of the vicuña. pp. 477-487. En: V. Geist & F. Walther (eds.) The behaviour of ungulates and its relation to management. UICN Publication Morges, Switzerland.
48. Villalba, M.L., E. Cuellar & T. Tarifa. 2010. Camelidae. pp. 597-628. En: R.S. Walker, H. Gómez, Z. Porcel & D. Rumiz (eds.) Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. Simon I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia.
49. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2010. Estado Poblacional de la vicuña en Bolivia-2009. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia.
50. Tichit, M. 1991. Los camélidos de Bolivia. Fundación para Alternativas de Desarrollo (FADES), La Paz.
51. Barreta, J., Gutiérrez-Gil & B. Iñiguez. 2012. Analysis of genetic diversity in Bolivian llama populations using microsatellites. J. Anim. Breed. Genet. 1-10.
52. Marín, J.C., B. Zapata & B.A. Gonzalez. 2007. Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. Revista Chilena de Historia Natural. 121-140.
53. Wheeler, J.C. 2003. Evolution and origin of the domestic camelids. International Lama Registry (ILR) Report.
54. San Martin, F. 1989. Consumo voluntario en camélidos sudamericanos y factor de conversión para la estimación de la carga animal. Texas Tech University. 119-128.
55. Franklin, W. 1983. Contrasting Socioecologies of South America's Wild Camelids: the Vicuña and the Guanaco. pp. 573-629. En: J.F. Eisenberg & D.K. Kleinman (eds.) Advances in the Study of Mammalian Behavior. Special Publication of the American Society of Mammalogists.
56. Castro, C. & M. Estivariz. 2009. Desarrollo de la Cadena de Camélidos. FUNDES.
57. Kadwell, M., M. Fernandez & J. Stanley. 2001. Genetic Analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. Proc. R. Soc. Lond. B. 2575-2584.
58. Bonacic, S.C. 1991. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. Avances en Ciencias Veterinarias.
59. Emmons, L.H. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: Una guía de campo. Editorial FAN Santa Cruz de la Sierra p. 298.
60. Giarla, T.C., R.S. Voss & S.A. Jansa. 2010. Species limits and phylogenetic relationships in the didelphid marsupial genus Thylamys based on mitochondrial DNA sequences and morphology. Bulletin of the American Museum of Natural History: 397: 1-67.
61. Solari, S. 2002. Sistemática de *Thylamys* (Mammalia: Didelphimorphia: Marmosidae): Un estudio de las poblaciones asignadas a *Thylamys elegans* en Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 134 p.
62. Tate, G.H. 1933. A systematic revision of the marsupial genus *Marmosa*. Bulletin of American Museum of Natural History: 66: 1-250.
63. Creighton, G.K., A.L. Gardner & A.L. Gardner. 2007. Genus *Marmosa* Gray, 1821. Mammals of South America 1: 51-74.
64. Mares, M.A., R. Ojeda & M. Kosco. 1981. Observations on the distribution and ecology of the mammals of Salta Province, Argentina. Annals of Carnegie Museum. 151–206.
65. Wilson, D.E. & D.M. Reeder. 1993. Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
66. McKenna, M.C. & S.K. Bell. 1997. Classification of mammals above the species level. Columbia University Press p.
67. Reig, O.A. 1981. Teoría del origen y desarrollo dela fauna de mamíferos de América del Sud. Monographiae Naturae Publ. Mus. Munic. Cs. Nat. "Lorenzo Scaglia", Mar del Plata-Argentina 1 162 p.
68. De Blase, A.F. & R.E. Martin. 1982 A manual of mammalogy, with keys to families of the world. Wm.C. Brown Company Publishers. Iowa. EEUU.: 436 p.
69. Cabrera, A. & J. Yepes. 1960. Mamíferos Sudamericanos. 2nda Edicion, Tomo II. 45. Buenos Aires.
70. Musser, G.G. & M.D. Carleton. 2005. Superfamily Muroidea. 894–1531. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Wilson, D.E. and D.M. Reeder. eds. 3rd ed. Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
71. Dunnum, J., N. Bernal, H. Zeballos & E. Vivar. 2008. *Ctenomys leucodon*. (1 May 2015); Available from: www.iucnredlist.org.
72. Dunnum, J., J. Vargas, N. Bernal, H. Zeballos, E. Vivar, B. Patterson, J.P. Jayat & U. Pardinas. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. (cited 2015 21 april 2015); Available from: www.iucnredlist.org.
73. Yoneda, M. 1984. Los roedores del Alto Río La Paz. Comunicación (Museo Nacional de Historia Natural) 3: 5-12.
74. Pearson, O.P. 1972. New information on ranges and relationships within the rodent genus *Phyllotis* in Peru and Ecuador. Journal

of Mammalogy. 677-686.

75. Steppan, S. & O. Ramirez. 1901. *Phyllotis osilae* pp. 551-552. En: J.A. Allen (ed.) Mammals of South America University of Chicago Press, Chicago y Londres.
76. Pearson, O.P. 1958. A taxonomic revision of the rodent genus *Phyllotis*. University of California Publications in Zoology 56(4): 391-496.
77. Dorst, J. 1971 Nouvelles recherches sur l'ecologie des rongeurs des haut plateaux Peruviens Mammalia 35 515-547.
78. Dorst, J. 1973 Traite de Zoologie P. Grass & editor. Paris, France: Masson.
79. Pizzimenti, J.J. & R. Salle. 1980. Dietary and morphometric variation in some Peruvian rodent communities: the effect of feeding strategy on evolution. Biological Journal of the Linnean Society 13: 263-285.
80. Hershkovitz, P. 1962 Evolution of Neotropical cricetine rodents (Muridae), with special reference to the Phyllotine group. Fieldiana (Zoology) 46: 1-524.
81. Mann, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile marsupiales quirópteros edentados y roedores Gayana 40: 1-341.
82. Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Ediciones Lynx, Barcelona, España. 420 p.
83. Pearson, O.P. 1951. Mammals in the highlands of southern Peru. Bulletin of the Museum of comparative Zo?logy at Harvard college 106(3): 117-174.
84. Díaz, M.M. & R.M. Barquez. 2007. Los mamíferos silvestres de la Provincia de Jujuy, Argentina: sistemática y distribución. The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson. California: University of California Publications in Zoology 134: 417-578.
85. Jayat, J.P., P.E. Ortiz & M.D. Miotti. 2008 Distribución de sigmodontinos (Rodentia: Cricetidae) en pastizales de neblina del noroesteargentino. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24: 137-177.
86. Pearson, O. & C. Pearson. 1978. The diversity and abundance of vertebrate along an altitudinal gradient in Peru. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado": p. 97.
87. Ortiz, P.E. & J.P. Jayat. 2015. Genus *Neotomys* Thomas, 1984. pp 99-101. En: J. Patton, U.F.J. PArdiñas & G. D'Elía (eds). Mammals of South America. Volume 2- Rodentia. University of Chicago Press.
88. Muñoz-Pedreros, A. 2000. Orden Rodentia. pp. 73-126. En Muñoz-Pedreros A. & J. Yánez. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia, Chile. 463 p.
89. Barquez, R.M. 1983. La distribución de *Neotomys ebriosus* Thomas en la Argentina y su presencia en la provincia de San Juan (Mammalia, Rodentia, Cricetidae). Historia Natural 3 (22) 189-191.
90. Thomas, O. 1921. On a further collection of mammals from Jujuy obtained by Mr. A. Budin. Annals and Magazine of Natural History, ser. 9, 8: 608-617.
91. Olds, D.L., C.R. Henderson Jr, R. Tatelbaum & R. Chamberlin. 1988. Improving the life-course development of socially disadvantaged mothers: a randomized trial of nurse home visitation. American Journal of Public Health 78: 1436-1445.
92. Sanborn, C.C. & A.R. Watkins. 1950. Notes on the Malay tapir and other game animals in Siam. Journal of Mammalogy. 430-433.
93. Zeballos, H., J.A. Ochoa & E. Lopez. 2010. Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca SERNANP, Lima.
94. Jayat, J.P., P.E. Ortiz, S. Pacheco & R. González. 2011. Distribution of sigmodontine rodents in Northwestern Argentina: main gaps in information and new records. mammalia 75: 53-68.
95. Yensen, E. & T. Tarifa. 2002. Mammals of Bolivian *Polylepis* woodlands: Guild structure and diversity patterns in the world's highest woodlands. Ecotropica 8: 145-162.
96. Serrano, P. & S. Anderson. 1986. Datos sobre la alimentación de *Athene cunicularia* en la Reserva de Fauna Altoandina de Ulla-Ulla, Bolivia. Doñana Acta Vertebrata 13: 180-182.
97. Ortiz, J., T. Guilderson & M. Sarnthein. 2000. Coherent high-and low-latitude climate variability during the Holocene warm period. Science 288: 2198-2202.
98. Olds, N. 1988. A revision of the genus *Calomys* (Rodentia, Muridae). City University of New York. 372 p.
99. Mares, M.A., R.A. Ojeda, C.E. Borghi, S.M. Giannoni, G.B. Diaz & J.K. Braun. 1997. How desert rodents overcome halophytic plant defenses? BioScience 47: 699-704.
100. Díaz, M. 2000. Key to mammals of Jujuy, Province, Argentina Occasional Papers Oklahoma Museum of Natural History.
101. Pearson, O.P. 1995 Annotated keys for identifying small mammals living in or near Nahuel Huapi National Park or Lanín National Park, Southern Argentina. Mastozoología Neotropical 2.
102. Ojeda, R.A., S. Tabeni & V. Corbalán. 2011 Mammals of the Monte Desert: from regional to local assemblages Journal of Mammalogy. 92: 1236-1244.
103. Ojeda, R.A., S. Tabeni & V. Corbalán. 2011. Mammals of the Monte Desert: from regional to local assemblages. Journal of Mammalogy 92: 1236-1244.
104. Yahnke, C.J. 2006. Habitat use and natural history of small mammals in the Central Paraguayan Chaco. Mastozoología Neotropical 13: 103-116.
105. De Villafañe, G. 1981. Reproducción y crecimiento de *Akodon azarae azarae* (Fischer, 1829). Historia Natural 1: 193-204.
106. De Villafane, G., J. Merler & R. Quintana. 1992 Habitat Selection in Cricetine Rodent Population On Maize Field in the Pampa Region of Argentina Mammalia 56: 215-229.
107. Bozinovic, F. & M. Rosenmann. 1988. Comparative energetics of South American cricetid rodents. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology 91: 195-202.
108. Bozinovic, F. & M. Rosenmann. 1988. Daily Torpor in *Calomys musculinus*, a South American Rodent. Journal of Mammalogy. 69: 150-152.

109. Ellis, B.A., J.N. Mills, G.E. Glass, K.T. McKee, D.A. Enria & J.E. Childs. 1998. Dietary habits of the common rodents in an agroecosystem in Argentina. Journal of Mammalogy 79: 1203-1220.
110. Mills, J.N., B.A. Ellis, K.T. McKee, J.I. Maiztegui & J.E. Childs. 1992. Reproductive characteristics of rodent assemblages in cultivated regions of central Argentina. Journal of Mammalogy. 515-526.
111. Bisceglia, S.B.C., J.A. Pereira, P. Teta & R.D. Quintana. 2011. Rodent selection by Geoffroy's cats in a semi-arid scrubland of central Argentina. Journal of Arid Environments 75: 1024-1028.
112. Salazar-Bravo, J., L.A. Ruedas & T.L. Yates. 2002. Mammalian reservoirs of arenaviruses. pp. 25-63. En: Arenaviruses I. Springer.
113. Salazar-Bravo, J., L.A. Ruedas & T.L. Yates. 2002. Mammalian reservoirs of Arenaviruses. Current Topics in Microbiology and Immunology 262: 25-64.
114. Weksler, M. & C. Bonvicino. 2015 *Oligoryzomys andinus*. In: Patton JL, Pardiñas U, D'Elia G (eds), Mammals of South America. University of Chicago Press 2: 419-420.
115. Paresque, R. 2010. Diversificação das espécies do gênero *Oligoryzomys* Bangs, 1900 (Rodentia, Cricetidae) na região neotropical. Universidade de São Paulo.
116. Nowak, R.M. 1991. Walker's mammals ofthe world 2. Walker's mammals ofthe world 2.
117. Salazar-Bravo, J., J. Miralles-Salazar, A. Rico-Cernohorska & J. Vargas. 2011. Primer registro de *Punomys* (Rodentia: Sigmodontinae) en Bolivia. Mastozoología neotropical 18: 143-146.
118. Patterson, B. & H. Zeballos. 2008 *Punomys kofordi*. The IUCN Red List of Threatened Species (cited Downloaded on 01 May 2015.
119. Patton, J.L. 2015 Punomys kofordi, In J. Patton, U. Pardiñas & G. D'Elía (eds.) Mammals of South America. Rodents. 103-104.
120. Pacheco, V. & J.L. Patton. 1995. A new species of the Puna mouse, genus *Punomys* Osgood, 1943 (Muridae, Sigmodontinae) from the Southeastern Andes of Peru. Zeitschrift für Säugetierkunde 60: 85-96.
121. Zeballos, H., E. López & A. Morales. 1998 Mamíferos de Chiguata, Hábitat y Hábitos. Revista Bios Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2: 101-114.
122. Dorst, J. 1972a. Poids relatif du cœur de quelques rongeurs des Hautes Andes Peruviennes Mammalia. 36: 389-394.
123. Huchon, D.E. & J.P. Douzery. 2001 From the Old World to the New World: A molecular chronicle of the phylogeny and biogeography of hystricognath rodents. Molecular Phylogenetics and Evolution 20: 238-251.
124. Weir, B.J. 1974. Reproductive characteristics of hystricomorph rodents pp. 482. En: Rowlands & Weir (eds.) The Biology of hystricomorph Rodents Symposium of the Zoological Society of London, Academic Press. New York. .
125. Bishop, I. 1984. p. 702. En: D. Macdonald (ed.) The Encyclopedia of Mammals, New York - USA.
126. Rivera, D.S. 2013. Organización social de *Octodontomys gliroides* (Gervais y d'Orbigny, 1844) y las implicaciones sobre el origen y evolución de la sociabilidad en roedores octodóntidos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago - Chile.
127. Pearson, O.P. 1948. Life history of mountain viscachas in Peru. Journal of Mammalogy. 345-374.
128. Luna, F. & C. Antinuchi. 2007. Energy and Distribution in Subterranean Rodents: Sympatry between Two Species of the Genus *Ctenomys*. Comparative Biochemistry and Physiology Molecular & Integrative Physiology. 948-954.
129. Woods, C. 1984. The Suorder Hystricognathi. pp. 389-446. En: S. Anderson & J. Knox (eds.) Orders and Families of recent Mammals of the world. Wiley & Sons, Inc. , New York.
130. Vassallo, A.I. & A.I. Echeverría. 2009 Evolution of Brain Size in a Highly Diversifying Lineage of Subterranean Rodent Genus *Ctenomys* (Caviomorpha: Ctenomyidae) Brain, Behavior and Evolution. 73: 138-149.
131. Comparatore, V.M., M.S. Cid & C. Busch. 1995. Dietary preferences of two sympatric subterranean rodent populations in Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 68: 197-206.
132. Pearson, O.P. 1959. Biology of the Subterranean Rodents, *Ctenomys*, in Peru. Mem. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado". 3-56.
133. C., B. 2015 Ctenomys leucodon Waterhouse pp. 844-845 En: 1848, P. JL, U. Pardiñas & G. D'Elía (eds.) Mammals of South America: Rodents. Chicago y Londres, Chicago University Press.
134. Sanborn, C.C. & O.P. Pearson. 1947. The Tucotucos of Perú (Genus Ctenomys). Proceedings of the Biological Society of Washington 60: 135-138.
135. Glanz, W.E. & S. Anderson. 1990. Notes on Bolivian mammals. 7, A new species of *Abrocoma* (Rodentia) and relationships of the Abrocomidae. American Museum Novitates; no. 2991.
136. Cortes, R.M., S. Ferreira, V. Oliveira & D. Oliveira. 2002. Macroinvertebrate community structure in a regulated river segment with different flow conditions River Res Applic 18 367–382.
137. Tirado, C., A. Cortés, E. Miranda-Urbina & M.A. Carretero. 2012. Trophic preference in an assemblage of mammal herbivores from Andean Puna (Northern Chile). Journal of Arid Enviromental: 8-12.
138. Spotorno, A. & J.L. Patton. 2015 Family Chinchillidae Bennett, 1833 pp. 762-764. En: P. J.L., U. Pardiñas & G. D'Elía (eds.) Mammals of South America: Rodents. Chicago y Londres, Chicago University Press.
139. Barquez, R.M., M.A. Mares & R.A. Ojeda. 1991. Mammals of Tucumán Norman Oklahoma Museum of Natural History 282p.
140. Eisenberg, J.F. & K.H. Redford. 1999. Biodiversity reconsidered. Mammals of the Neotropics 3: 527-548.
141. KJ, L., W. FA, S. AE & A. LH. 2009. A new species of Mountain Viscacha (Chinchillidae: *Lagidium* Meyen) from the Ecuadorean Andes. Zootaxa 2126: 41–57.
142. Tarifa, T. & E. Yensen. 2010. Chinchillidae. pp. 695-728. En: R. Wallace, H. Gómez & Z. Porcel (eds.) Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecolgía y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.
143. Zegarra, V. 2015. Evaluación de variables ambientales que determinan la presencia de la vizcacha de montaña (Lagidium viscacia) dentro de la matriz urbana de la ciudad de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia. 57 p.

144. Lucherini, M., J.I. Reppucci, R.S. Walker, M.L. Villalba, A. Wurstten, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos & P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the high Andes. Journal of Mammalogy 90: 1404-1409.
145. Rowlands, I.W. 1974. Mountain viscacha. Symposium of the Zooloical Society of London. 131-141.
146. Wlaker, R.S., G. Ackermann, J. Schachter-Broide, V. Pancotto & A.J. Novaro. 2000. Habitat use by mountain vizcachas (Lagidium viscacia, Molina, 1782) in the Patagonian steppe. Zeitschrift für Säugetierkunde. 293-300.
147. Fontúrbel, F.E. & T. Tarifa. 2014. Can a habitat specialist survive urbanization? the case of the viscacha (*Lagidium viscacia*, Chinchillidae). Urban Ecosystems 17: 163-172.
148. Herrera, E., T.E. Lacher, D. Macdonald & A.B. Taber. 1984 Macdonald D. ed. The Encyclopedia of Mammals New York: Facts on File 690-699.
149. Dunnum, J.L. & J. Salazar-Bravo. 2010. Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus Cavia (Rodentia: Caviidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 48: 376-388.
150. Spotorno, A.E., G. Manríquez, L.A. Fernández, J.C. Marín, F. González & J. Wheeler. 2007 Domestication of guinea pigs from a southern Peru-northern Chile wild species and their middle pre-Columbian mummies pp. 367-388. En: K. D.A., L. E.P., S.-B. J. & P. J.L. (eds.) The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson, University of California Publications in Zoology.
151. Chazan, M. 2008 World Prehistory and Archaeology: Pathways through Time. Pearson Education, Inc. .
152. Morales, E. 1995. The Guinea Pig: Healing, Food, and Ritual in the Andes University of Arizona Press.
153. Spotorno, A.E., J.C. Marín, G. Manríquez, J.P. Valladares, E. Rico & C. Rivas. 2006 Ancient and modern steps during domestication of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.). Journal of Zoology 060606025751032.
154. Nowak, R.M. 1999 Walker's Mammals of the World Baltimore, . Md.: Johns Hopkins University Press.
155. Richardson, V.C.G. 2000 Diseases of Domestic Guinea Pigs. Blackwell.
156. Harkness, J.E. & J.E. Wagner. 1995 The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents Williams & Wilkins 30-39.
157. Simmons, N.B., D.E. Wilson & D.M. Reeder. 2005. Order chiroptera. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference 1: 312-529.
158. Mantilla-Meluk, H. & R. Baker. 2010 News species of *Anoura* from Colombia with systematic remarks and notes of the distribution of the *A geoffroyi* complex Natural Science Research Laboratory Museum Texas University Nº 292.
159. Sofro, Z.M.V.P. 2012. Plan de Manejo. Zoológico Municipal Vesty Pakos Sofro, La Paz-Bolivia.
160. Arias, E., R. Cadenillas & V. Pacheco. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape Tumbes - Perú. Revista Peruana Biológica. 16: 187 – 190
161. Galeón, R. 2012. Dieta y Patrones de movimiento de *Anoura geoffroyi* que habita la gruta de San Pedro en Sorata (La Paz Bolivia). Universidad Mayor de San Andrés La Paz Bolivia. tesis de licenciatura.
162. Galindo-González, J., S. Guevara & V.J. Sosa. 2000 Bat and bird generated seed rains at isolated trees in grazing pastures: their importance in restoring tropical rain forest in Mexico. Conservation Biology. 14: 1693–1703.
163. Ortega, J. & I. Alarcón-D. 2008 Anoura geoffroyi (Chiroptera: Phyllostomidae) Pages 1-7 En: Mammalian species.
164. Milner, J., C. Jones & K. Jones. 1990. *Nyctinomops macrotis* pp. 1-4. En: Mammalian species, The American Society of Mammalogists.
165. Siles, L. 2007 Familia Molossidae. pp. 330-366. En: L.F. Aguirre (ed.) Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia, Fundación Simón I. Patiño.
166. Aguirre, L.F. 1998. Breve nota sobre *Nyctinomops macrotis* (Chiroptera: Molossidae) para La Paz. Ecología en Bolivia 31: 91-92.
167. Wilkins, K.T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. Mammalian species 331: 1-10.
168. Díaz, M.M. 2011. New records of bats for the northern Amazon region of Peru Zoological Research 32: 1-11.
169. Siles, L., D. Peñaranda, J.C. Perez-Zubieta & K. Barboza. 2005. Los murciélagos de la ciudad de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 18: 51-64.
170. Baudoin, M. & E. Forno. 1991. Historia Natural de un Valle en los Andes de La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Ándres, La Paz-Bolivia: p. 559.
171. Emmons, L. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical, una guía de campo Editorial FAN, Santa Cruz - Bolivia.
172. Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico, J.D. Frank, T.G. Hallam, J. Horn, J.D. López Jr, G.F. McCracken, R.A. Medellín & A. Moreno-Valdez. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. Frontiers in Ecology and the Environment 4: 238-243.
173. International, B.C. 2005.
174. Vargas, A. 2007 Familia Vespertilionidae pp. 305-329. En: L. F. Aguirre (ed.) Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia, Fundación Simón I. Patiño.
175. Gardner, A.L. 2007. Family Vespertilionidae pp. 440-481. En: Gardner, A.L. (ed.) Mammals of South America: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats, The University of Chicago Press, Chicago.
176. E., G. & B. R. 2008 *Histiotus montanus*. En: I. 2012 (ed.) IUCN Red List of Threatened Species.
177. Siles, L., D. Peñaranda, J.C. Perez-Zubieta & K. Barboza. 2005. Los murciélagos de la ciudad de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 51-64.
178. Shump, K.A. & A.U. Shump. 1982. *Lasiurus borealis*. Mammalian species. 1-6.
179. E, G., B. R & J. Arroyo-Cabrales. 2008. *Lasiurus cinereus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. .
180. Valdez, E.W. & P.M. Cryan. 2009. Food habits of the hoary bat (*Lasiurus cinereus*) during spring migration through New Mexico.

The Southwestern Naturalist 54: 195-200.

181. Marques, F., R. Almeida & S. Missel. 2008 Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae: New ocurrence site in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. Check List 4: 79-81.

182. D.E., W. 2007. Genus *Myotis* Kaup, 1829. pp. 468-481. En: A.L. Gardner (ed.) Mammals of South America Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats, The University of Chicago Press.

183. Vargas, A., C. Coca, N. Aramburo & S. Arias. 1996. Composición preliminar de los mamíferos de la zona central de Tirani, Parque Nacional de Tunari, Cochabamba. p. 174. En: Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz-Bolivia IV Congreso Nacional de Biología

184. Moratelli, R. & D.E. Wilson. 2013. Distribution and natural history of *Myotis lavali* (Chiroptera, Vespertilionidae). Journal of Mammalogy 94: 650-656.

185. Linares, O. 1987 Murciélagos de Venezuela. Departamento de Relaciones Públicas de Lagoven S.A., Caracas, Venezuela.

186. Muñoz-Arango, J. 2001. Los murciélagos de Colombia: sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ciencia y Tecnología, Medellín-Colombia: p. 391.

187. La Val, R.K. & H. Rodriguez. 2002. Murciélagos de Costa Rica InBio, Costa Rica: p. 320.

Capítulo 31: Bioestratigrafía del Devónico inferior en el valle de La Paz

(1) Ahlfeld, F. 1945. Reseña geologica de la cuenca de La Paz.- Min. Boliviana 2 (16): 11-15 y2 (17):11-15
(2) D' Orbigny, A., 1842. Voyages dans l'Amerique Meridionale: Tomo III, Partie 3, p. 120, Chez P. Bertrnad, Paris.
Encyclopedia Britannica, 1951, v.1, p.735.
(3) Conway, W.M., 1990. The Bolivian Andes. A record of climbing and exploration in the Cordillera Real in the years of 1898 and 1900.- Harpers, London & N.Y.
(4) Hauthal, R., 1911. Reisen in Bolivien and Peru – Laipzig: Duncker y Humbolt Picture Nº 46, p. 125.
(5) Troll., C, and R. Finsterwalder, 1935. Die Karten Der Cordillera Real und das Talkessel von La Paz (Bolivien) und die Diluvial geschichte der zentralen Anden Hannover: Peter-manna Mitteilungen v.81, pp. 393 -399, 445 – 45.
(6) Ahlfeld, F. & L. Branisa, 1960. Geología de Bolivia.- Ed. Don Bosco La Paz – Bolivia. Artículos
(7) Toro, M., J.M. Beltrán, D Martínez & R. Guerrero, 2003. La fauna silúrica superior de la región de Ñuñumayani, Departamento de La Paz.- V Congreso Latinoamericano de Paleontología (Santa Cruz Bolivia)- Resúmenes 11.
(8) Toro, M. & R. García-Duarte, 2002. Bioestratigrafía de las rocas silúrico-devónicos aflorantes en el margen oriental de la cuenca de La Paz.- (Memorias del XV Congreso Geológico Boliviano, Santa Cruz). Revista Técnica de YPFB, 20: 332-3334.
(10) Andrade, F.R. & P. Ortega, 2006. Breve Descripción Faunísticas de la Región de Apaña, Margen de la Cordillera Oriental, Ciudad de La Paz.- Revista Grupo de Apoyo a la Biología (GAB) – Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz – Bolivia.
(11) Andrade, F., R. & P. Ortega, 2006. Comunicación sobre el hallazgo de Eurypteridos ubicados en la Región de Apaña: Departamento de La Paz.-Memorias del XVII Congreso geológico Boliviano, filial Chuquisaca – Bolivia.
Tesis
(12) Guaygua, A. G, 2008. Geología Estructural – Área Comprendida entre las localidades de Mecapaca – Millocato.-
Prov. Murillo Dpto. La Paz.- Tesis de Grado UMSA.
(13) Suarez-Soruco, R. & Díaz-Martínez, 1996. Léxico Estratigráfico de Bolivia.- Revista Técnica de YPFB, 17 (1-2): 3-227 Cochabamba.
(14) Gamed., V. J.A. & E. Liñan, 1996. Revisión de la terminología Icnología en Español.- Revista española de
paleontología, 11 (2), 155-176. ISSN Madrid España
(15) Seilacher, A. 1970. Cruziana stratigraphy of "non-fossiliferus" Paleozoic sandstones. In Crimes, T.P. & Harper, L.C. (Eds) Trace Fossil. Geol J. Sp. Issue 3, pp, 447-476.
(16) Coca. A. M., P. D. Alonso & B., C., Ratcliffe, 1999. Evidencias de la Actividad Biológica Producidas por
Artrópodos Terrestres a lo Largo del Tiempo geológico.- Boletín S.E.A., Nº 26 Madrid España.
(17) Seilacher, A.1953. Studien zur Palichnologie.I Uber die methoden der Palichnologie: Neues Jahrb. Geologie, Palantologie. Abkandl., V. 96. Pp. 413-428.
(18) Frey, W.R. and A. Seilacher, 1980. Uniformity in Marine Invertebrate Ichnology. Lethaia.Vol. 13, Nº 3. pp. 183 – 207.
(19) Frey, W.R. and S.G. Pemberton, 1985. Biogenic structures in outerops and cores.I. Approaches to ichnology. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 33, 72 – 115.
(20) Suarez-Soruco, R. 1988.Estudio bioestratigráfico del Ciclo Cordillerano de Bolivia.- Tesis de ingreso a la
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, 142 p., La Paz.
(21) Petriella, B. & R. Suarez-Soruco, 1989. Presencia de Plantas terrestres probablemente vasculares, en las
formaciones Kirusillas y Tarabuco (Lampayano – Silúrico superior) de Bolivia.- Revista Técnica de YPFB.
Cochabamba.
(22) Racheboeuf, P.R., A. Le Herisse, F. Guillocheou & M. Truyols-Massoni, 1993. El Devónico de Bolivia: Bio y Cronoestratigrafía.- Bull. Isnt. Fr. Études andines, 22(3): 645 – 655 Lima.
(23) Baldis, B. A. 1992. Marco estructural de las cuencas del Paleozoico Inferior sudamericano en su
contexto gondwánico.-Paleozoico Inferior de Ibero-América, pp. 1-19 Madrid España.
(24) Harrington, H., 1967. Devonian of South America, en Oswald, D.H. Ed. Intern. Sym On the Devonian System, Calgary, Vol. 1, pp. 651 – 671
(25) Rodrigo, L.A. & A. Castaños 1978. Sinopsis Estratigráfica de Bolivia.- I Parte Paleozoico. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia-La Paz.
(26) Pembertos, G., Maceachero, S., & Buatois. L. 1997. Criterios icnológicos para el reconocimiento y la
interpretación de discontinuidades erosivas. Vol. 22 Nº 1 pp. 1-32
(27) García-Ramos, J.C. 1984. Estudio de las trazas fósiles (icnofauna) del campo de Gibraltar (provincia de Cádiz). I.G.M.E., mapa Geológico Nacional, E 1:50.000, Informe interno: 98 p.
(27) CURRAN, H.A. y FREY, R.W., 1977: Pleistocene trace fossils from North Carolina (U.S.A.), and their Holocene analogues. In T.P.

Crimes and J.C. Harper, eds. Trace Fossils 1 Geol. Journ., 9: 139-162.
(28) WEIMER, R.J. y HOYT, J.H., 1964: Burrows of Callianassa major SAY. Geologic indicators of littoral and shallow neritic environments. J. Palaeont., 38: 761.
(29). Branisa, L., 1965. Fósiles Guías de Bolivia. I Paleozoico.- Boletín del Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL), 6: 1-282, La Paz.
(30). D' Orbigny, A., 1842.VoyagesdansI'AmeriqueMeridionale: Tomo III, Partie 3, p. 120, Chez P. Bertrnad, Paris. Encyclopedia Britannica, 1951, v.1, p.735.
(31). Crimes, T. P. 1970 a.The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from Lower Paleozoic strate. In: Trace fossils. Crimes &happer Eds., Geol. Jour., Spec. Issue nº 3 pp. 101 126, Liverpool.
(32) Salter, J. W., 1861. On the fossils from the high Andes, collected by David Forbes in: Reporton the geology of South America Part I: Bolivia and Southern Peru.-Quart. Journ. Geol. Soc., 17: 62 – 73.
(33) Hallan, A. &Sweet, K. 1966.Trace fossils from the Lower Cambrian Pipe Rock of the northwest Highlands.Scott. Jour. Geol., vol2, pp. 101 – 106 Edinburgh.
(34) Ekdale, A.A., & Bromley, R.G., 2001, A day and a night in the life of a cleft-foot clam: Protovirgularia-Lockeia-Lophoctenium: Lethaia, 34:119-124
(35) Kennedy, W. J. 1975. Trace Fossils in carbonate rocks. In: The Study of trace Fossils, Frey, R. W. (Ed.), pp. 377 – 398. Spring-Verlag Berlin-Heidelberg- New York.
(36) Chamberlain, C. K. 1971 b. Bathymetry and paleoecology of Ouachita geosynclines the southeastern Oklahoma as determined from trace fossils, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., vol 55, nº 1, pp. 34-50 Tulsa
(37) Maberry, J. O. 1971. Sedimentary features of the Blackhawk Formation (Cretaceous) in the Sunnyside District, Carbon County, Utah U.S. Geol. Survey. Prof. Pap., vol. 688, pp. 1-44, Washington
(38) Sellwood, B. W. 1970. The relation of trace fossils to small scale sedimentary cycles in the British Lias. In: Trace fossils, Crimes & Happer (Eds.) Geol. Jour., Issue, nº 3, pp. 489-504 Liverpool.
(39) Simpson, S. 1957.On the trace-fossils Chondrites. Quat. Jour. Geol. Soc. London, vol 112. Nº 4 pp. 475-499, London
(40) Gutschick,R,C, y Lamborn, R. 1975. Bifungites, trace fossils from DévonienMississipian rock of Pensilvania nad Montana, USA Palaeogeog. Palaeoclim, Palaeoecol, vol 18 nº 3 pp 193-212. Amsterdam
(41) Seilacher,A.1963.Aportaciones al estudio de las facies Flysch. Not. Y Com. Inst. Geol. Min. España, nº72 pp.129-178, Madrid.
(42) Chamberlain, C.K.1971a. Morphology and ethology trace fossils from the Ouachita. Mountains, southeast Oklahoma. Jour. paleontology Vol. 45nº2 pp 212-246 Menasha.
(43) Häntzschel, W. 1975. Trace fossils and problematic. In:Treatise on Invertebrate. Paleontology. C. Teichert (Ed.) Part. W. Miscellanea, Suppl. 12º Ed. Univ.Kansas & Geol. Soc. Am. Lawrence.
(44) Droser, M.L., 1991, Ichnofabric of the Paleozoic Skolithosichnofacies and thenature and distribution of Skolithos pipe rock: Palaios, 6, 316-32.
(45) Alpert, S. P. 1973. Bergaaueria Prantl (Cambrian and Ordovician), a probable actinian trace fossil. Jour, Paleontology, vol. 47, nº 3 pp. 1.18. Liverpool
(46) Fürsich, F. T. 1974. Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. Stuttgarter Baitr.Naturk., Seri B, nº 13 pp. 1-52 Stuttgart -1975 Trace fossils as environmental indicators in the Corallian of England and Normandy Lethaia, vo, 8, nº 2 pp. 151 172, Olso.
(47) Boyd, D. W. 1974. Wyoming specimens of the trace fossils Bergaueria. Contribute to Geology. vol. 13 nº 1 pp. 11- 15 Laramie.
(48) Arai, M.N. & Mc. Gugan, A. 1968. A Problematic coelenterate (¿) from the lower Cambrian, near Moraine lake Banff Area, Alberta. Jour. Paleontology vol. 42 pp 205 – 209 Menasha.
(49) Garcia, R, J, C., M. Valenzuela, C. Suarez y J.R. Bahamonde. 1987. El icnogénero Zoophycus y su valor Sedimentario y paleoambiental. Acta Geologica Hispanica, t 21 – 22, pag. 499 – 505
(50) Bottjer, D. J. and Droser, M. L. 1994.The history of Phanerozoic Bioturbation. In: The Palaeobiology of trace Fossils (Ed. S.K. Donovan) The Johns Hopkins University Press. Baltimore, 155- 176.
(51) Suárez Soruco, R. 1988 Estudio bioestratigráfico del Ciclo Cordillerano de Bolivia.- Tesis de de ingreso a la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia – La Paz.
(52) Petriella, B. & R. Suárez Soruco 1989. Presencia de plantas terrestres probablemente vasculares, en las formaciones Kirusillas y Tarabuco (Lampayano – Silúrico superior) de Bolivia.- Revista Técnica de YPFB 10 (3-4) Cochabamba.
(53) Racheboeuf, P.R. & P. E. Isaacson, 1993. Los chonetoideos (Braquiópodos) silúricos y devónicos de Bolivia.- (in: R. Suarez-Soruco) (ed.). Fósiles y facies de Bolivia, vol. II Invertebrados y Paleobotánica), Revista Técnica de YPFB 13/14 Santa Cruz.
(54) Isaacson, P. E. 1977. Devonian stratigraphy and brachiopod paleontology of Bolivia Part A.Orthida and Strophomenida Part B. Spiriferida and Terebratulida.-Palaeontografica Abt. A Bd. 155 (6-5)
(55) Ciguel, J., H. 1991 Nuevas Especies de Tentaculites (Tentaculidae, Mollusca) del Silúrico y Devónico de Bolivia. Revista Técnica de YPFB vol. 12 Nº 2 Santa Cruz.
(56) Babcock, L.E. y Feldmann, R.M. 1986 a. Devonian and Mississippian conulariids of North America. Part A. General description and Conularia. Annals of Carnegie Museum of description and Conularia Annals of Carnegie Museum of Natural History 55: 349-410.
(57) Suarez-Soruco. R. 1993 Devonian Brachiopoda of Bolivia, Reviste Técnica de YPFB, vol 13-14 nº 1,2 Cochabamba.
(58) Ager, D.V. 1968 Brachiop Paleoecology. Earth Sciencia Reviws 3 (1967):157-179.
(59) Sweet, W.C. 1964 Michelinoceras pp 225-226 in Orthoceratidae pp 224-231 in the Treatise on Invertebrate Paleontology Vol. K GSA and Univ. Kansas.

Capítulo 32: Paleofauna de mamíferos del valle de La Paz

Ahlfeld, F. E. 1972. Geología de Bolivia. Edit. "Los amigos del Libro", La Paz, Bolivia. 189 pp.

Billet, G., C. de Muizon y B. Mamani Quispe. 2008. Late Oligocene mesotheriids (Mammalia, Notoungulata) from Salla and Lacayani (Bolivia): implications for basal mesotheriid phylogeny and distribution. Zoological Journal of the Linnean Society, (152): 153-200.

Hoffstetter, R., C. Martinez, M. Mattauer et P. Tomasi. 1971. Lacayani, un nouveau gisement bolivien de Mammifères déséadiens

(Oligocène inférieur). C. R. Acad. Sci. Paris, 273: 2215-2218.

Hoffstetter, R. 1968. Un gisement de mammifères déséadiens (Oligocène inférieur) en Bolivie. C. R. Acad. Sci. Paris, 267: 1095-1097.

Lavenu, A., M. G. Bonhomme, N. Vatin-Perignon y P. Depachtere. 1989. Neogene magmatism in the Bolivian Andes between 16º S and 18º S: stratigraphy and K/ar geochronology. Journal of South American Earth Sciences, 2 (1): 35-47.

Mamani Quispe, B. y R. Andrade Flores. 2003. Fósiles: Naturaleza en Bolivia. Museo Nacional de Historia Natural. Edit. Tupac Katari– Sucre, 67 pp.

Marshall, L.G. et T. Sempere. 1991. The Eocene to Pleistocene Vertebrates of Bolivia and their stratigraphic context: a review. (in: R. Suarez-Soruco, (ed.) Fósiles y Facies de Bolivia, Vol. I Vertebrados). Revista Técnica de YPFB, 12 (3-4): 631-652.

Martínez, C. 1972. Estructuras Hercínicas afectadas por la tectónica Andina en la Cordillera Real de Bolivia. Revista Boliviana de Geociencias, Vol. I, (1): 1-7.

Mones, A. y J. Mehl. 1990. La presencia de Macroeuphractus Aff. Moreni (Lydekker, 1895), En la Formación La Paz (Plioceno), Bolivia. Aspectos Taxonómicos y Bioestratigráficos (Mammalia: Cingulata: Dasypodidae). Com. Paleont. Mus. Montevideo Vol. (22): 17-32.

Sait-André, P.-A., F. Pujos, G. de Iuliis, C. Cartelle, T. J. Gaudin, H. G. McDonald y B. Mamani-Quispe. 2010. Nouveaux paresseux terrestres (Mammalia, Xenarthra, Mylodontidae) du Néogène de l'Altiplano bolivien. Geodiversitas, 32 (2): 255-306.

Saint-André, P.-A. 1994. Contribution à l'étude des grands mammifères du Néogène de l'altiplano bolivien. Ph.D. Thèse inédite du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Saint-André, P.- A. 1999. Les Toxodontidés du Néogène de l'Altiplano bolivien. Palaeontographica, Stuttgart, 251 (5-6): 79-148.

Servant, M., T. Sempere, J. Argollo, M. Bernat, G. Ferand et P. Lobello, 1989. Morphogenese et soulevement de la Cordillere Orientale des Andes de Bolivie Au Cenozoique. C. R. Acad. Sci. Paris, T. 309, ser. II: 417-422.

Suarez Soruco, R. y E. Díaz Martínez. 1996. Léxico Estratigráfico de Bolivia. Revista Técnica YPFB, 17 (1-2): 3-227.

Villarroel, C. 1977. Revalidación y Redescripción de Posnanskytherium desaguaderoi Liendo 1943; Toxodontidae (Notoungulata) del Plioceno superior boliviano. Bol. Serv. Geol. de Bolivia. 1 (1): 21-23. La Paz.

Vucetich, M. G. 1991. Los Roedores de Salla y Lacayani (Bolivia) y su correlación con los de otras faunas de edad Deseadense (Oligoceno). (in: R. Suarez-Soruco, (ed.) Fósiles y Facies de Bolivia, Vol. I Vertebrados). Revista Técnica de YPFB, 12 (3-4): 625-629.

Vucetich, M. G. 1989. Rodents (Mammalia) of the Lacayani fauna revisited (Deseadan, Bolivia). Comparison with new Chinchillidae and Cephalomyidae from Argentina. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 4ème Série, 11(4): 233-247

Capítulo 33: Especies exóticas e invasoras del valle de La Paz

1. Richardson, D., P. Pyšek, M. Rejmanek, M. Barbour, D. Panetta y C. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions 6: 93-107.
2. Matthews, S. 2005. Sudamérica Invadida. El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. GISP. Kirstenbosch. 80 p.
3. Shine, C., N. Williams y L. Gündling. 2000. Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. GISP, Kirstenbosch.
4. IUCN -The World Conservation Union. 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss due to Biological Invasion (approved by the IUCN Council, February, 2000).
5. Heger, T. y L. Trepl. 2003. Predicting biological invasions. Biological Invasions 5: 313-321.
6. Zalba, S.M. 2005. Introducción a las invasiones biológicas. Conceptos y definiciones. En S. Matthews (ed), Sudamérica Invadida. El Creciente peligro de las especies exóticas invasoras. GISP. Kirstenbosch. 80 p.
7. McNeely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei y J.K. Waage. 2001. A global strategy on invasive alien species. IUCN Switzerland, Gland and Cambridge, Reino Unido. 50p.
8. Williamson, M. 2006. Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. Biological Invasions 8: 1561–1568.
9. Convenio sobre la Diversidad Biológica - CDB (Rio de Janeiro, 1992).
10. Mack, R.N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout y F.A. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. Ecological Applications 10: 689-710. Publicado simultáneamente en una versión en español para el público general por la Ecological Society of America. Issues in Ecology No. 5. Spring, 2000 (http://www.esa.org/science/Issues/ FileSpanish/ issue5.pdf).
11. Williamson, M. 1996. Biological Invasions. Chapman y Hall, London, 244 p.
12. Williamson, M. 1993. Invaders, weeds and the risk from genetically modified organisms. Experientia, 49, 219-24.
13. Williamson, M. y A Fitter. 1996. The characters of successful invaders. Biological Conservation 78: 163-170.
14. Rangi, D. 2006. Invasive Species and Poverty: Exploring the Links. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. GISP, Kirstenbosch. 12p.
15. Parker, I.M., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, K. Goodell, M. Wonham, P.M. Kareiva, M.H. Williamson, B. Von Holle, P.B. Moyle, J.E. Byers y L. Goldwasser. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. Biological Invasions

1: 3-19.

16. Pimentel, D., S. McNair, J. Janecka, C. Wightman, C. Simmonds, C. O`Connell, E. Wong, L. Russel, J. Zern, T. Aquino y T. Tsomondo. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. Agriculture, Ecosystems y Environment 84: 1-20.
17. D'Antonio, C.M. y S. Kark. 2002. Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 17: 202-204.
18. Pyšek, P. y K. Prach. 2003. Research into plant invasions in a crossroads region: history and focus. Biological Invasions 5: 337-348.
19. Lovei, G.L. 1997. Biodiversity – global change through invasion. Nature 388: 627-628.
20. McGeoch, A., S. Chown y J. Kalwij. 2006. A global indicador for biological invasión. Conservation Biology 20: 1635–1646.
21. Pimentel, D., R. Zuniga y D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics 52: 273–288
22. Aliaga-Rossel E., B. Ríos-Uzeda y H. Ticona 2012. Amenazas de perros domésticos en la conservación del cóndor, el zorro y el puma en las tierras altas de Bolivia. Revista Latinoamericana de Conservación 2 (2) – 3(1): 78-81.
23. Rico A. 2009. Establecimiento en Bolivia de Bases de Datos sobre Especies Exóticas Invasoras, como parte de la Red Interamericana de Información en Biodiversidad, IABIN. 496-505 p. En Beck S., Paniagua-Zambrana N., López R. y Nagashiro N. (eds). Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.
24. INBio- Instituto Nacional de Biodiversidad.2013. http://www.inbio.org/
25. Infodrogas 2014. En: http://infodrogas.org/inf-drogas/estramonio Fecha de acceso: marzo de 2014.
26. Zalba, S.M. y C.B. Villamil, 2002. Woody plant invasion in relictual grasslands. Biological Invasions 4: 55-72.
27. Nogales, M., E. Vidal, F.M. Medina, E. Bonnaud, B.R. Tershy, K.J. Campbell y E.S. Zavaleta. 2013. Feral Cats and Biodiversity Conservation: The Urgent Prioritization of Island Management. BioScience 63:804-810.
28. Simberloff, D. 2003. How Much Information on Population Biology is Needed to Manage Introduced Species? Conservation Biology 17:83–92.
29. Smallwood, K.S. y T.P. Salmon. 1992. A rating system for potential exotic bird and mammal pests. Biological Conservation, 62: 149-159.
30. Wittenberg, R. y M.J.W. Cock. 2001. Invasive Alien Species: A Toolkit for Best Prevention and Management Practices. CAB International, Wallingford, Oxon, 228p.
31. Hoffman, R. S.; Smith, A. T. (2005). "Order Lagomorpha". In Wilson, D. E.; Reeder, D. M. Mammal Species of the World (3rd ed.). Johns Hopkins University Press. pp. 198–199 ITIS, apud Wilson, Don E., y DeeAnn M. Reeder (eds.) 1992. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, 2nd ed., 3rd printing, 18, Smithsonian Institution Press, 1992, xviii + 1207
32. Palacios, F. 1989. "Biometric and morphologic features of the species of the genus Lepus in Spain". Mammalia 53: 227–64.
33. ITIS, apud Wilson, Don E., y DeeAnn M. Reeder (eds.) 1992. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, 2nd ed., 3rd printing, 18, Smithsonian Institution Press, 1992, xviii + 1207
34. Nowak, R. M. 1991. Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.
35. Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad., México D.F., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
36. Myers, P. y D. Armitage. 2004. *Rattus norvegicus*. Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/*Rattus_norvegicus*.html
37. Long, J. 2003. Introduced mammals of the world. Their history, distribution and influence. Australia, CSIRO PUBLISHING.
38. Gillespie, H. and P. Myers. 2004. *Rattus rattus*. Animal Diversity Web., http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Rattus_rattus.html.
39. Lira, J. 2010. Revisión sobre la genética del origen del ganado vacuno y las aportaciones del ADN antiguo. MUNIBE (Antropologia-Arkeologia) 61: 153-170.
40. Beteta , M. 1999. Llegada del vacuno español a Suramérica. Real academia de ciencias veterinaria de España.
41. Diamond J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. Nature vol 418.
42. Veblen, T. T., T. Kitzberger, B.R. Burnsy A.J. Rebertus. 1996. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. Ecología de los bosques nativos de Chile, 169-98.
43. Choquenot D., J. McIlroy y T. Korn. 1996. Managing Vertebrate Pests: Feral Pigs. Bureau of Resource Sciences, Canberra. En http://www.environment.gov.au/biodiversity/threatened/tap.html
44. Lowe S., M. Browne, S. Boudjelas, y M. De Poorter. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición, en inglés, sacada junto con el número12 de la revista Aliens.
45. Aliaga– Rossel, E., y L. Painter. 2010. Tayassuidae y Suidae. Capítulo 22. Pp 573-596. En: Wallace, R.B., H. Gómez, Z.R. Porcel & D.I. Rumiz (Eds.) Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
46. Loss S.R., T. Will y P.P. Marra. 2013. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States, Nature Communications, 4 1396. DOI: 10.1038/ncomms2380

47. Medina F.M., E. Bonnaud, E. Vidal, B.R. Tershy, E.S. Zavaleta, C. Josh Donlan, B.S. Keitt, M. Corre, S.V. Horwath y M. Nogales. 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates, Global Change Biology, 17 (11) 3503-3510.

48. Aliaga- Rossel E, B. Ríos-Uzeda y H.Ticona 2012. Amenazas de perros domésticos en la conservación del cóndor, el zorro y el puma en las tierras altas de Bolivia. Revista Latinoamericana de Conservación 2 (2) – 3(1): 78-81.

49. Hare B, M. Brown, C. Williamson y M. Tomasello. 2002. The domestication of social cognition in dogs. Science 298: 1634-1636.

50. Mellink, E. 1993. Biological conservation of Isla de Cedros, Baja California, México: assessing multiple tretas. Biodiversity and Conservation. 2.

51. Fjeldså, J. and N. Krabbe, Birds of the high Andes. 1990, Svendborg, Denmark: Apollo Books. 876.

52. Summers-Smith, J. D. 2009. Family Passeridae (Old World Sparrows), in Handbook of the birds of the world. Vol. 8: Broadbills to Tapaculos, J. del Hoyo, A. Elliott, y D.A. Christie, Editors. Lnyx Edicions: Barcelona, Spain. p. 760-793.

53. González-Acuña, D., Silva, F., Moreno, L., Cerda, F., Donoso, S., Cabello, J., y J. López. 2007. Detección de algunos agentes zoonóticos en la paloma doméstica (*Columba livia*) en la ciudad de Chillán, Chile. Revista chilena de infectología, 24(3), 199-203.

54. Muzzachiodi, N., M. G Wilson y R. A Sabattini. 2003. Avifauna registrada en un ciclo anual en el Parque Escolar Rural "Enrique Berduc", La Picada, Paraná, provincia de Entre Ríos, Argentina., segunda serie 16, Nótulas Faunísticas

55. Idema, A., 1999. *Salmo trutta*. Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Salmo_trutta.html

56. Loubens, G., 1991. *Salmo garidneri.* En: Dejoux, C. y A. Iltis. El Lago Titicaca. Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual, La Paz, Bolivia, ORSTM Imp. Talleres Gráficos Hisbol.

57. Vila I. y D. Soto. 2001. *Odontesthes bonariensis*. Pejerrey argentino, una especie para cultivo extensivo. http://www.fao.org/docrep/008/ad772s/AD772S17.htm

58. Loubens, G. y Osorio, F. 1991. *Basilichthys bonaeresnis* (431-445). En Dejoux, C y A. Iltis. El lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual, La Paz. ORSTM Imp. Talleres gráficos Hisbol.

59. Estévez M. 2000. Análisis de las respuestas de *Pinus radiata* (Pinaceae) al estrés por herbivoría de la larva *Metardaris cosingacosinga* (Lepidoptera) en la zona de Bolognia (valle de La Paz). Tesis de Licenciatura en Biología. FCPN-UMSA. La Paz, Bolivia. 104 p.

60. Matthews S. (ed).2005. Sudamérica invadida. El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. GISP, Kirstenbosch, South Africa.

61. Baldi, P., Muthuchelian, K. & N. La Porta. 2012. Leaf plasticity to light intensity in Italian cypress (*Cupressus sempervirens* L.): adaptability of a Mediterranean conifer cultivated in the Alps. Journal of Photochemistry Photobiol B. (5)117: 61-9.doi: 10.1016/j.jphotobiol.2012.09.006.

62. GesPlan S.A.U. 2008. *Eucalyptus globulus* Labill. Natura. Gobierno de Canarias En: http://www.interreg-bionatura.com/especies/pdf/Eucalyptus%20globulus.pdf Fecha de acceso: 2 de marzo de 2014.

63. Lémuz C. & K. Aranda 2007. Evaluación de los aspectos sociales en las Áreas Protegidas Municipales del Municipio De La Paz. En: Quiroga, C. 2007. Diagnóstico de Áreas Protegidas del Municipio de La Paz. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

64. Drake P.L., Mendham D.S., White D.A. & Ogden G.N. 2009. A comparison of growth, photosynthetic capacity and water stress in *Eucalyptus globulus* Labill coppice regrowth and seedlings during early development. Tree Physiology 29, 663–674.

65. Poore M. & Fries C. 1987 Efectos ecológicos de los eucaliptos. FAO. Roma. 106 p.

66. Ziaebrahimi L, Khavari-Nejad RA, Fahimi H. & T. Nejadsatari 2007. Effects of aqueous eucalyptus extracts on seed germination, seedling growth and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in three wheat cultivar seedlings (*Triticum aestivum* L.). Pakistan journal of biological sciences. Oct 1:10(19):3415-9. En: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19090161. Fecha de acceso: 2 de marzo de 2014.

67. Gaudêncio, M.; Gavilán R. & D. Sánchez-Mata. 2013 Restauraciones de *Spartium junceum* L. (Leguminosae) en el Parque Natural de la Cuenca Alta del Manzanares (Madrid, España): ¿son un peligro potencial de invasión? Schironia Revista científica del colegio oficial de farmacéuticos de Madrid. 12: 40-49.

68. Font Quer, P. (1993). Plantas medicinales el Dioscórides renovado. Editorial Labor, Barcelona.

69. García, E. 1987. Flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. UMSA. La Paz. 138 p.

70. Irish, G. 2000. Agaves, Yuccas, and Related Plants: A Gardener's Guide. Timber Press. pp. 94–97

71. Guillot Ortiz D., P. Van Der Meer, E. Laguna Lumbreras & J. A. Rosselló Picornell. 2008. El género Agave L. en la flora alóctona valenciana. Monografías de la revista Bouteloua, nº 3, 94 p.

72. García-Herrera E. J., S.J. Méndez-Gallegos, D.Talavera-Magaña. 2010. El género Agave spp. en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. ESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5. 129 p.

73. Roldán P. & J. Mondragón 2009. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. En: Vibrans H. (ed.) Malezas de México: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-dactylon/fichas/ficha.htm#2. Fecha de acceso: 17 de febrero de 2014.

74. MBG 2014. Página web del Missouri Botanical Garden: http://www.tropicos.org/Name/2717125?tab=distribution Revisado en marzo de 2014.

75. Barkworth M. s/f. Cynodon Rich. En: http://herbarium.usu.edu/webmanual/info2.asp?name=cynodon_dactylon&type=treatment. Fecha de acceso: 17 de febrero de 2014.

76. «*Matricaria recutita*». Tropicos.org. Missouri Botanical Garden: http://www.tropicos.org/Name/2702887. Consultado el 13 de junio de 2012.

77. Mars, B. 1999. La medicina del diente de león. Versión traducida por Rodriguez. J. Editorial SIRIO. España.11-17 p.

78. Memmott, J. & N.M. Waser. 2002. Integration of alien plants into a native flower–pollinator visitation web. Proc. R. Soc. Lond. (269)1508: 2395-2399.doi:10.1098/rspb.2002.2174.

79. Renvoize S. 1998 Gramíneas de Bolivia. The Royal Botanical Garden, Kew. 644 p.

80. García, E. 1991. Flora de la ciudad de La Paz. En: Forno, E. & M. Baudoin (Eds.) Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. IE-UMSA. La Paz, Bolivia. 151-168 p.

Capítulo 34: Cambio en la cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz

1. Nájera, O., J.L. Bojórquez, J.L. Cifuentes & S. Marceleño. 2010. Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. Revista Biociencias, 1(1): 19-29.
2. Naciones Unidas. 2011. Estado de la población mundial 2011. División de Información y Relaciones Externas del UNFPA. Nueva York. 132 p.
3. Naciones Unidas. 2014. La situación demográfica en el mundo en 2014. División de Población. Nueva York. 2p.
4. Pacheco P., M. Aguilar-Støen, J. Börner, A. Etter, L. Putzel and M.C. Vera. 2011. Landscape Transformation in Tropical Latin America: Assessing Trends and Policy Implications for REDD+. Forest, 2:1-29.
5. Hansen, M.C., P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice and J.R.G. Townshend. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science, 342: 1-5.
6. Fundación Amigos de la Naturaleza. 2012. Mapa de deforestación de las tierras bajas y yungas de Bolivia 2000-2005-2010. Santa Cruz, Bolivia. 2 p.
7. Urioste A. 2010. Deforestación en Bolivia una amenaza mayor al Cambio Climático. Fundación Friedrich Foro de Desarrollo y Democracia. Santa Cruz, Bolivia. 18 p.
8. Ramírez-Sánchez H.U., M.E. García-Guadalupe & G. Villalpando-Piña. 2013. Evaluación espacio-temporal de vegetación y uso de suelo de la cuenca río Caliente, Jalisco, México. Revista Investigaciones Geográficas, 59:43-55.
9. Rodríguez A. 2011. Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
10. Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. 2009. Atlas de potencialidades productivas del Estado Plurinacional de Bolivia. UDAPRO. La Paz, Bolivia. 43 p.
11. Peralta-Rivero, C., C. Contreras, M.G. Galindo, J.C. Torrico & V.A. Vos. 2013. Cambios de Uso de Suelo y Proyectos Forestales MDL y REDD en Riberalta, Amazonía Boliviana. Revista de Ciencia y Tecnología Agraria, 2(4): 403-420.
12. Guerra E. 2006. Análisis multitemporal de la cobertura y uso de la tierra a través del sistema LCCS en la cuenca baja del río Grande – Santa Cruz. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Mayor de San Simón – CLAS, Cochabamba, Bolivia.
13. Villagómez C. 1991. Asentamientos Humanos. p. 47-56. En: Forno E. &M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Universidad Mayor de San Andrés-Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.
14. Apaza K. 2011. Distribución potencial de una lagartija endémica Liolaemus sp.nov. frente al cambio de cobertura y uso del suelo en el valle de La Paz, Bolivia. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Mayor de San Simón - CLAS y el ITC de Holanda, Cochabamba, Bolivia.
15. Lara R. & A. Poma. 2011. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra de Bolivia 2010. Memoria Técnica. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras - Viceministerio de Tierras, La Paz, Bolivia. 126 p.

Capítulo 35: Las áreas protegidas en el valle de La Paz

1. Dudley, N. 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. 96 pp.
2. Bravo, E. y R. Carrere. 2004. Áreas protegidas ¿Protegidas contra quién? OilWatch y Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Uruguay. 125 pp.
3. Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro, Brasil. 32 pp.
4. Vega, A., S. Czaplicki, L. Calderon y L. Arteaga. 2012. Diagnóstico del Sistema Municipal de Áreas Protegidas de La Paz. Bolivia. The Nature Conservancy-Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. La Paz, Bolivia. 87 pp.
5. CPE. 2009. Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia. Bolivia.
6. MMA y A. 2012. Áreas Protegidas Subnacionales en Bolivia: Situación actual 2012. La Paz. 87 pp.
7. GMLP 2000. Ordenanza Municipal Nº 147/2000.
8. Quiroga, C., Y. Galarza, J. Lizarazu, C. Lémuz, K. Aranda, R. López y J. Orihuela. 2007. Diagnóstico de los aspectos legales, económico-sociales, culturales y bióticos de las Áreas protegidas municipales de La Paz como base para el planteamiento de la estrategia del plan maestro. Gobierno Municipal de La Paz. 251 pp.
9. PROMETA. 2009. Áreas Protegidas Municipales, una realidad en Bolivia. PROMETA-Protección del medio ambiente. Tarija, Bolivia. 23 pp.