

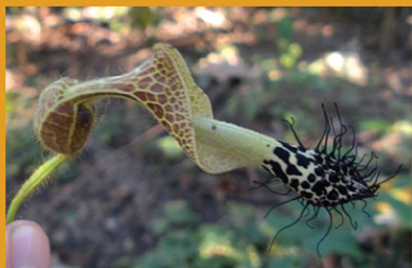


Historia natural de Sara Ana

Estación Experimental Agroecológica
de Alto Beni, Bolivia

Editores:

María Ripa Landajo / Kazuya Naoki



SysCom
Bolivia



Historia Natural de Sara Ana
Estación Experimental Agroecológica
de Alto Beni, Bolivia

María Ripa Landajo
Kazuya Naoki
(Editores)

Historia Natural de Sara Ana

Estación Experimental Agroecológica
de Alto Beni, Bolivia



Cita del libro: Ripa L., M. & K. Naoki (Eds.). 2021. Historia Natural de Sara Ana: Estación Experimental Agroecológica de Alto Beni, Bolivia. Plural editores, La Paz, Bolivia. 340 pp.

Título: Historia Natural de Sara Ana:
Estación Experimental Agroecológica de Alto Beni, La Paz, Bolivia

Esta publicación fue posible gracias al auspicio del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor da San Andrés y el financiamiento del Proyecto SysCom-Bolivia, canalizado a través de FiBL - Suiza

Instituto de Ecología 2021
Universidad Mayor de San Andrés
Calle 27 Cota Cota y Av. Andrés Bello s/n, Campus Universitario
+591 (2) 2792582
dir.ie.umsa@gmail.com, instituto_ecologia@fcpn.edu.bo
La Paz - Bolivia

Editores: María Ripa Landajo y Kazuya Naoki
Editora gráfica: Maritza Cornejo Mejía
Diagramación: Plural Editores
Fotos de la tapa: James Aparicio: Vista panorámica del paisaje,
M. Isabel Gómez: Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*), Fruto de cacao
Luis Marconi: *Aristolochia* cf. *pilosa*
Andreas Kay: Hormiga (*Cephalotes* sp.)

© Instituto de Ecología, 2021

Primera edición: noviembre de 2021

D.L.: 4-1-300-2022 P.O.
ISBN: 978-9917-605-64-5

Producción
Plural editores
Av. Ecuador 2337 esq. calle Rosendo Gutiérrez
Teléfono: 2411018 / Casilla Postal 5097, La Paz, Bolivia
e-mail: plural@plural.bo / www.plural.bo

Impreso en Bolivia

Instituciones participantes

Instituto de Ecología

Carrera de Biología,
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Universidad Mayor de San Andrés
Calle 27 Cota Cota y Av. Andrés Bello s/n,
Campus Universitario
dir.ie.umsa@gmail.com,
instituto_ecologia@fcpn.edu.bo
La Paz, Bolivia



Museo Nacional de Historia Natural - MNHN

Calle 26 de Cota Cota (Ovidio Suárez)
Casilla N° 8706 - Correo Central
Teléfono y Fax: +591 -2- 2795364
info-mnhn@mnhn.gob.bo
La Paz, Bolivia



Herbario Nacional de Bolivia - LPB

Calle 27 Cota Cota y Av. Andrés Bello s/n,
Campus Universitario
Casilla 10077 - Correo Central
Tel. +591 2792416, 2792582, Fax 2770962
Email: direccion.herbariobolivia@gmail.com
La Paz, Bolivia



Herbario Nacional
de Bolivia (LPB)

Colección Boliviana de fauna (CBF)

Edif. Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Piso 3.
Calle 27 Cota Cota y Av. Andrés Bello s/n,
Campus Universitario
Telf. +591 22792582 int. 5
La Paz, Bolivia



Colección Boliviana de Fauna

**Instituto de Investigación
para la Agricultura Orgánica,**
(Forschungsinstitut für Biologischen Landbau) - FiBL
Ackerstrasse, CH-5070 Frick, Suiza



**Programa para la Conservación de los Murciélagos
de Bolivia (PCMB)**

laguirre@fcyt.umss.edu.bo
isamoyadiaz@gmail.com



**Asociación Boliviana para la Conservación
de las Aves "Aves Bolivianas"**

Km 8 1/2 doble vía La Guardia,
Barrio 23 de diciembre, pasillo Camiri
info@avesbolivianas.org
avesbolivianas@avesbolivianas.org
Santa Cruz, Bolivia



**Red de Investigadores en Herpetología
Bolivia (RIHB)**

Av. José Aguirre 260, Los Pinos Zona Sur
www.facebook.com/HerpetosLaPaz
La Paz, Bolivia



Fundación ECOTOP

Final Av. Diego de Peralta N° 902,
Zona Agua de la Vida Norte
Telef. +591 2 280760
www.ecotop-consult.de
La Paz, Bolivia



Direcciones y afiliaciones de los autores

Aguilar-Kirigin, Alvaro J.

alvaroaguilarkirigin@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
Colección Boliviana de Fauna

Aldana, Claudia

aldana_clau@yahoo.com
Herbario Nacional de Bolivia - LPB

Amurrio, Patricia

patamord@yahoo.com
pamurrio@fpcn.edu.bo
Instituto de Ecología - UMSA

Aparicio, James

james.aparicio.e@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
- Bolivia (RIHB)
Colección Boliviana de Fauna

Barrera, Soraya

sorayabarrera@gmail.com
sbarreramaure@mnhn.gob.bo
Museo Nacional de Historia Natural
- Colección Boliviana de fauna

Beck, Stephan

lpbstephan@gmail.com
Instituto de Ecología - UMSA
Herbario Nacional de Bolivia - LPB

Campos, Consuelo

consuelocampos@hotmail.com
Investigadora Asociada es el Herbario
Nacional de Bolivia - LPB

Galeón, Raquel

anourageoffroyi@gmail.com mary_raq@hotmail.com
Programa para la Conservación
de los Murciélagos de Bolivia (PCMB)

Gallegos, Silvia C.

silvia.gallegos.a@gmail.com
Herbario Nacional de Bolivia - LPB
Universidad Martín Luther Halle
Wittenberg, Halle, Alemania

Gómez, M. Isabel

isabel.gomez.u@gmail.com
Asociación Boliviana
para la Conservación de las Aves
"Aves Bolivianas"

Lafuente Cartagena, Indyra

indyra.lafuentec@gmail.com
ilafuente@conservacionamazonica.org.bo
Asociación Boliviana para la Investigación
y Conservación de Ecosistemas Andino
Amazónicos,
ACEAA-Conservación Amazónica

Limachi, Miguel

miguelhormiga@gmail.com
Investigador Asociado Instituto
de Ecología - UMSA

Marconi, Luis

luismarconiripa@gmail.com
Investigador Independiente,
eventualmente relacionado al Herbario
Nacional de Bolivia - LPB

Martínez, José

josemartines78@gmail.com
Colección Boliviana de Fauna,
Instituto de Ecología,
Carrera de Biología - UMSA

Miranda-Calle, Alejandro Bruno

abrunomirandac@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
- Bolivia (RIHB)
Colección Boliviana de Fauna

Moya, M. Isabel

isamoyadiaz@gmail.com
Programa para la Conservación
de los Murciélagos de Bolivia (PCMB)

Naoki, Kazuya

knaoki@fcpn.edu.bo
Instituto de Ecología - UMSA

Ocampo, Mauricio

mauiocampo@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
- Bolivia (RIHB)
Colección Boliviana de Fauna

Pacheco, Luis F.

luispacheco11@yahoo.com
Instituto de Ecología - UMSA
Colección Boliviana de Fauna

Palabral, Oswaldo

os.palabral@gmail.com
Programa para la Conservación
de los Murciélagos de Bolivia (PCMB)

Paredes-Rodríguez, Marita A.

maritaparedesr@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
- Bolivia (RIHB)
Colección Boliviana de Fauna

Plata, Oscar

osyen.bio@gmail.com
oplata@mnhn.gob.bo
Museo Nacional de Historia Natural-
Herbario Nacional de Bolivia - LPB

Prudencio, Eduardo

eduprudencio@gmail.com
Investigador Asociado Instituto
de Ecología - UMSA

Revollo-Cadina, Susana

sussygab@gmail.com
Arid and Semi Arid land Program, Texas
Tech University
Universidad Mayor, Santiago-Chile

Rico, Adriana

adri_rico_cer@yahoo.es
Instituto de Ecología - UMSA
Colección Boliviana de Fauna

Ríos-Ríos, Jehan Ninon

jehaninon.ríos@gmail.com
Red de Investigadores en Herpetología
- Bolivia (RIHB)
Colección Boliviana de Fauna

Sánchez, Virginia

isabelvirginias@gmail.com
Colección Boliviana de Fauna,
Instituto de Ecología,
Carrera de Biología - UMSA

Sarmiento, Jaime

jsarmientotavel@gmail.com
jsarmiento@mnhn.gob.bo
Museo Nacional de Historia Natural
- Colección Boliviana de fauna

Schneider, Monika

monika.schneider@fibl.org
Instituto de Investigación
para la Agricultura Orgánica, FiBL

Schneidewind, Ulf

ulf.s@ecotop-consult.de
Universidad Göttingen;
Fundacion ECOTOP

Seidel, Renate

rseidel11@gmail.com
Investigadora asociada Herbario
Nacional de Bolivia - LPB

Vargas, Geovana

gigi.saudade.1109@gmail.com
Programa para la Conservación
de los Murciélagos de Bolivia (PCMB)

Índice

Prólogo	15
---------------	----

CAPÍTULO 1

Introducción

<i>María Ripa, Kazuya Naoki, Ulf Schneidewind, Patricia Amurrio, Stephan Beck, Jaime Sarmiento, Soraya Barrera, Luis Marconi, Monica Schneider</i>	19
1. Biodiversidad y agricultura.....	19
2. Área de estudio: La Estación Experimental Agroecológica Sara Ana	21
3. El proyecto Comparación de Sistemas Agrícolas a Largo Plazo en los Trópicos (SysCom).....	23
4. Características Geofísicas de la región Alto Beni	26
5. Historia de exploración científica	31
6. Poblaciones humanas y uso de la tierra.....	35
Bibliografía	38
Anexo	43

CAPÍTULO 2

Unidades de vegetación de Sara Ana

<i>Luis Marconi, Renate Seidel & Stephan Beck</i>	53
1. Vegetación en las cercanías del río y en depresiones	55
2. Formaciones boscosas de tierra firme	58
3. Áreas con actividades humanas (antrópicas)	60
Bibliografía	62

CAPÍTULO 3

Sistemas acuáticos de la zona de Sara Ana

<i>Jaime Sarmiento & Soraya Barrera</i>	65
1. Sistemas fluviales de orden mayor: Ríos (Río Alto Beni)	65
2. Sistemas fluviales de orden intermedio: Arroyos.....	68
3. Sistemas fluviales de orden menor: Riachuelos de bosque.....	68
4. Sistemas temporales del lecho del río	69
Bibliografía	70

CAPÍTULO 4

Plantas vasculares en Sara Ana y sus alrededores

<i>Stephan Beck, Renate Seidel & Luis Marconi</i>	73
1. Características generales del grupo.....	73
2. Diversidad y filogenia.....	74
3. Comentarios sobre la taxonomía.....	75
4. Plantas vasculares y colectores registrados en Sara Ana	77
5. Descripción de la Lista	78
Bibliografía	81
Anexo	83

CAPÍTULO 5

Árboles en el Bosque de Sara Ana

<i>Oscar Plata, Renate Seidel & Stephan Beck</i>	103
1. Características generales	103
2. Estructura y composición del bosque de Sara Ana	104
3. Composición y riqueza de familias y especies de árboles	106
4. Usos actuales y potenciales de los árboles encontrados en los bosques de Sara Ana.....	112
5. Estado de conservación	119
Bibliografía	122
Anexo.....	128

CAPÍTULO 6

Hierbas terrestres silvestres de Sara Ana

<i>Luis Marconi</i>	137
1. Características generales del grupo.....	137
2. Historia natural de las herbáceas de Sara Ana	138
Bibliografía	145

CAPÍTULO 7

Leguminosas de Sara Ana

<i>Luis Marconi</i>	151
1. Características generales del grupo	151
2. Riqueza de especies y composición	152
3. Características biogeográficas	155
4. Importancia ecológica	156
5. Conservación	160
Bibliografía	161

CAPÍTULO 8

Briófitas de Sara Ana

<i>Claudia Aldana M. & Silvia C. Gallegos</i>	167
1. Características generales del grupo	167
2. Riqueza de especies y composición	168
3. Características biogeográficas	169
4. Preferencia de hábitat de las especies encontradas	169
5. Usos de las briófitas	171
6. Conservación y amenazas	172
Bibliografía	172
Anexo	174

CAPÍTULO 9

Líquenes de Sara Ana

<i>Consuelo Campos Villanueva</i>	179
1. Características generales del grupo	179
2. Riqueza de especies y composición	182
3. Número de especies presentes según hábitat	183
Bibliografía	184
Anexos	186

CAPÍTULO 10

Mamíferos de Sara Ana y sus alrededores

<i>Adriana Rico C., Isabel Moya D., Luis F. Pacheco,</i> <i>Susana Revollo-Cadina, Geovana Vargas, Oswaldo Palabral,</i> <i>Raquel Galeón, José Martínez & Virginia Sánchez</i>	189
1. Características generales del grupo	189
2. Historia natural de los mamíferos en la zona de Sara Ana	191
Bibliografía	209
Anexo	214

CAPÍTULO 11

Aves de Sara Ana y sus alrededores

<i>M. Isabel Gómez & Kazuya Naoki</i>	219
1. Características generales del grupo	219
2. Historia natural.....	221
3. Especies de aves migratorias	230
4. Estado de conservación	231
Bibliografía	232
Anexo	243

CAPÍTULO 12

Reptiles y Anfibios de Sara-Ana

<i>James Aparicio, Mauricio Ocampo, Alvaro J. Aguilar-Kirigin, Bruno Miranda-Calle, Jehan N. Ríos & Marita A. Paredes-Rodríguez</i>	249
1. Características generales del grupo.....	249
2. Historia natural.....	251
3. Estado de conservación del grupo en la zona	258
4. Conclusiones.....	262
Bibliografía	263

CAPÍTULO 13

Peces de Sara Ana y sus alrededores

<i>Soraya Barrera, Martín Velasco, Salomón Illa y Jaime Sarmiento</i>	271
1. Características generales del grupo	271
2. Historia natural de los peces en la zona de Sara Ana.....	274
3. Estado de conservación	286
Bibliografía	289
Anexos.....	295

CAPÍTULO 14

Mariposas de Sara Ana y sus alrededores

<i>Indyra Lafuente Cartagena</i>	299
1. Características generales del grupo	299
2. Historia natural del grupo en la zona.....	301
3. Estado de conservación del grupo en la zona	307
4. Descripción de algunas especies o grupos importantes, amenazadas, llamativos, introducidas, etc. (con fotos)	309
Bibliografía	309
Anexo	319

CAPÍTULO 15

Hormigas de Sara Ana y sus alrededores

Eduardo Prudencio & Miguel Limachi 325

1. Características generales del grupo 325

2. Historia natural del grupo en la zona 327

3. Estado de conservación del grupo en la zona 335

4. Descripción de algunas especies o grupos importantes
y/o llamativos..... 335

5. Conclusión..... 336

Bibliografía 337

Anexo 339

Prólogo

Gracias al convenio que fue suscrito entre el Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y el Instituto de Investigaciones de Agricultura Orgánica (FiBL-Suiza) se promovió el funcionamiento del proyecto “Ensayo de comparación de sistemas de producción a largo plazo (Sys Com-Bolivia)” desde 2008. El Programa Sys Com se desarrolla en tres países tropicales. En el caso de Bolivia participan otras instituciones como socias nacionales. El enfoque de ese proyecto convergió entre todos los esfuerzos institucionales para aportar con información científica respecto a los efectos de diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*) orgánico y convencional en sistemas agroforestales simples y diversificados. Este importante ensayo de comparación de sistemas de producción a largo plazo procura contribuir en la agricultura orgánica (a diferentes niveles de diversidad, complejidad del sistema de producción) a la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, servicios del ecosistema (fertilidad de suelo, agua, biodiversidad, secuestro de carbono) y reducción de la presión humana sobre superficies forestales húmedas tropicales. Actualmente el proyecto se encuentra en la cuarta fase de implementación y ha cumplido 13 años de avance.

En Bolivia este proyecto se localiza en Sara Ana, donde se ha establecido una Estación Experimental Agroecológica, ubicada en la región de Alto Beni (Depto. La Paz, Prov. Nor Yungas), que ya contaba con el desarrollo productivo del cacao como cultivo principal, a cargo de la cooperativa El Ceibo. Este valle interandino húmedo (entre 350-500 m) y rodeado por serranías montañosas de los Andes (hasta 2.000 metros)

está conformado por bosques húmedos siempre verdes. Se desarrollan dos componentes: 1 experimento a largo plazo (LTE) y 2 enfoque de desarrollo tecnológico participativo (PTD). En el ensayo de campo se definieron cinco tratamientos de monocultivo y sistemas agroforestales donde se compararon con base a luz y sombra, así como manejo convencional, orgánico y diversificado, así como el barbecho (sin cultivos) como referencia para estudios de biodiversidad y fertilidad del suelo. Los principales cultivos anuales son arroz, maíz y yuca, principalmente destinados para fines de subsistencia; mientras que los comerciales perennes son cítricos, plátano y cacao (este último para mercado nacional y de exportación).

Bajo las condiciones de los tratamientos, se registró información del desarrollo de las plantas de cacao y permanente seguimiento y evaluación; además se realizó monitoreo de la biodiversidad con el establecimiento de una línea base en relación a diferentes grupos de organismos. Desde el principio y bajo el marco de colaboración, el Instituto de Ecología (IE), asumió la labor de realizar estudios sobre la biodiversidad: ecología, vegetación, flora, fauna y otros. Además, junto al equipo de investigadores del IE, se sumaron otros profesionales gracias a las convocatorias de financiamiento que generó el proyecto para realizar estudios puntuales, incorporados como consultores al proyecto, así como a becarios estudiantes de la Carrera de Biología de la UMSA.

El presente aporte reúne información que ha sido generada precisamente sobre la biodiversidad de Sara Ana, en que contribuyeron 32 autores en 15 capítulos, aunque la lista de autores se incrementa más aún en la coautoría de algunos temas. Se incorpora un capítulo introductorio sobre los antecedentes y la descripción del escenario en que se desarrollaron las investigaciones. Luego los siguientes dos capítulos describen las formaciones terrestres y acuáticas, para luego en cuatro capítulos puntualizan sobre las plantas vasculares, incluyendo a las especies arbóreas, herbáceas y leguminosas. En dos subsiguientes capítulos trata sobre las briófitas y líquenes representados en el área de estudio. Mientras que los seis últimos capítulos refieren a las especies de mamíferos, aves, reptiles & anfibios, peces, mariposas y hormigas. De esta forma, se completa un panorama documentado sobre la riqueza, listas y tendencias sobre los grupos mencionados y el paisaje que está representado en este enclave tan interesante de bosques tropicales en valles húmedos de los Andes orientales de Bolivia.

Para el Instituto de Ecología significa una profunda satisfacción el logro de contar con esta línea base que se encuentra publicada en el

presente libro porque se concentra el esfuerzo realizado por grupos de investigadores y estudiantes, avalados por la cooperación científica con el FiBL de Suiza y otros socios en Bolivia. Este grupo de investigadores ha estado motivado por reunir información original sobre la primera referencia de la diversidad biológica en Sara Ana que se publica. Es un paso muy importante e indispensable para dar a conocer sobre los avances logrados. Finalmente y no menos importante, me permito felicitar a los editores por el esfuerzo realizado que produce este fundamental aporte a la ciencia de nuestro país y la región, dejando en algo a nuestro Instituto, a la Universidad Mayor de San Andrés y a las demás instituciones socias.

Mónica Moraes R., PhD
Directora
Instituto de Ecología
Universidad Mayor de San Andrés

La Paz, Noviembre 2021

CAPÍTULO 1

Introducción

*María Ripa, Kazuya Naoki, Ulf Schneidewind,
Patricia Amurrio, Stephan Beck, Jaime Sarmiento,
Soraya Barrera, Luis Marconi, Monica Schneider*

1. Biodiversidad y agricultura

La conservación de la biodiversidad es una de las agendas importantes en el siglo XXI (Millennium Ecosystem Assessment 2005). La degradación de hábitats por medio de la deforestación, el cambio de cobertura de la tierra y el cambio climático están entre los factores que afectan más a la biodiversidad (Groom *et al.* 2006). Bolivia sufre una alta tasa de pérdida del bosque primario y la mayoría de las áreas deforestadas han sido convertidas en tierras agrícolas (Killeen *et al.* 2007, Muller *et al.* 2014). Esta conversión de la vegetación natural para el aprovechamiento humano ha tenido diversas consecuencias en la biodiversidad nativa. Como los efectos de los diferentes tipos de agricultura son sumamente variables, algunas tierras convertidas causan impactos negativos a la biodiversidad y otras siguen cumpliendo cierto rol para la conservación de las especies del bosque (Hughes *et al.* 2002, Estrada & Coates-Estrada 2005). Por ejemplo, los cultivos arbolados, como los huertos frutales y plantaciones de café y cacao (sistemas agroforestales o equivalentes), preservan una mayor biodiversidad que los pastizales de uso ganadero, las plantaciones de árboles exóticos o los cultivos sin árboles (Petit *et al.* 1999, Estrada & Coates-Estrada 2005, Harvey & González V. 2007) y los sistemas agrícolas que mantienen árboles nativos para sombra, mantienen una mayor biodiversidad que los sistemas de monocultivo (Greenberg *et al.* 1997, Abrahamczyk *et al.* 2008).

En el caso de Bolivia, desde hace varias décadas, la seguridad alimentaria se encuentra entre los objetivos principales de las políticas nacionales. Sin embargo, las acciones con las que se pretende implementarla tienen, en general, una visión de corto plazo, y están centradas principalmente en la ampliación de la frontera agropecuaria (Gruenberger 2017). Es evidente que esta estrategia de desarrollo agrícola tiene un límite definido por la superficie de tierra que puede habilitarse para la agricultura. Es más, ese límite ha sido alcanzado en la mayor parte del territorio y ha sido superado en muchos sitios, donde se están habilitando tierras que no tienen vocación agrícola.

Ante esta realidad, es indispensable el desarrollo de modelos productivos que mejoren los rendimientos y la sostenibilidad de las tierras agrícolas actuales; es decir, que no requieran ampliación de la frontera agrícola. En este contexto, los sistemas agroforestales o equivalentes demostraron ser una opción para la producción de alimentos, combinada con variados servicios ecosistémicos. La conservación de la biodiversidad es, al mismo tiempo, un requisito para mantener la salud del ecosistema y asegurar la sostenibilidad y una consecuencia de la adopción de sistemas productivos más integrales como la agroforestería orgánica. Los niveles de pérdida de biodiversidad y el ritmo actual hacen necesario que se adopten todos los espacios posibles de conservación, incluyendo tierras productivas

Actualmente, se encuentran 95.417 km² de plantaciones de cacao a nivel mundial, siendo uno de los cultivos comerciales más importantes en África occidental, sudeste de Asia, Centro y Sudamérica (FAOSTAT 2012). El cacao (*Theobroma cacao*, Malvaceae - Sterculioideae) es un árbol pequeño de 4-8 m de altura, que se originó en el sotobosque del bosque tropical húmedo de la Amazonia y fue diseminado por el ser humano a lo largo de Mesoamérica y otros continentes. Aunque la extracción de frutos de cacao de árboles silvestres sigue practicándose localmente, la mayoría de la producción en Bolivia se realiza en fincas familiares utilizando las variedades comerciales (Bazoberry & Salazar 2008). En general, las plantaciones de cacao se consideran hábitats aptos para muchas especies de vida silvestre; sin embargo, su importancia para la conservación de la biodiversidad parece depender de la región y de las características de los modelos productivos.

La región de Alto Beni es una zona conocida por su producción de cacao, cítrico, plátano y papaya. En esta región se encuentran fragmentos de bosque poco intervenido en una matriz de cultivos y barbechos resultados de cultivos abandonados. Es importante evaluar la potencialidad

para la conservación de biodiversidad en este tipo de paisaje cada vez más común en Bolivia.

El presente libro pone a disposición del público información sobre ecosistemas y especies presentes en Sara Ana y sus alrededores, en la región de Alto Beni. No están todos los grupos de vida silvestre ni toda la información generada; sin embargo, creemos que se constituye en un valioso aporte para los pobladores de Alto Beni, que conocerán mejor su patrimonio natural, así como para la comunidad boliviana en general.

2. Área de estudio: La Estación Experimental Agroecológica Sara Ana

La información de este libro fue obtenida principalmente en Sara Ana, complementada con observaciones realizadas entre Covendo y Mayaya dentro de la región de Alto Beni. Sara Ana es una estación experimental agroecológica, ubicada en Municipio de Alto Beni, Provincia Caranavi, Departamento de La Paz (15°27'30"S, 67°28'38"O, altitud de 390 m s.n.m.) y comprende aproximadamente 500 ha (Figura 1).

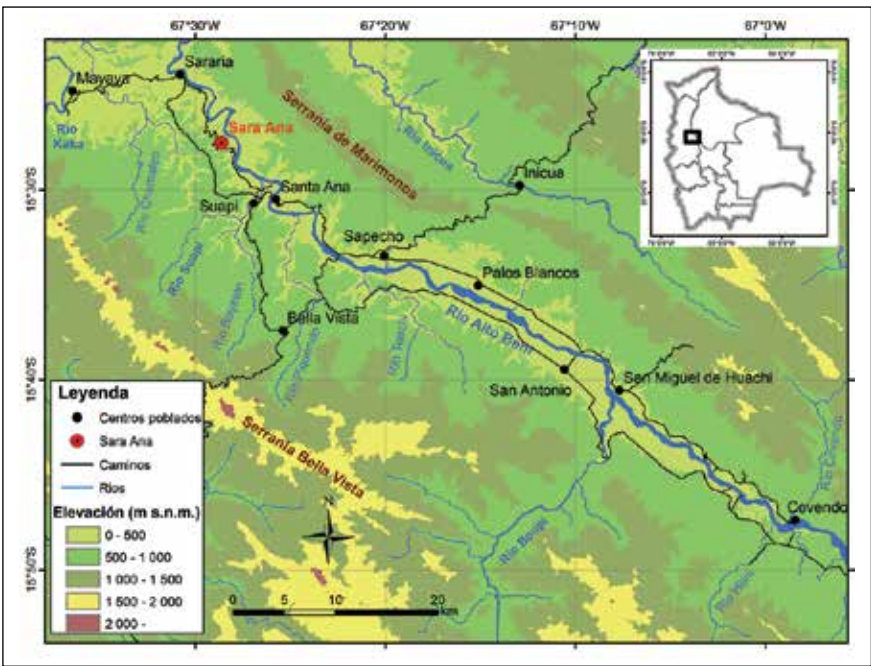


Figura 1: Mapa del área de estudio, Sara Ana y la región Alto Beni. Elaborado por K. Naoki.

La estación experimental fue fundada en 2007 por el FiBL (Instituto para la investigación en agricultura orgánica) en colaboración con socios bolivianos (Schneider & Seidel 2010). Su objetivo principal es generar datos científicos sobre los diferentes sistemas de producción de cacao, desde el simple monocultivo convencional hasta los complejos agroforestales orgánicos, y desarrollar tecnologías adaptadas al lugar e innovaciones enfocadas en problemas específicos de los agricultores orgánicos. Además de los aspectos agronómicos, se cuantificaron la fertilidad del suelo, la biodiversidad, aspectos socio económicos y la calidad de los productos (Schneider & Seidel 2010). Por otro lado, la infraestructura existente ha facilitado también la realización de estudios sobre otros temas.

En el Anexo se presenta la lista de 78 publicaciones registradas hasta la fecha:

- 28 publicaciones en revistas científicas de diferentes especialidades y países
- 41 tesis de grado y post grado que corresponden a universidades bolivianas y de otros países.
- 9 publicaciones que corresponden a capítulos de libros o libros completos.

En la parte sur de Sara Ana, se encuentra un ensayo de “Comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo”, con una extensión aproximada de 11 ha. Este sistema de producción estudiado tiene al cacao (*Theobroma cacao*) como principal cultivo y es descrito con mayor detalle en el siguiente punto. En el resto de Sara Ana, se encuentra el mosaico de diferentes tipos de vegetación como el bosque poco intervenido, el bosque secundario, la vegetación ribereña, diferentes cultivos activos y abandonados, y pastizal. En el bosque poco intervenido, se registraron 160 especies de árboles de 47 familias, incluyendo especies con importancia ecológica como *Astrocaryum gratum*, *Pseudolmedia laevis*, *Attalea phalerata*, *Terminalia oblonga*, *Sloanea fragrans* y *Ficus obtusifolia* (Campos *et al.* 2010).

Los estudios sobre biodiversidad se iniciaron con el fin de establecer una línea base previa al inicio del ensayo. Posteriormente se realizó el monitoreo del estado de poblaciones de algunos grupos seleccionados y algunos estudios adicionales.

Los resultados muestran que, a pesar de su reducida superficie, la Estación muestra valores interesantes de biodiversidad, especialmente en Aves y Mamíferos (Tabla 1).

Tabla 1
Especies registradas en Bolivia y en Sara Ana por grupo de vertebrados

Grupo	Bolivia	Sara Ana	%
Mamíferos	406	66	16
Aves	1.435	214	15
Reptiles	346	31	9
Anfibios	271	22	8
Peces	1.039	59	6

(La información ha sido extraída de los siguientes capítulos del presente libro)

3. El proyecto Comparación de Sistemas Agrícolas a Largo Plazo en los Trópicos (SysCom)

En 2050 más de la mitad de la población mundial vivirá en los trópicos, con el consiguiente aumento de la demanda de alimentos en un entorno en el que prevalecen la baja productividad agrícola, el hambre y la pobreza. Es imperativo desarrollar prácticas sostenibles, que puedan ayudar a los productores a aumentar su producción agrícola, su seguridad alimentaria y sus ingresos, al mismo tiempo que se conserva la biodiversidad, los recursos naturales renovables y los servicios ecosistémicos.

La agricultura orgánica (AO) es una alternativa a la agricultura convencional. Se sustenta por sus beneficios para la salud, el medio ambiente, el bienestar social, la conservación de la biodiversidad y la fertilidad de suelo. Sin embargo, la agricultura biológica aún tiene que resolver cuestiones como la estabilización del carbono orgánico en el suelo, la gestión de plagas y enfermedades, así como la disponibilidad del nitrógeno cuando el cultivo lo necesita y la brecha de rendimiento en comparación con la agricultura convencional, para mencionar algunos retos existentes. La mayor parte de la investigación que compara la agricultura orgánica y convencional se ha llevado a cabo en regiones templadas y sub-templadas. La información disponible sobre la agricultura orgánica en regiones tropicales es poca, y la relativa a la comparación de la agricultura orgánica con la agricultura convencional es aún menor.

Con el fin de llenar estos vacíos de conocimiento el Instituto de Investigación para la Agricultura Orgánica, FiBL en su abreviación alemán, ha iniciado el programa de investigación llamado “Comparación de Sistemas Agrícolas a Largo Plazo en los Trópicos (SysCom) en el año 2006. A diferencia de la investigación mono factorial a corto plazo, el SysCom tiene un fuerte enfoque interdisciplinario que cubre las

dimensiones agronómicas, ecológicas, económicas y sociales, que son cruciales para evaluar la sostenibilidad a largo plazo.

Los objetivos del programa SysCom son:

- Generar datos sólidos, científicos sobre las ventajas y desventajas de la agricultura orgánica para el desarrollo sostenible comparada con sistemas de producción convencional.
- Lograr que la agricultura orgánica sea reconocida como opción en las políticas agropecuarias, y que ocupe un lugar destacado en la formación de técnicos y profesionales y en la investigación agropecuaria.
- Desarrollar tecnologías adaptadas al lugar e innovaciones enfocadas en problemas específicos de los agricultores orgánicos.

El programa SysCom está compuesto de tres proyectos que se implementan en una zona subhúmeda, en Kenia con un sistema de producción de maíz, y hortalizas anuales; en una región semiárida, en India en un sistema de algodón que incluye en su rotación cultivos de trigo y soja, y en el trópico húmedo de Bolivia con el cultivo principal de cacao.

El Instituto de Investigación para la Agricultura Orgánica, FiBL, fue fundado en 1973 principalmente por productores orgánicos y tiene su sede en Suiza. Es uno de los principales institutos de investigación del mundo en materia de agricultura orgánica y emplea a unas 250 personas en Suiza. Los puntos fuertes del FiBL residen en la estrecha integración de varias áreas de investigación y la rápida transferencia de conocimientos de la investigación a la asistencia técnica y a la práctica. La experiencia de FiBL Suiza también tiene demanda más allá de las fronteras de Suiza. Por lo tanto, participa en numerosos proyectos internacionales, tanto de investigación, consultoría y capacitación como de cooperación para el desarrollo. Existen Institutos hermanos en Alemania, Austria, Francia, Europa con el nombre FiBL, como también en Hungría el instituto ÖMKI.

3.1. El proyecto en Bolivia

El proyecto en Bolivia tiene como componente principal el ensayo de “Comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo, (LTE: Long Term Experiment)”. Se inició en 2007 con la selección del lugar en Alto Beni, área III, provincia Caranavi, localidad de Sara Ana. El ensayo fue instalado hasta fines del 2008 y el año 2009 es su primer año de existencia. A lo largo de la ejecución del proyecto se realizaron en el

segundo componente estudios socio-económicos e investigaciones en las fincas de agricultores buscando soluciones a cuellos de botella de la producción orgánica de cacao en sistemas agroforestales.

Los socios bolivianos que participan en la ejecución del proyecto son Ecotop Fundación, la Fundación PIAF-El Ceibo, El Ceibo y el Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (IE-UMSA) y sus asociados.

3.2. El ensayo de comparación de sistemas de producción en Bolivia (LTE)

El sistema de producción estudiado tiene al cacao (*Theobroma cacao*) como principal cultivo. El diseño del ensayo consiste en cuatro bloques. Cada bloque contiene cinco tratamientos: monocultivo orgánico, monocultivo convencional, sistema agroforestal orgánico y convencional y además un sistema agroforestal sucesional (SAFS) como sistema más complejo, diversificado (Andres *et al.* 2016), que existe solamente en la forma orgánica, no presentando una forma convencional. Además, hay un tratamiento con vegetación de regeneración natural llamado barbecho para estudios de suelo y biodiversidad.

Cada una de las parcelas tiene una superficie de 48 m por 48 m, contando con un total de 24 parcelas en una superficie total de casi 6 ha. Las parcelas tienen cercas vivas y están separadas por un camino. Para evitar efecto de borde de una parcela a la otra la mayor parte de los parámetros evaluados están localizado en el centro de la parcela (parcela de muestro) con una dimensión de 24 m x 24 m.

3.3. Actividades realizadas en el LTE

En octubre de 2007 se decidió poner en práctica el ensayo LTE en la localidad de Sara Ana. En la primera fase se delimitaron las parcelas, tomando en cuenta la topografía del terreno, tratando de ubicarlas de manera relativamente homogénea en terrenos planos, descartando áreas con arroyos o barrancos. Para evaluar la homogeneidad de suelo se tomaron muestras compuestas de suelo y también se sembró un cultivo de maíz conocido por su sensibilidad a deficiencias de fertilidad de suelo. Los resultados fueron considerados para la formación de los bloques.

En los últimos meses de 2008, después de la cosecha del cultivo anual se plantó el cacao en todas las parcelas. Junto con el cacao se plantó plátano para aprovechar el terreno durante los primeros años y dar una

sombra temporal a los plantines de cacao. Junto con la plantación del cacao y de los plátanos se sembró una leguminosa como cobertura del suelo, para facilitar los trabajos de deshierbe y la protección del suelo y, según el tipo de tratamiento de cada parcela, se plantaron los plantines de los futuros árboles de sombra, sea maderables, leguminosas o frutales. En el tratamiento SAFS se trabajaba sin la leguminosa de cobertura de suelo, pero con una alta diversidad de cultivos asociados como maíz, arroz, yuca, piña, chicharrilla, achiote y la regeneración natural. La cosecha del cultivo anual y del plátano durante los primeros años significó para el agricultor un apoyo financiero debido a la inversión hecha en la plantación del cultivo perenne del cacao.

Para la evaluación de los diferentes tratamientos se toman regularmente datos sobre rendimiento de los cultivos, trabajo invertido, insumos utilizados y sus costos, los ingresos generados, las pérdidas por enfermedades y plagas etc. Durante los años una multitud de estudios fueron realizados por los diferentes equipos integrando alrededor de 50 estudiantes y tres estudios de doctorado.

Los resultados de las investigaciones se presentaron en diversas tesis y publicaciones científicas cuya lista se presenta en el Anexo. Más detalles puede consultarse en SysCom - Bolivia (fibl.org).

4. Características geofísicas de la región Alto Beni

4.1. Geología y geomorfología

El Alto Beni, ubicado en las últimas estribaciones de las sierras subandinas que corren paralelas a la Cordillera Oriental, constituye una zona de transición de los Andes a las tierras bajas de Bolivia (Ahlfeld 1972, Gerold 1987, Montes de Oca 1989).

La región de Alto Beni, se caracteriza por varias serranías paralelas y amplios valles. En el suroeste, el área de estudio está limitada por la serranía de Bellavista, con alturas de hasta 2.300 m s.n.m. Hacia el noreste está limitada, entre otras, por la serranía de Marimonos, con 1.400 m s.n.m., que representa un límite natural con los llanos benianos.

Los procesos orogénicos formadores de la Cordillera resultaron en anticlinales que son en su mayoría escarpados y altos, y sinclinales amplios. El valle del Alto Beni tiene entre uno y cinco kilómetros de ancho, y está a una altitud cercana a los 400 m. Esto resulta en una energía de

relieve alta respecto a la Serranía de Bella Vista que está a una distancia de sólo 20 km (Ticona Cuba 1994, Elbers 2002).

En las crestas de las serranías existen afloramientos paleozoicos y sedimentos continentales del Cretácico. Según Ahlfeld (1972), sobre los sedimentos del Cretácico Superior, en los flancos de las Serranías y sinclinales, se observan sedimentos terciarios del *Grupo Beni*. Esta capa sedimentaria terciaria inferior se compone principalmente de bancos de piedra arenisca con capas rojas de arcilla (Ahlfeld 1972, Ticona Cuba 1994, Elbers 2002). La dureza de la piedra arenisca de la formación Bala es, según Ahlfeld (1972), la causa de la escarpadura de los anticlinales.

En el amplio sinclinal subyace una capa sedimentaria terciaria inferior de la formación Quendeque y Charqui. El fondo del valle, en que fluye el río Alto Beni, es un relleno de sedimentos cuaternarios (Ahlfeld 1972, Ticona Cuba 1994).

Las llanuras aluviales del río Alto Beni, de 1-5 km de ancho, están divididas, en una vega reciente y subreciente (Elbers 2002), y una antigua terraza fluvial elevada que ya no está en el área directa de influencia del río. Según Elbers (2002), los procesos fluviales son los principales responsables de la actual fisonomía del valle. Con la orogenia del Subandino se formó inicialmente un valle en forma de V por la erosión profunda. Con la incisión en forma de línea del cauce del río en el paisaje y la profundización del lecho del río, comenzó el aumento de la denudación superficial en las laderas. Con la denudación del valle en forma de V se formó un valle amplio, con un fondo de valle ancho y, como han sido mencionadas, las terrazas.

4.2. Clima

Varios análisis climáticos del Alto Beni han sido realizados por Ticona Cuba (1994), Elbers (1995), Elbers (2002) y Niether *et al.* (2018). Con base a la clasificación de Troll & Paffen (1964) la región tiene un clima tropical con verano húmedo. Elbers (1995) describió el clima del valle del río Alto Beni, utilizando los registros de tres estaciones climáticas; “Sapecho” (406 m), “Covendo” (510 m) y “Entre Rios” (950 m). Las dos primeras ubicadas en el valle, y la última en la serranía de Bella Vista. Se observa que las variaciones bruscas de topografía influyen en un patrón de distribución de precipitaciones y temperaturas que dan lugar a complejos mosaicos de microclimas. La precipitación aumenta con la altitud. La precipitación media anual en la estación Sapecho

(406 m) es de 1346 mm (Niether *et al.* 2018) y en la estación de “Entre Ríos” (950 m) la precipitación media anual es de 2.931 mm (Elbers 1995, Elbers 2002). En la serranía de Bella Vista la precipitación puede alcanzar el doble de los registros de la ladera opuesta con orientación suroeste y que está al barlovento de los vientos húmedos de la cuenca amazónica. No obstante, la dirección principal del viento en Sapecho es de sur a sureste.

En Sara Ana, se estableció una estación climatológica en el año 2009 y se comenzó el registro de temperatura y la precipitación. Según los registros entre 2010 y 2020 (SENAMHI 2021), la temperatura media anual de Sara Ana fue de 26.9 ± 0.4 °C (DE de 10 años) y la precipitación anual, 1645 ± 244 mm / año (DE de 5 años). La variación de la precipitación de la estación Sara Ana (2013 - 2020) va entre 1300 mm en años de La Niña y 2000 mm en años de El Niño, y puede alcanzar hasta 450 mm en enero y febrero. La precipitación mensual es 137 ± 81 mm / mes (CV = 59%). La época húmeda comienza en diciembre y termina en marzo con una precipitación mayor a 200 mm / mes. La época seca dura entre junio y agosto con la precipitación menor a 60 mm / mes (Figura 2). Además, la humedad relativa se mantiene aproximadamente en un 80% todo el año (Ticona Cuba 1994, Niether *et al.* 2018).

La temperatura media mensual muestra poca variación entre los meses con una desviación estándar de 1.3 °C (CV = 4%), a diferencia de la precipitación. El mes más frío, con la temperatura media diaria más baja, es julio (24.5 °C). El mes más cálido, con la temperatura media diaria más alta, es noviembre (28.1 °C) (Figura 3). Las temperaturas más bajas se registraron en enero del 2014, durante unas precipitaciones extremadamente intensas, y en junio de 2012, durante un surazo. En noviembre del 2020, se registraron temperaturas máximas superiores a los 40°C durante cuatro días consecutivos, siendo la temperatura más alta jamás registrada para Sara Ana de 42°C. La frecuencia del registro de datos en Sara Ana es tres veces al día además, se anotan las temperaturas máximas y mínimas (Figura 2 y 3) información fundamental para relacionarla con procesos como, la evapotranspiración del cultivo, determinación del balance hídrico, caracterización del microclima del ensayo, entre sus muchas aplicaciones.

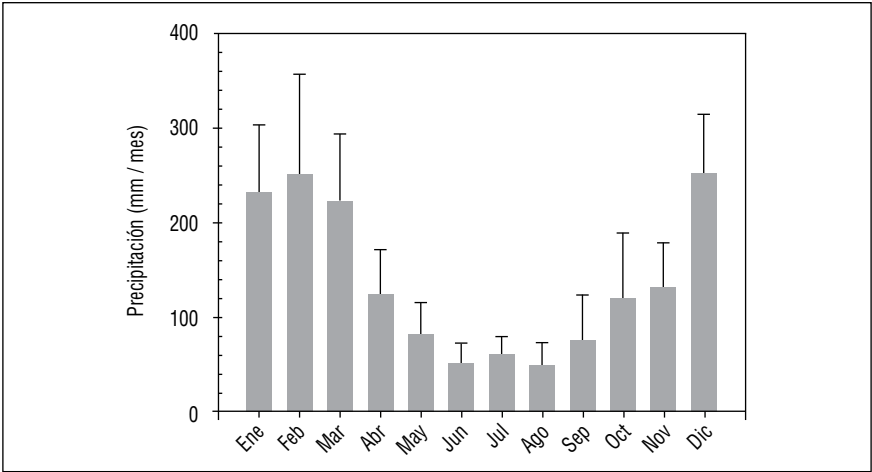


Figura 2: Precipitación mensual de Sara Ana (media y desviación estándar mensual del 2009 al 2020)

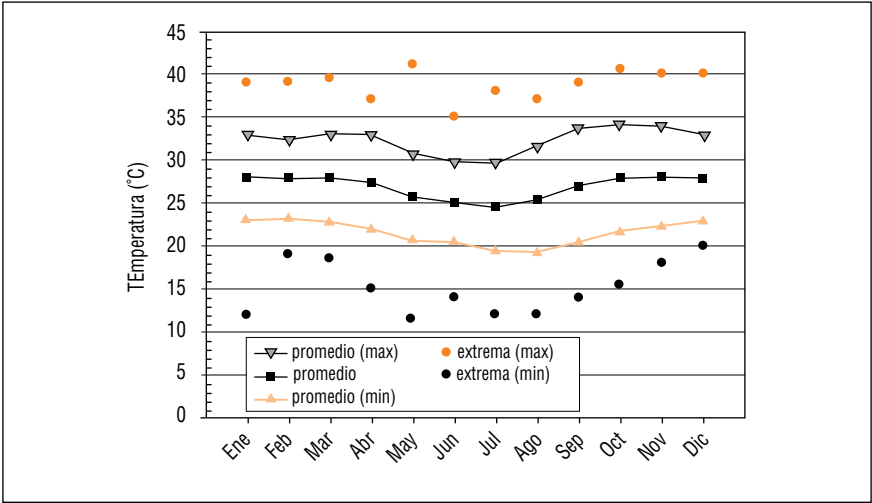


Figura 3: Temperatura mensual de Sara Ana (media, mínima y máxima mensual del 2009 al 2020)

4.3. Suelos

Elbers 1995, realiza una revisión de los estudios realizados en la región del Alto Beni hasta esa época. Destaca la información sobre los suelos de Bolivia, publicados en el Mapa Mundial de Suelos de la FAO-UNESCO 1970, efectuados por Wright (1964), quién determina para las colinas y serranías Litosoles, Cambisoles y Regosoles y para el valle del río Alto Beni Gleysoles y Fluvisoles.

CUMAT - COTESU (1985) identifica Entisoles e Inceptisoles en las llanuras recientes y subrecientes e Inceptisoles y Alfisoles en las llanuras antiguas (terrazas antiguas) y zonas colinosas. De acuerdo al sistema de clasificación de USDA 1975 los Inceptisoles y Alfisoles son homólogos a Cambisoles y Lixisoles, respectivamente (FAO 1988).

Elbers 1995, realiza un mapa de suelos de la región de Sapecho a escala 1:50000 y utiliza el sistema de clasificación de la FAO 1988. Determina tres grupos principales de suelos: Cambisoles, Lixisoles y Acrisoles identificándolos en las colinas de San Pedro, Tarapacá y 16 de Julio del Alto Beni. Estos tres grupos de suelos corresponden a Inceptisoles, Alfisoles y Ultisoles de la Soil Taxonomy del U.S Soil Conservation Service (1975). Además, indica que el material parental de estos suelos serían areniscas, lutitas y conglomerados terciarios y sedimentos de terrazas aluviales.

Los Cambisoles son suelos jóvenes con un grado de meteorización baja. Están formados por un perfil simple Ah-Bw-Cw y presentan un horizonte de diagnóstico de alteración o cámbico (Bw). En el mapa de suelos identifica dos unidades: Cambisoles distríticos y Cambisoles crómicos. Los Lixisoles y los Acrisoles presentan un horizonte iluvial Bt y una Capacidad de intercambio catiónico menor al 24 meq/100 g de arcilla, entre ambos, la diferencia radica en el porcentaje de saturación de bases, mayor a 50% para los Lixisoles y menor al 50% para los acrisoles (FAO 1988). En el mapa, representan las unidades: Acrisoles háplicos y Lixisoles háplicos.

Respecto a la fertilidad, Elbers (1995) agrupa los suelos en dos categorías. El primer grupo conformado por las unidades Cambisoles distríticos y Acrisoles háplicos, de textura franco arenosa, pH entre 4 y 5, materia orgánica menor a 2%, baja hasta extremadamente baja capacidad de intercambio y alto porcentaje de Al^{+3} . Son de baja fertilidad. En el segundo grupo, incluye los Cambisoles crómicos y los Lixisoles háplicos, con una fertilidad relativamente buena. La textura va de franca a franco arcillosa, de moderadamente a muy poco ácidos, con capacidad de intercambio catiónica baja a moderada y saturación de bases moderada a alta.

Para la implementación del ensayo de Sara Ana, en el año 2008, se realizaron perfiles de suelo en la terraza sub reciente del río Alto Beni, a una altitud de 400 m s.n.m. Según la clasificación WRB 2006 (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo) (Schneider *et al.* 2016) los suelos han sido clasificados como Luvisoles y Lixisoles, homólogos a los Alfisoles (Soil Survey Staff, 2006). La textura va de franca a franca-arcillosa, el pH oscila entre 5 y 8, con contenido alto de materia orgánica (5,6 a

9,9%) en los primeros centímetros del suelo, pueden ser considerados con una fertilidad relativamente buena. En muchos lugares, por debajo de los 50 cm el suelo se satura de agua durante la temporada de lluvias (Schneidewind *et al.* 2019).

5. Historia de exploración científica

Tradicionalmente, plantas y animales fueron utilizados por las poblaciones humanas para alimento, medicina, uso ceremonial, etc. Consecuentemente, el primer conocimiento de la flora y fauna de una región proviene de los pueblos asentados en la zona. Lamentablemente este conocimiento frecuentemente no fue documentado, aunque en muchos casos aún se transmite de manera oral.

En la actual región de Alto Beni se encontraban los antepasados de Mosetenes, T'simane y, posiblemente, Yuracaré, utilizando las plantas y animales en diversidad de fines. Las primeras exploraciones de la vertiente oriental andina en el norte del departamento de La Paz, fueron realizadas a finales del siglo XVI por misioneros Jesuitas y Franciscanos para el establecimiento de misiones que permitan incorporar a los grupos del piedemonte andino. Los registros más antiguos (1559) muestran descripciones del uso de cortezas de árboles para la elaboración de vestimenta, métodos de caza y pesca, indicios de comercio, intercambios, y tributos en plumas y otros productos animales que realizaban con incas y mojeños (Métraux 1942).

El primer misionero en contactar con los pobladores indígenas de la zona de Alto Beni fue, probablemente, el padre Gregorio de Bolívar quien, en 1621, penetró en la zona por la vía de Cochabamba (río Cotacajes). Más tarde, se crearon las misiones franciscanas de San Miguel de Muchanes (1804), Santa Ana del Beni (1815) y Concepción de Covendo (1842 y 1862; Métraux 1942, Nordenskiöld 2001).

5.1. Primeras exploraciones

A finales del siglo 18 llegó Tadeo Haenke (1761-1816) en misión de la corona española para la exploración científica del Alto Perú. Posiblemente él viajó por el río Tuichi y llegó al Alto Beni. Haenke no solamente se interesó por la botánica, también estudio y coleccionó insectos, peces, aves y expresó un gran interés en la utilidad de recursos naturales (Beck y Lara 2014). Durante los primeros años de la

República, los gobiernos de Bolivia apoyaron el trabajo de científicos y exploradores. El más conocido es el de A. d'Orbigny, que recorrió el norte de Bolivia entre 1830 y 1833, sin alcanzar la región de Alto Beni. Otros exploradores científicos como F. de Castelnau (1845-47), H.A. Weddell (que llegó hasta la zona de Guanay durante sus estudios sobre la *Cinchona* 1845-48, 1853), y J.W. Evans (en 1877) que recorrieron, el norte de Bolivia y parte de los Yungas de La Paz en el siglo XIX, no llegaron al Alto Beni (Papavero 1971).

Las primeras referencias a la flora y fauna en las Misiones de Alto Beni, se encuentran en los escritos sobre las Misiones Franciscanas de Cardús (1886). Presenta algunas descripciones de especies como la jipijapa (*Carludovica palmata*) usada para la confección de artesanías, o el charo (*Gynerium sagittatum*) utilizado para la construcción de viviendas. Destaca la presencia de especies como el tigre (*Panthera onca*?), león (*Puma concolor*), anta (*Tapirus terrestris*), monos, jabalíes y aves: principalmente loros y parabas (Psittacidae) y pavas (Cracidae) (Cardús 1886).

Uno de los primeros exploradores científicos fue Luigi Balzan, zoólogo italiano que recorrió las Misiones Mosetenes entre el 21 de mayo y 2 de julio de 1891, partiendo desde la localidad de Irupana y navegando el río Boopi hasta la Misión de Covendo en el Alto Beni (Figura 4). Aunque no realizó colecciones botánicas, presenta descripciones de la vegetación y menciona especies de palmeras como el motacú (*Attalea princeps*), la chonta (*Astrocaryum gratum*), el ijtyapa'shi o siyaya caracterizada por flores muy aromáticas (probablemente *Chamaedorea*) y otras; destacando la abundancia de pacay (*Inga* sp.), toborochi (*Ceiba* sp.?), la confección de ropa de corteza de bibosi, corochó (*Ficus* sp., *Poulsenia armata*) y el uso de zaveth (*Carludovica palmata*) para sombreros (López-Beltrán 2008).

Durante su recorrido por las misiones Mosetenes, Balzan hace referencia a algunas especies de mamíferos grandes como la nutria de río (*Lontra longicaudis*?), la capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), el jaguar (*Panthera onca*), y “monos gritones” (probablemente el manechi: *Alouatta sara*) (López-Beltrán 2008). Aunque menciona colecciones de murciélagos, anfibios, peces, saurios y serpientes, lamentablemente existen pocas referencias de trabajos realizados con los especímenes colectados y de las instituciones en las que se depositaron. Sin embargo, especímenes coleccionados durante su permanencia en las Misiones Mosetenes se usaron para descripción de especies nuevas para la ciencia (algunas actualmente sinonimizadas) como la rata arbórea (*Oecomys mamorae*), una serpiente (*Atractus balzani*), peces como *Pimelodus nigrofasciatus*

(actualmente *Pimelodella nigrofasciata*) endémica de la cuenca del Beni, *Loricaria cirrhosa* y *Vandellia balzanii* y algunos invertebrados.

Pocos años más tarde, los hermanos Otto y Gustav Garlepp realizaron colecciones en la región de los Yungas de La Paz entre 1896 y 1899. Son conocidos principalmente por las colecciones de aves, pero también realizaron colecciones de mariposas, dípteros y otros insectos (Papavero 1973).



Figura 4: Detalle de la expedición de Luigi Balzan (López Beltrán 2008). Callapos de palo balsa (*Ochroma pyramidale*) utilizados para la exploración del río Beni.

5.2. Las expediciones científicas en el siglo XX

En 1921 ingresó al Alto Beni la “Mulford Biological Exploration of the Amazon Basin” financiada por la compañía farmacéutica Mulford. Participaron los botánicos H. Rusby, O. White y Martin Cárdenas; y los zoólogos W.M. Mann (entomólogo) y N.E. Pearson (ictiólogo). En 1921, la expedición partió de La Paz hacia Huachi. Allí permaneció por casi tres meses coleccionando numerosos especímenes en el río Cotacajes, la localidad de Covendo y el valle del río Boopi (White 1922). Durante la expedición Mulford se coleccionaron “2400 números que probablemente representen 1500 especies de plantas”. Rusby (1927) menciona al menos 48 especies nuevas para la ciencia, entre la cuales se encuentran seis *Piper* y tres *Peperomia* (Piperaceae) del valle del Boopi, dos especies de *Ficus* y muchas otras que actualmente se consideran sinónimos de otras especies.

Al menos 60 especies de peces fueron coleccionadas por N.E. Pearson en el Alto Beni; incluyendo 17 nuevas para la ciencia (Pearson 1924). Pearson, realizó también colecciones de anfibios y serpientes, incluyendo un anfibio nuevo para la ciencia: *Osteocephalus pearsoni*, actualmente denominado *Dryaderces pearsoni* (Gaige 1929). Además, cerca de 100 000 especímenes de insectos y al menos 10 especímenes de mamíferos fueron coleccionados por Mann durante la expedición (Tarifa 2014). Aparte de las descripciones del viaje y de las colecciones (Rusby 1927) existe un libro popular con fotos y numerosas anécdotas (chistes) de MacCreagh (1986), que era el fotógrafo y reportero de la expedición.

Rusby y los botánicos Miguel Bang y R.S. Williams coleccionaron anteriormente en la misma zona (1886-1900) y RS Williams realizó además colecciones de briofitas (Churchill *et al* 2009, Beck y Lara 2014). Otros conocidos colectores de fauna boliviana visitaron la zona, como M.A. Carriker que permaneció por cerca de un mes (julio-agosto de 1934) en la localidad de Santa Ana, a orillas del río Alto Beni, donde coleccionó 385 especímenes de aves, además de algunos mamíferos e insectos (Anderson 1997).

5.3. Estudios contemporáneos

El asentamiento y la colonización en el Alto Beni avanzaron rápidamente con la apertura del camino de Caranavi hacia el Beni, y se fundaron nuevos pueblos como Sapecho (1962), uno de los cinco núcleos del primer programa de colonización entre 1961 y 1963. Así, llegaron cooperantes del Servicio Alemán de Cooperación (DED) y del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), con el convenio con la Universidad de Gotinga, para apoyar en el estudio de la flora y vegetación, pero también de la fauna y el suelo.

Las primeras colecciones de plantas en herbarios bolivianos son las de Beck en 1979, alrededor de Sapecho y Palos Blancos. Posteriormente, R. Seidel y E. Vargas iniciaron colectas intensas en 1987 en varias zonas del Alto Beni. En base a colectas de este periodo se describieron nuevas especies como *Canavalia bentensis* Aymard & Cuello y *Ficus boliviana* C.C. Berg. Algunos trabajos sobre etnobotánica de los Mosetenes fueron realizados como tesis de la UMSA (Hinojosa 1991, Vargas 1996).

De la misma forma, a partir de los años 1980, investigadores y estudiantes bolivianos trabajaron y colectaron ejemplares de fauna en la zona de Alto Beni. En diferentes ocasiones S. Barrera y J. Sarmien-

to, ictiólogos del MNHN (Colección Boliviana de Fauna), realizaron colecciones de peces en la zona de Alto Beni. Colecciones de peces por F. Carvajal Vallejos y M. Maldonado, se encuentran en el ULRA de la Universidad de San Simón de Cochabamba. Algunas colecciones fueron realizadas también por G. Loubens y L. Lauzanne (Lauzanne *et al* 1991).

En los años 1980, se colectaron mamíferos en la zona por S. Anderson del American Museum of Natural History, con la participación de varios investigadores bolivianos. Algunas colecciones ocasionales fueron realizadas además por W. Hanagarth, I. Mercado, F. Guerra, M. Yoneda, F. le Pont (IBBA) y G.K. Creighton (en la localidad de Sararí) (Anderson 1997). En el caso de las aves, en este mismo período, trabajaron de manera ocasional en la zona J. Cabot y P. Serrano de la E.B. Doñana, T. Schulenberg (Universidad Estatal de Louisiana) y W.D. Webster de la Universidad de Michigan (Paynter 1992). Colecciones de aves y mamíferos (murciélagos) fueron ejecutadas en la localidad de Puerto Linares por J.V. Remsen, Jr del Museo de zoología de la Universidad Estatal de Louisiana en 1981 (Anderson 1997). También en los primeros años de 1980, Fugler (1984) reporta especies de herpetofauna, coleccionadas en la localidad de Puerto Linares.

Finalmente, debemos mencionar los trabajos realizados en los últimos años en el marco del proyecto FIBL-IE en la estación de Sara Ana (Anexo).

6. Poblaciones humanas y uso de la tierra

Los pobladores originales de la Región Alto Beni son los Mosetenes, que ocupaban una gran extensión de territorio en los departamentos de La Paz y el Beni, asociados al cauce del río Beni. Parte de los territorios eran compartidos con los Tsimane, con quienes tienen relaciones de parentesco. Llevaban una vida semisedentaria, basada principalmente en agricultura itinerante y la caza (Aguilar 1990). A fines del siglo 18, el pueblo Mosetén fue reducido por los monjes franciscanos, quienes los confinaron en un territorio menor. En el curso de la evangelización los Mosetén dejaron la vida semisedentaria y se instalaron en pueblos permanentes, lo que produjo cambios en la estructura social familiar. El sistema agrícola ha cambiado hacia la rotación de campo con agricultura permanente (*established swiddeners*). Luego, las presiones de ocupación de pobladores de otras regiones cercenaron aún más su territorio. En

la actualidad, el pueblo mosetén habita la TCO propia en la región Alto Beni y comparten la TCO Pílon Lajas con los Tsimane.

En la década de los 60, continuando con los postulados de la Reforma Agraria, se aprueba la Ley de Colonización y los programas gubernamentales que impulsan el traslado de campesinos de las tierras altas que tienen “poca tierra” o carecen de ella hacia la “tierras vacías y prósperas”. De esta manera se inicia un proceso intenso de colonización dirigida y espontánea. En 1962 se elaboró un Plan Nacional de Colonización, para ello el Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo de Comunidades Rurales identificó tres zonas para la colonización: el Alto Beni, la zona de Chapare y la zona de Yapacani-Puerto Grether. Las terrazas fluviales, que son relativamente fáciles de explorar, se utilizan intensivamente para la agricultura. Con el aumento de la inclinación de pendiente, disminuye la intensidad de la tierra cultivada. Según Ticona Cuba (1994) la serranía al noreste de Sapecho tiene una cuota del 40% de las tierras agrícolas.

La forma tradicional de la agricultura en las zonas de selva tropicales fue la agricultura itinerante (*shifting cultivation*). En la mayoría de los casos, la deforestación se realiza generalmente con fuego. Según Breckling & Birkenmeier (2000), 80 % de los habitantes tropicales practican agricultura de roza o quema (tala y quema) (*slash and burn*). Esta forma de agricultura con roza y quema, que se practica extensivamente en las selvas tropicales, funciona por motivos medioambientales sólo cuando la presión de la población es baja y se respeta períodos de barbecho suficientemente largos. Sin embargo, a través de la colonización controlada por el Estado en los 60 años, la población aumentó rápidamente. Muy pocos asentamientos en Alto Beni son mayores de 50 años. Se estima que la población total en el Alto Beni, en el período anterior a la colonización, era de tan sólo 720 habitantes (Elbers 2002).

Con base en datos del Instituto Nacional de Estadística Bolivia (INE) de 2005, se considera que la población total actual es de aproximadamente 23.000 habitantes Von Stosch (2014). Se estima que una población Moseten de 3.000 miembros, viven en casi 100.000 hectáreas de tierras comunitarias asignadas por el estado. Tanto mediante programas coordinados por el Estado, así como por colonización espontánea, se asentaron principalmente grupos del Altiplano, en búsqueda de mejores condiciones de vida en las tierras bajas (Von Stosch 2014). El grupo étnico más grande de colonizadores es de origen Aymara, seguido de los Quechuas y las poblaciones no indígenas. Al principio, 12 hectáreas de tierra estaban a disposición de cada familia de coloniza-

dores. Especialmente por el clima desacostumbrado y la divergencia de las prácticas agrícolas con otras cosechas, fue un gran desafío para los colonizadores. Esto resultó en frecuentes movimientos de migración y emigración (Elbers 2002).

También en el Alto Beni el labrado de la tierra agrícola se basa en el principio de la roza y quema. El sotobosque se limpia durante la época seca y después se quema completamente. Las ramas más grandes y los árboles no suelen ser afectadas por los incendios. La ceniza no se incorpora en el suelo y los residuos de madera quemada permanecen en los campos para que puedan descomponerse y liberar lentamente los nutrientes. En los campos sin más elaboración, la siembra se aplica al comienzo de la época de lluvia. En el primer ciclo de cultivo suelen sembrar cereales. El arroz es el alimento básico de los colonizadores y se cultiva tanto para su propio consumo y para el mercado. Después, según Elbers (2002) se vende la mitad de la cosecha.

Después de la producción de cultivos anuales sigue o bien un período de barbecho en que crece la vegetación secundaria o se cultivan plantas perennes. En los años siguientes, se plantan especialmente cultivos comerciales. Tal como los árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.), papaya (*Carica papaya* L.), cítricos (*Citrus* L.), plátano (*Musa* L.), que son destinados principalmente a los mercados de La Paz, El Alto y Oruro (Elbers 2002, Von Stosch 2010).

Debido al aumento de la población, en relación con la limitada superficie cultivada en el Alto Beni, los períodos de barbecho se reducen y los suelos pueden empobrecerse (Ticona Cuba 1994). Esto hace que sea necesario buscar alternativas de sistemas de producción, que son económicos y ecológicos, para que una vida digna de los residentes esté garantizada, así como para que se evite un desastre ecológico. A fines de los 80 inicia un proceso de usar técnicas multiestrato impulsado por Joachim Milz. Se promueve que no se apliquen monocultivo, si no un conjunto de especies, que ocupan diferentes estratos (Yana & Weinert 2003).

A mediados de los años 90, se originó el Proyecto de Investigaciones Forestales y Agroecológicas en el Alto Beni (PIAF). PIAF es el resultado de un proyecto común del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y Central Regional Agropecuaria - Industrial de Cooperativas El Ceibo Ltda. (El Ceibo). El objetivo de este proyecto es explorar un uso integrado y sostenible de las tierras forestales y promover y profundizar el conocimiento de los sistemas agroforestales tradicionales (véase Elbers 2002).

Bibliografía

- Abrahamczyk, S., M. Kessler, D.D. Putra, M. Waltert & T. Tschardt. 2008. The value of differently managed cacao plantations for forest bird conservation in Sulawesi, Indonesia. *Bird Conservation International* 18: 349-362.
- Aguilar Dávalos, G. 1990. *Nuestra Vida – Aspectos Económicos Sociales y Culturales* Mosetenes, La Paz, Covendo 1990
- Ahlfeld, F.E. 1972. *Geología de Bolivia*. Editorial Los Amigos del Libro, La Paz.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 231: 1-652.
- Andres, C., H. Comoé, A. Beerli, M. Schneider, S. Rist & J. Jacobi. 2016. Cocoa in monoculture and dynamic agroforestry. In: Lichtfouse, E. (Ed.) *Sustainable Agriculture Reviews* 19, 121-153, Springer International Publishing, Switzerland.
- Bazoberry, O.C. & C.C. Salazar. 2008. *El cacao en Bolivia: una alternativa económica de base campesina indígena*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, La Paz. 282 pp.
- Beck, S.G. & R. Lara. 2014. Historia de la colectas y de los colectores. Pp. 21-29. En: P.M. Jørgensen, M.H. Nee & S.G. Beck (eds.). *Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 127(1, 2): 1-1741.
- Breckling, B. & P. Birkenmeier. 2000. *Landnutzungsalternativen im Regenwald: Praxis und Theorie der ökosystemkonformen Landnutzung*. Verlag Peter Lang. Frankfurt am Main
- Campos, C., S. Paredes, N. Chapi & R. Seidel. 2010. Evaluación de la vegetación arbórea del bosque de Sara Ana. pp 108-125. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds) *Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia. 700 p.
- Cardús, J. 1886. *Las misiones franciscanas entre los infieles de Bolivia: Descripción del estado de ellas en 1883 y 1884, con una noticia sobre los caminos y tribus salvajes, una muestra de varias lenguas, curiosidades de historia natural, y un mapa para servir de ilustración*. Librería de la Inmaculada Concepción.

- Churchill S.P., N.N. Sanjines-A & C. Aldana-M. 2009. Catálogo de las briofitas de Bolivia: Diversidad, Distribución y Ecología. Missouri Botanical Garden / Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Saint Louis MO, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- CUMAT-COTESU, 1985. Capacidad de Uso Mayor de la Tierra. Proyecto Alto Beni. La Paz, 171 pp.
- Elbers, J. 1995. Estudio de suelos en la zona de colonización Alto Beni, La Paz Bolivia. *Ecología en Bolivia* 25: 36–69.
- Elbers, J. 2002. Agrarkolonisation im Alto Beni. Landschafts- und politisch-ökologische Entwicklungsforschung in einem Kolonisationsgebiet in den Tropen Boliviens. - Dissertation, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf.
- Estrada, A. & R. Coates-Estrada. 2005. Diversity of Neotropical migratory landbird species assemblages in forest fragments and man-made vegetation in Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 14: 1719-1734.
- FAO. 1988. FAO-UNESCO Soil map of the world, Revised legend. FAO World Soil Resources Report No. 60. Rome ,119 pp.
- FAOSTAT. 2012. FAO statistical database. Available from: <http://faostat3.fao.org/home/index.html> . Accedido el 24 de septiembre de 2009.
- Fugler, C.M. 1984. Tercera contribución a la fauna herpetológica del Oriente boliviano. *Ecología en Bolivia*, 5: 63-72.
- Gaige, H.T. 1929. Three new tree frogs from Panamá and Bolivia. *Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan* 207: 1-6
- Gerold, G. 1987. Untersuchungen zur Klima-, Vegetations-Höhenstufung und Bodensequenz in SE-Bolivien (Ein randtropisches Andenprofil vom Chaco bis zur Puna). In: *Aachener Geographische Arbeiten* 19, S. 1-70. - Aachen.
- Greenberg, R., P. Bichier & J. Sterling. 1997. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29: 501-514.
- Groom, M. J., G. K. Meffe & C. R. Carroll. 2006. Principles of conservation biology. 3ra edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland. 816 pp.
- Gruenberger, J. 2017. Las políticas de desarrollo rural y agropecuario, sus efectos en el bosque amazónico y sus posibles impactos a la seguridad y soberanía alimentaria. Tesis doctorado. CIDES-UMSA.

- Harvey, C. A. & V.J. A. González. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation* 16: 2257-2292.
- Hinojosa, I. 1991. Plantas utilizadas por los Mosetenes de Santa Ana (Alto Beni, Depto. La Paz). Tesis de licenciatura en la carrera de Biología de la UMSA, La Paz.
- Hughes, J.B., G.C. Daily & P.R. Ehrlich. 2002. Conservation of tropical forest birds in countryside habitats. *Ecology Letters* 5: 121-129.
- IUSS Working Group WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. 2nd. edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Killeen, T.J., V. Calderon, L. Soria, B. Quezada, M.K. Steininger, G. Harper, L.A. Solórzano & C.J. Tucker. 2007. Thirty years of land-cover change in Bolivia.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. *Rev. Hydrobiol. trop.* 24 (1): 61-76.
- López-Beltrán, C. 2008. A carretón y canoa: La obra del naturalista Luigi Balzan en Bolivia y Paraguay (1885-1893). *Travaux de l'Institut d'Etudes Andines*, tomo 269. La Paz, Bolivia, Plural editores.
- MacCreagh, G. 1926, repr. 1985. *White Waters and Black*. University Chicago Press.
- Métraux, A. 1942. The native tribes of Eastern Bolivia and Western Matto Grosso. Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology Bulletin 134: 1-182 + 5 plates.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C. 86 pp.
- Montes de Oca, I. 1989. *Geografía y Recursos Naturales de Bolivia*. - 2. Auflage, La Paz, Bolivia.
- Müller, R., P. Pacheco & J.C. Montero. 2014. El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia: Causas, actores e instituciones. Documentos ocasionales 100. CIFOR, Bogor, Indonesia. 89 pp.
- Niether, W., L. Armengot, C. Andres, M. Schneider & G. Gerold. 2018. Shade trees and tree pruning alter throughfall and microclimate in cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems. *Ann. For. Sci.* 75 (2): e0149949.

- Nordenskiöld, E. 2001. Exploraciones y aventuras en Sudamérica. Traducción de la edición alemana de 1924. Apoyo Para el Campesino-Indígena del Oriente Boliviano (APCOB). Ed. Plural, La Paz.
- Papavero, N. 1971. Essays on the history of Neotropical Dipterology, with special reference to collectors (1750-1905). Vol II. Museu de Zoologia Universidade de Sao Paulo. [Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/181442#page/8/mode/thumb>].
- Papavero, N. 1973. Essays on the history of Neotropical Dipterology, with special reference to collectors (1750-1905). Vol I. Museu de Zoologia Universidade de Sao Paulo. [Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/181269#page/99/mode/1up>].
- Paynter, R.A. 1992. Ornithological Gazeteer of Bolivia. Bird Department Museum of Comparative Zoology Harvard University Cambridge, Massachusetts 02138
- Pearson, N.E. 1924. The Fishes of the Eastern slope of the Andes I. The fishes of the río Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford Expedition. Indiana University Studies XI(64): 1-83.
- Petit, L.J., D.R. Petit, D.G. Christian & H.D. W. Powell. 1999. Bird communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography* 22: 292-304.
- Rusby, H.H. 1927. Descriptions of new genera and species of plants collected on the Mulford biological exploration of the Amazon Valley, 1921-1922. *Memoirs New York Botanical Garden* 7: 205-387.
- Schneider, M. & R. Seidel. 2010. Estudios de línea base en biodiversidad en Sara Ana, Alto Beni, en el marco de la comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo. pp 105-107. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds) *Biodiversidad y Ecología en Bolivia – Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 pp.
- Schneider, M., C. Andres, G. Trujillo, F. Alcon, P. Amurrio, E. Perez, F. Weibel, & J. Milz. 2016. Cocoa and total system yields of organic and conventional agroforestry vs. monoculture systems in a long-term field trial in Bolivia. *Experimental Agriculture* 53:351–374.

- Schneidewind, U., W. Niether, L. Armengot, M. Schneider, D. Sauer, F. Heitkamp & G. Gerold. 2019. Carbon stocks, litterfall and pruning residues in monoculture and agroforestry cacao production systems. *Exp. Agric.* 45: 1–19.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2021. SisMet: la base de datos oficial del SENAMHI. <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>. Accedido el 17 de agosto de 2021.
- Soil Survey Staff. 2006. Claves para la taxonomía de suelos U.S.D.A & N.R.C.S Décima edición
- Tarifa, T. 2014. Historia de la Mastozoología en Bolivia. Pp. 69-106 en: *Historia de la mastozoología en Latinoamérica, las Guayanas y el Caribe* (J Ortega, JL Martínez y DG Tirira, eds.). Editorial Murciélagos Blanco y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Quito y México, DF.
- Ticona Cuba, W. 1994. Erosionsmessung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und Wald im östlichen subandinen Bergland. Alto Beni, Bolivien. - Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- Troll, C. & K. H. Paffen. 1964. Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. *Erdkunde* 18: 5–28
- U.S. Soil Conservation Service. 1975. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA Agriculture Handbook No. 436, Washington D.C. 754 p.
- Vargas Ramírez, V. L. 1996. Etnobotánica de las plantas medicinales de los Mosetenes que viven en la comunidad de Muchanes. Tesis de licenciatura en la carrera de Biología de la UMSA, La Paz.
- Von Stosch, K. 2014. Indígenas y campesino en el Alto Beni. Diferentes visiones en torno a tierra, territorio y recursos naturales. La Paz, TIERRA, 2014. 146 pp. Gráficos, cuadros, mapas.
- White, O.E. 1922. Botanical exploration in Bolivia. *Brooklyn Botanic Garden Record* 11(3): 93-105.
- Yana, W. & H. Weinert. 2003. Técnicas de sistemas agroforestales multiestrato. Manual práctico. PIAF-El Ceibo, DED, CEFREC, Sapecho, Bolivia. 59 pp.

ANEXO

Publicaciones sobre Sara Ana (incluye tesis)

1. Presentación

A continuación, se presentan los artículos, libros y tesis que reflejan estudios realizados en la Estación Experimental Agroecológica Sara Ana.

La lista incluye:

- Trabajos publicados en revistas o capítulos de libros
- Trabajos no publicados de dos tipos
- Trabajos aceptados para su publicación, indicando dónde será publicado, tendrán la mención *in press*
- Tesis de grado o post grado, mencionando la especialidad, universidad y país donde fue defendida.

Existen varios trabajos sometidos a diferentes revistas que aún están en revisión para decidir si se aprueba o no. Este tipo de publicaciones no han sido incluidas.

A la fecha se han registrado 78 publicaciones:

- 28 publicaciones en revistas científicas de diferentes especialidades y países
- 41 tesis de grado y post grado que corresponden a universidades bolivianas y de otros países.
- 9 publicaciones que corresponden a capítulos de libros o libros completos.

La amplia lista pone en evidencia la importancia de la Estación Sara Ana para la realización de estudios, ya sean éstos vinculados o no con el proyecto central de “Comparación de Sistemas Agrícolas a Largo Plazo en los Trópicos (SysCom)”

2. Lista de publicaciones

Aduviri, C.A. 2019. Staphylinidae y Formicidae asociados a la hojarasca de diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*), en la localidad de Sara Ana (Caranavi, La Paz - Bolivia). Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 106 pp.

- Alfaro-Flores, A. 2013. Efecto de cinco distintos tratamientos para el cultivo de *Theobroma cacao* sobre la biomasa microbiana y la actividad enzimática del suelo, un ensayo realizado en Alto Beni una zona tropical de Bolivia. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Alfaro-Flores, A., I. Morales-Belpaire & M. Schneider. 2015. Microbial biomass and cellulase activity in soils under five different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. *Agroforestry systems* 89(2): 789-798.
- Andres, C., H. Comoé, A. Beerli, M. Schneider, S. Rist & J. Jacobi. 2016. Cocoa in monoculture and dynamic agroforestry. pp. 121-553. In: Lichtfouse, E. (Ed.) *Sustainable Agriculture Reviews* 19, Springer International Publishing, Switzerland.
- Armengot, L., L. Ferrari, J. Milz, F. Velasquez, P. Hohmann & M. Schneider. 2020. Cacao agroforestry systems do not increase pest and disease incidence compared with monocultures under good cultural management practices. *Crop Protection* 130: 105047.
- Armengot, L., M. Beltrán-Muñoz, M. Schneider, X. Simón & D. Pérez-Neira. 2021. Food-energy-water nexus of different cacao production systems from a LCA approach. *Journal of Cleaner Production* 304: 126941.
- Armengot, L., P. Barbieri, C. Andres, J. Milz & M. Schneider. 2016. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agronomy for sustainable development* 36(4): 1-10.
- Bolt, M. 2015. Evaluation der Kakaoertragsverluste durch die Kakaowanze (*Monalonion dissimulatum* Dist) in Alto Beni, Bolivien. Bachelor Thesis, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HALF) Berner Fachhochschule, Switzerland.
- Brönimann, L. 2017. Production curves and economic value of timber trees in cocoa agroforestry systems in Bolivia. Bachelor Thesis, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HALF) Berner Fachhochschule, Switzerland. 95 pp.
- Camiño, E. 2019. Evaluación del potencial productivo de seis genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cinco sistemas de producción en el ensayo experimental de Sara Ana. Tesis de licenciatura, Universidad Pública de El Alto, Bolivia.

- Campos, C. 2015. Eficacia de sombra de las especies acompañantes (*Inga* spp.) en los Sistemas Agroforestales de cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) y evaluación del nivel adaptativo de los agricultores en la región de Alto Beni-Bolivia. Tesis Master Agroecología: Un enfoque para la Sustentabilidad Rural, Universidad Internacional de Andalucía, España. 69 pp.
- Campos, C. 2020. Características morfométricas de tres especies de pacay (*Inga* spp.) que afectan la calidad de la sombra en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*). Agroecológica 1:1-12.
- Campos, C., N. Chapi, S. Paredes, O. Plata, R. Seidel & V. Torrez. 2020. Características de la vegetación leñosa del bosque de Sara Ana, Alto Beni. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica. 11: (2)57-71.
- Campos, C., S. Paredes, N. Chapi & R. Seidel. 2010. Evaluación de la vegetación arbórea del bosque de Sara Ana. pp 108-125. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds) Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia. 700 pp.
- Ferrari, L. 2013. Comparación de la efectividad de diferentes métodos para el control biológico del chinche de cacao (*Monalonion dissimulatum*) en Alto Beni, Bolivia. Bachelor Thesis, Swiss College of Agriculture, Switzerland. 48 pp + anexos, 100 pp.
- Flores, J. 2016. Productividad de diferentes variedades de cacao, Alto Beni Bolivia. Tesis de Licenciatura, Agronomía, Universidad Mayor San Andrés, Bolivia.
- Glawe, A. 2017. Auswirkungen von Wasserstress auf Jungpflanzen verschiedener Genotypen von Kakao. Bachelor Thesis, University of Göttingen, Germany.
- Gramlich, A., S. Tandy, C. Andres, J. Chincheros Paniagua, L. Armengot, M. Schneider & R. Schulin. 2016. Cadmium uptake by cocoa trees in agroforestry and monoculture systems under conventional and organic management. Science of the Total Environment. 580: 677-686.
- Hackmann, F. 2015. Nährstoffgehalte in Böden verschiedener Kakao-Anbausysteme: Eine Untersuchung monokultureller und agroforstlicher Bewirtschaftung in Bolivien. Master Thesis. Georg-August-Universität Göttingen, Geographisches Institut, Germany. 109 pp.

- Hagen, D. 2019. Influencia de diferentes sistemas de cultivo de cacao en la fermentación y secado en Alto Beni, Bolivia, Bachelor Thesis, ZHAW Wädenswil, Switzerland.
- Heuschkel, Z. 2013. "El cacao me quiere, pero yo no se que hacer" An assessment of cacao farmers' disease knowledge as a basis for participatory technology development. Master Thesis, Rheinische Friedrich - Wilhelms, University of Bonn, Germany.
- Jacobi, H. 2012. Oberirdische Biomasse und Kohlenstoff: Ein Vergleich verschiedener Anbausysteme von Kakao in Alto Beni, Bolivien. Awarded Bachelor Thesis, University of Kassel, Germany. 49 pp.
- Jacobi, J. 2013. The contribution of organic cocoa production to social-ecological resilience in a changing climate - a comparison of organic and non-organic cocoa cultivation systems in Alto Beni, Bolivia. PhD Thesis, Center for Development and Environment (CDE), University of Bern, Switzerland. 54 pp + anexos, 153 pp.
- Jacobi, J., C. Andres, M. Schneider, M. Pillco, P. Calizaya & S. Rist. 2014. Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. *Agroforestry Systems* 88(6): 1117 - 1132.
- Jacobi, J., M. Schneider & S. Rist. 2014. Agroforstwirtschaft als ökologisch und sozial nachhaltige Landnutzungform. Fallbeispiel Kakaoanbau in Bolivien, In *Elemente der Naturwissenschaft* nr 100, S. 4-25.
- Jacobi, J., M. Schneider, M. Pillco, S. Huber, S. Weidmann & S. Rist. 2015. La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni - La Paz. *Acta Nova* 6(4): 351-382.
- Jacobi, J., M. Schneider, M. Pillco, S. Huber, S. Weidmann, P. Bottazzi & S. Rist. 2015. Farm resilience in organic and nonorganic cocoa farming systems in Alto Beni, Bolivia. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39: 798-823.
- Jacobi, J., M. Schneider, P. Bottazzi, M. Pillco, P. Calizaya, *et al.* 2013. Agroecosystem resilience and farmers' perceptions of climate change impacts on cocoa farms in Alto Beni, Bolivia. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30(2): 170-183.

- Jacobi, J., P. Bottazzi, M. Pilco, M. Schneider & S. Rist. 2017. Building Farm Resilience in a Changing Climate: Challenges, Potentials, and Ways Forward for Smallholder Cocoa Production in Bolivia pp.231-247. En: Identifying Emerging Issues in Disaster Risk Reduction, Migration, Climate Change and Sustainable Development.
- Lafuente Cartagena, I. & J. F. Guerra-Serrudo. 2019. Guía de Identificación de Lepidópteros diurnos de Sara Ana. Instituto de Ecología, Colección Boliviana de Fauna. La Paz, Bolivia. 144 pp.
- Lafuente Cartagena, I. 2017. Variación de la estructura de las comunidades de lepidópteros de la familia Nymphalidae en ambientes con tres grados de perturbación en Sara Ana, Alto Beni. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 57 pp.
- Lafuente Cartagena, I., K. Naoki, A. Rico-Cernohorska, F. Guerra-Serrudo & L. F. Pacheco. 2021. Diversidad de Mariposas diurnas (Lepidoptera: Nymphalidae) en bosques y cultivos de cacao en un área de bosque amazónico basimontano en Bolivia. *Ecología Austral* 31: 225-241.
- Levy, C. 2018. Application of antifungal lactic acid-yeast co-cultures in cocoa bean fermentation in Bolivia. Master Thesis. Institute of Food and Beverage Innovation, Master Thesis, ZHAW Wädenswil, Switzerland. 68 pp + anexos, 78 pp.
- Limachi, J.M. & S.R. Apaza. 2010. Artropodofauna asociada a seis unidades de vegetación como parte del proyecto “Ensayo de comparación de sistemas agroecológico a largo plazo”. pp 142-149. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds.) Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Bolivia. 700 pp.
- Limachi, J.M., K. Naoki & L. Armengot. 2018. Diferentes sistemas de producción de cacao de 3-4 años afectan la composición de hormigas terrestres, pero no a la diversidad. *Revista Ecología en Bolivia* 53(2): 113-127.
- Lohse, E. 2018. Evaluación del rendimiento de seis genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) instaladas en cinco sistemas de producción en el ensayo experimental de Sara Ana. Tesis de licenciatura, Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 56 pp.

- Mader, L. 2017. Impact of cocoa cropping systems and varieties on cherrelle wilt, yield and foliage density, Master Thesis, University of Hohenheim, Germany.
- Marconi, L. & L. Armengot. 2019. Complex agroforestry systems against biotic homogenization: the case of spontaneous plants in the herbaceous stratum of cocoa production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 287: 106664.
- Marconi, L. 2018. Vegetación espontánea asociada a cinco sistemas de producción de *Theobroma cacao* L. en Sara Ana Alto - Beni. Tesis de licenciatura en, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 38 pp.
- Milz, J. 2020. Effects of shade tree pruning on cocoa yields in dynamic agroforestry systems in Alto Beni, Bolivia. Bachelor Thesis, University of Kassel, Germany.
- Naoki, K., M.I. Gómez & M. Schneider. 2017. Selección de diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*, Malvaceae) por aves en Alto Beni, Bolivia - una prueba de cafetería en el campo. *Ecología en Bolivia* 52(2): 100-115.
- Niether, W. 2011. Water use characteristics of cocoa (*Theobroma cacao*, L.) in different production systems and of two shade tree species in Alto Beni, Bolivia. Master Thesis, University of Göttingen, Germany. 90 pp + anexos, 100 pp.
- Niether, W. 2017. Microclimate and environmental stress indicators in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. Ph.D. Thesis, University Göttingen, Germany.
- Niether, W., A. Glawe, K. Pfohl, M. Schneider, N. Adamtey, P. Karlovsky & E. Pawelzik. 2020. Effect short-term vs long-term soil moisture stress on physiological response of three cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivars. *Plant Growth Regulation* 92(2): 295-306.
- Niether, W., I. Smit, L. Armengot, M. Schneider, G. Gerold, & E. Pawelzik. 2017. Environmental growing conditions in five production systems induce stress response and affect chemical composition of cocoa (*Theobroma cacao* L.) Beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(47): 10165-10173.
- Niether, W., L. Armengot, C. Andres, M. Schneider & G. Gerold. 2018. Tree management affecting shading, throughfall and microclimate in cocoa production systems. *Annals of Forest Science* 75(2): 38.

- Niether, W., U. Schneidewind, L. Armengot, N. Adamtey, M. Schneider & G. Gerold. 2017. Spatial-temporal soil moisture dynamics under different cocoa production systems. *Catena* 158: 340-349.
- Niether, W., U. Schneidewind, M. Fuchs, M. Schneider & L. Armengot. 2019. Below- and aboveground production in cocoa monocultures and agroforestry systems. *Science of the Total Environment* 657: 558-567.
- Nina Huanca, R. 2018. Estimación de la fijación de carbono en la biomasa de raíces en los sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*) en Sara Ana - Alto Beni, La Paz- Bolivia. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia. 50 pp.
- Ocampo, M. & J. Aparicio. 2018. Guía de Anfibios de Sara Ana. Colección Boliviana de Fauna. La Paz, Bolivia. 44 pp.
- Pardo, M. 2011. Evaluación de la defoliación por la hormiga arriera (*Atta cephalotes* L.) al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cinco sistemas de producción en las parcelas experimentales Sara Ana, Municipio de Alto Beni. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Carmen Pampa. 24 pp.
- Pérez-Neira, D. & M. Schneider. 2020. Crop-diversification and organic management increase the energy efficiency of cacao plantation. *Agricultural Systems* 177: 102711.
- Picucci, M. 2020. Evaluation of local and international cacao (*Theobroma cacao*) cultivars in monoculture and agroforestry systems in Bolivia. Master Thesis, University of Copenhagen. Denmark. 55 pp.
- Prudencio, E. 2008. Mirmecofauna e la sua struttura poblazionale attraverso differenti tipi di vegetazione nella località di Sara Ana - Alto Beni (Mirmecofauna y su estructura poblacional en diferentes tipos de vegetación en la localidad de Sara Ana - Alto Beni). Tesis en Ciencias Naturales. Università di Pisa, Italia.
- Quispe, H. 2014. Efecto de los productos de PROBIOMA (cepa foránea de *B. Bassiana*) SIEMPRE (cepa nativa de *B. Bassiana*) y TECSIL en el control de chinche (*Monalonium dissimulatum*) en 4 fincas de productores de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Alto Beni, Provincia Caranavi, La Paz. Tesis de licenciatura, Agronomía, Universidad Carmen Pampa, Bolivia.

- Reding, B. 2019. Efectos de la poda de altura sobre la producción de cacao (*Theobroma cacao*) agroforestal. Bachelor Thesis, HAFL, Switzerland. 35 pp + anexo digital.
- Revollo-Cadima, S. 2020. Variación en rasgos reproductivos de roedores a diferentes elevaciones en los andes bolivianos. Tesis de Post-grado. Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 36 p.
- Revollo-Cadima, S., A. Rico-Cernohorska & J. Salazar-Bravo. 2021. Anomalías reproductivas en hembras de roedores sigmodontinos colectados en el norte de La Paz (Bolivia). Mastozoología Neotropical, *in press*.
- Revollo-Cadima, S.G. Rico-Cernohorska A. Salazar-Bravo J. 2021. Variación en rasgos reproductivos de roedores silvestres a diferente elevación en los Andes bolivianos. Reproductive traits variation in wild rodents along an elevational transect in the Bolivian Andes. Ecología en Bolivia, *in press*.
- Roth, A. 2020. How is the Issue of Over ageing of Cocoa Farming Households influenced by their Endowment with Livelihood capitals? Case study of the Cocoa Farmers in Alto Beni, Bolivia. Master Thesis, ZHAW Wädenswil. 87 pp + anexos, 137 pp.
- Rovina, C. 2010. Die Situation der Kleinbauern und wieso biologisch produzierter Kakao eine Lösung für soziale und finanzielle Probleme sein könnte, Bachelor Thesis, ETHZ Switzerland.
- Saavedra, F., E. Jordan, M. Schneider & K. Naoki. 2020. Effects of environmental variables and foliar traits on the transpiration rate of cocoa (*Theobroma cacao*) under different cultivation systems. Agroforestry Systems 94: 2021-2031.
- Sarmiento, J., S. Barrera, M. Velasco & S. Illa. 2009. La fauna de peces de la localidad de Sara Ana (Prov. Caranavi, Dpto. La Paz, Bolivia). pp. 150-159. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds) Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 p.
- Schmutz, D. 2019. Cadmium uptake in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. Bachelor Thesis, ZHAW, Switzerland. 30 pp + anexos, 40 pp.
- Schneider, M. & R. Seidel. 2010. Estudios de línea base en biodiversidad en Sara Ana, Alto Beni, en el marco de la comparación de

- sistemas de producción de cacao a largo plazo. pp 105-107. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds.) Biodiversidad y Ecología en Bolivia – Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 pp.
- Schneider, M., C. Andres, G. Trujillo, F. Alcon, P. Amurrio, E. Perez, F. Weibel & J. Milz. 2017. Cocoa and total system yields of organic and conventional agroforestry vs. monoculture systems in a long-term field trial in Bolivia. *Experimental Agriculture* 53(3): 351-374.
- Schneidewind, U. 2011. Kleinräumliche Variabilität der Bodennährstoffe in experimentellen Kakao-Agroforstparzellen (Alto Beni - Bolivien): Ein Vergleich von Misch- und Einzelproben mit Hilfe des Äquivalenzttests Diplomarbeit Georg August Universität Göttingen, Germany. 73 pp + anexos, 104 pp.
- Schneidewind, U., 2021. Soil carbon stocks and turnover in cocoa production systems Alto Beni, Bolivia. PhD Thesis, Georg August Universität Göttingen Germany. *In process*.
- Schneidewind, U., W. Niether, L. Armengot, M. Schneider, D. Sauer, G. Gerold & F. Heitkamp. 2019. Carbon stocks, litterfall production, and pruning residues in monoculture and agroforestry cacao production systems. *Experimental Agriculture* 55(3): 452-470.
- Schöning, R. 2011. Kohlenstoff- und Nährstoffvorräte im Boden-Litterkompartiment von Kakaoanbausystemen: Ein Vergleich konventioneller Monokultur und sukzessiver Agroforstsysteme im Alto Beni - Bolivien. Masterarbeit Universität Göttingen, Germany. 65 pp.
- Silva, E. 2013. Estimación de la fijación de carbono en la biomasa aérea de diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la localidad de Sara Ana- Alto Beni, La Paz-Bolivia. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 122 pp.
- Vaccaro, C. 2015. Evaluation of cherelle wilt in five *Theobroma cacao* L. cropping systems: a physiological and phenological approach. Master Thesis, University Hohenheim, Germany. 59 pp + anexos. 67 pp.
- Vaderna, C. 2017. Factors affecting pod loss of cocoa in different production systems and varieties in Bolivia. Bachelor Thesis at Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland.

- Vargas, G.V. 2016. Rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en bosques intervenidos por manejo agrícola en el municipio de Alto Beni, La Paz-Bolivia. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Vargas-Mattos, J., J. Tordoya, M.I. Gómez, K. Naoki, J. Aparicio-E, A. Aguilar-K y M. Ocampo. 2010. Evaluación de la fauna terrestre en la localidad de Sara Ana. pp. 126-141. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López y N. Nagashiro (eds) Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 pp.
- Wurtz, M. 2014. Indicateurs de performance de variétés de cacaoyers (*Theobroma cacao*, L.) de différents systèmes de culture dans la région Alto Beni, en Bolivie. Master Thesis, ISTOM - Ecole Supérieure d'Agro-Développement International, France.
- Yaffar, D. 2014. Producción Primaria Neta para tres épocas del año en un bosque tropical en la localidad de Sara Ana- Alto Beni, La Paz-Bolivia. Tesis de licenciatura, Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 69 pp + anexos, 71 pp.
- Zegada, L., I. Lafuente, K. Naoki & L. Armengot. 2020. Variación en la composición de visitantes florales de cacao (*Theobroma cacao*) entre cinco sistemas de producción en Sara Ana, Alto Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 55(3): 145-159.

CAPÍTULO 2

Unidades de vegetación de Sara Ana

Luis Marconi, Renate Seidel & Stephan Beck

La región del Alto Beni se extiende desde el encuentro de los ríos Cotacajes y Santa Elena (Boopi) hasta la confluencia de los ríos Kaka y Alto Beni. Ésta, al estar en la base de los Andes posee bastante variabilidad topográfica. Además, los vientos cargados de agua, producto de la evapotranspiración del Amazonas, llegan con lluvias de alrededor de 1.500 mm/año y chocan con la cordillera en los puntos más altos de la cuenca, nutriendo y fortaleciendo a los ríos.

Estas condiciones han determinado la presencia de vegetación boscosa que se alojaba en la zona. La vegetación original permaneció con poca intervención (salvo aquella realizada por las misiones) hasta la década de los 60's, momento en el cual el Instituto Nacional de Colonización, aplicando la nueva política nacional, inicia la adjudicación de tierras y promueve los asentamientos humanos de pobladores ajenos a la región. Los bosques de Alto Beni y especialmente los que están cerca a casas o poblados proveyeron de madera y otros recursos para la construcción de casas, cercas, leña y otros recursos durante este proceso. Asimismo fueron talados para habilitar tierras agrícolas.

La vegetación de Sara Ana es moldeada por los eventos que naturalmente ocurren, así como aquellos derivados de la actividad humana. Observamos entonces, un mosaico de distintas unidades de vegetación que varían desde bosques casi naturales, bosques intervenidos hasta matorrales, zonas ribereñas, áreas de cultivos y pastizales. Presentándose a su vez diferentes fases de sucesión provocadas por distintos eventos de perturbación (cambios de curso en el río, derrumbes, chaqueos, etc.), que posiblemente se dirigirían sin mayor alteración hacia un bosque, vegetación que naturalmente se daría bajo las condiciones climáticas y edáficas del Alto Beni.

En este capítulo describimos tres grandes tipos de formaciones vegetales que ocurren en la localidad (Figura 1).

- 1) La vegetación ribereña y en depresiones que dependen principalmente de la actividad del río.
- 2) Las formaciones boscosas de tierra firme, que pueden encontrarse en distintas etapas de sucesión y las dividimos en bosques primarios y secundarios (aunque en realidad forman un continuo).
- 3) Las áreas producto de las actividades humanas, principalmente pastizales y cultivos.

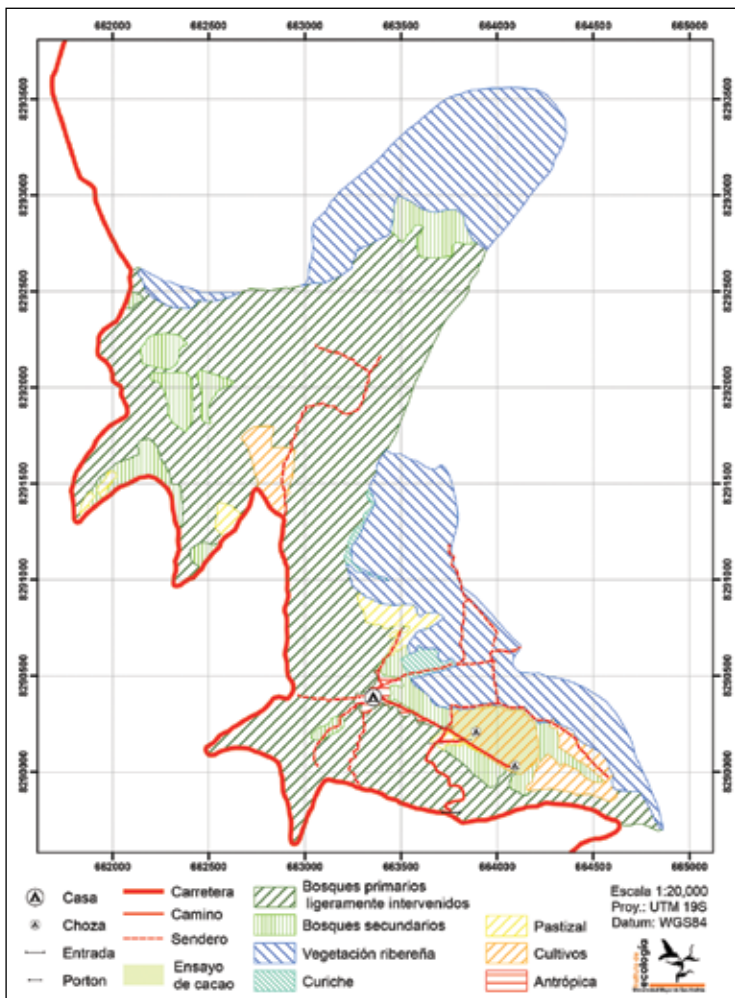


Figura 1: Mapa de vegetación de Sara Ana. Elaborado por K. Naoki.

En la descripción de estas unidades se mencionan algunas especies características. La lista de las especies encontradas *in extenso* se presenta en el capítulo 4: Plantas vasculares.

1. Vegetación en las cercanías del río y en depresiones

a. Vegetación ribereña

Cada año se producen inundaciones a lo largo del río debido a la precipitación en zonas más altas de la cuenca, este fenómeno puede ser muy variable de un año a otro. La fuerza de la corriente junto con el arrastre y deposición de sedimentos y piedras producen disturbios y cambios en la estructura del suelo y de la vegetación ribereña. Maldonado y Beck (2004) y señalan cambios de 500 metros en el curso del río Mamoré en las llanuras del departamento Beni en unos cuantos años. En Sara Ana dada la topografía relativamente angosta del valle no se generan cambios de esta magnitud. No obstante, como se puede apreciar en la Figura 2, el curso del río tiene cierta variación. En algunos puntos, las costas se han desplazado más de doscientos metros, mientras que otros se han mantenido sin mucha alteración.

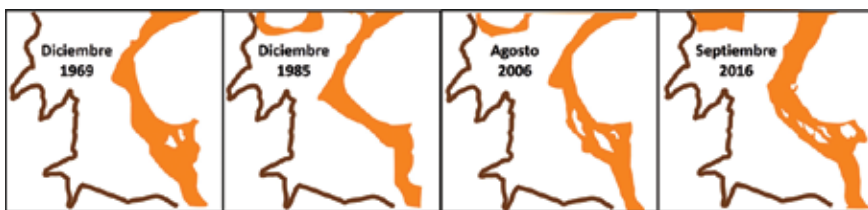


Figura 2: Cambio del cauce del río en Sara Ana en cuatro fechas distintas.

En naranja el cauce del río en base al ancho total de la playa, en blanco áreas cubiertas por vegetación. La línea café representa el camino de 73 Suapi hacia Sararará, este no cambió en todo este tiempo, por lo que sirve de referencia. Es visible el cambio del lecho del río a través de los años. Elaborado por L. Marconi a partir de Imágenes satelitales Google Earth.

En los periodos donde el río no llega a afectar considerablemente a la vegetación, ésta se recupera mediante un proceso de sucesión, desde una fisionomía herbácea hasta formaciones de mayor altura. Es interesante notar que en muchas ocasiones la variación temporal de la vegetación se relaciona fuertemente con la variación espacial, mientras

más cerca del río la vegetación tiende a ser más joven (Figura 5). Esto permite entender el curso de la sucesión natural, ya que es posible observar un mosaico regular (localmente es irregular debido a la topografía y fuerza del agua) de distintas etapas sucesionales. En cada una de éstas (Figura 3) es posible observar algunas especies típicas, varias que coinciden con aquellas descritas en otros trabajos en Sudamérica (Bonetto & Sioli, 1975).

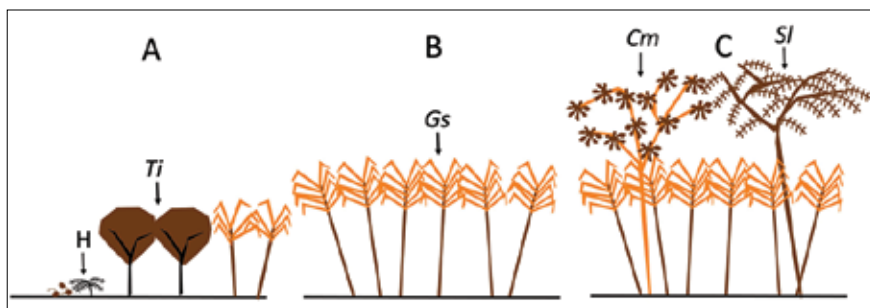


Figura 3: Perfiles de Vegetación de comunidades ribereñas.

A: Playas con herbáceas y matorrales de *Ti* *Tessaria integrifolia*, B: Charales de *Gs*: *Gynerium sagittatum*. C: Etapas pioneras del bosque ribereño con *Cm*: *Cecropia membranacea* un elemento típico y *Sl*: *Senegalia lorentensis* a modo de ejemplo de árboles que pueden existir en estas formaciones. Elaboración propia L. Marconi

En las *playas* (Figura 5) prácticamente no existe un suelo desarrollado, y las comunidades de plantas van a variar en composición de un año a otro. Generalmente se trata de especies con una alta capacidad de colonización que son dispersadas por agua del río como las hierbas; *Ludwigia octovalvis* y *Polygonum hydropiperoides*; y arbustivas oportunistas como el “platanillo” *Indigofera suffruticosa*. Con la llegada de la época de lluvias varias serán removidas o fuertemente afectadas. En lugares arenosos algo elevados se ven arbustos de “sitha” *Tessaria integrifolia*, una especie capaz de tolerar largos periodos de inundación, rasgo que le da una ventaja competitiva respecto a otras especies leñosas que mueren cuando son sometidas a periodos de inundación mayores a un año (Casco *et al.*, 2010).

Los *charales* (Figura 3B) son el tipo de vegetación que sucede a los matorrales de “sitha”. Es una faja bastante cerrada, a veces ancha, donde es dominante una gramínea: el “charo” *Gynerium sagittatum*, un pasto alto con hojas extendidas en un plano hacia dos lados opuestos (dísticas), que puede alcanzar alturas cercanas a los seis metros, es una especie vistosa bien conocida desde los Yungas hasta la Amazonia.

En los bordes de los charales se ha observado al “kudzu” *Pueraria phaseoloides*, que inicialmente fue introducida como cobertura viva para cultivos y se ha escapado a ambientes naturales. No se conoce el impacto que puede estar generando sobre especies nativas, es considerada una peligrosa invasora y visiblemente posee un rápido crecimiento poblacional.

A continuación empiezan a formarse los *bosques ribereños* (Figura 3C). Inicialmente, en medio de los charos comienzan a crecer “ambaibos” *Cecropia membranacea*, especie con raíces aéreas o fulcreas que le permiten soportar el déficit de oxígeno que provoca la inundación, así como proveen estabilidad (Wittmann & Parolin, 2005) y otras especies de *Cecropia*. Estos árboles permiten la existencia de un sotobosque pobre con diversas especies de “matico” *Piper*. En etapas intermedias de la sucesión se puede observar a la “balsa” *Ochroma pyramidale* (Figura 6) y la “uvilla” *Muntingia calabura* también es posible ver a algunas leguminosas, y especies típicas de bosques secundarios de tierra firme como *Guarea guidonia* y *Cordia alliodora*. Finalmente se podría esperar que se establezcan árboles como el “bibosi” *Ficus maxima* y palmeras como el “motacu” *Attalea princeps*.

b. Curiches

En ocasiones puede ocurrir un cambio del cauce del río, de manera tal que queden brazos “desconectados” (por lo menos temporalmente) del río. Estos meandros abandonados del río pueden constituirse en lagunitas y pantanos conocidos como *curiches* (Figura 7), suelen ser muy comunes en el departamento del Beni. En Sara Ana antiguos cauces del río Alto Beni han formado pequeñas franjas de curiches.

Son básicamente depresiones del terreno que quedan completamente inundadas la mayor parte del año. Son alimentados por un arroyo que baja desde las laderas y por las inundaciones que presenta el río Alto Beni periódicamente en épocas de lluvia. Florísticamente se caracteriza por la dominancia de *Panicum grande*. En menor densidad ocurren varias ciperáceas –*Cyperus*, *Rhynchospora* y *Scleria*– y, casualmente, arbustos de *Tibouchina* y *Ludwigia*.

Es posible que en algunas ocasiones estas formaciones pierdan las fuentes que les proveen de agua y al secarse adquieran el aspecto de los pastizales que describiremos más adelante.

2. Formaciones boscosas de tierra firme

a. Bosques primarios

Los bosques primarios cubrieron naturalmente casi toda la región del Alto Beni en el pasado, comenzando a reducirse hace unos 60 años, cuando inician los procesos de colonización mencionados. Posiblemente, todavía existe en la mayor parte de la región un bosque húmedo estacional y en algunos valles, bosques con condiciones más secas.

Una descripción detallada de las especies presentes en los bosques se encuentra en el capítulo 5: Árboles en el bosque de Sara Ana.

La colonización, con el consecuente aumento de población y de la superficie agropecuaria, han relegado los bosques a relictos en laderas no aptas para cultivos, en gran parte de la región. Por otro lado, la tala selectiva ha empobrecido la diversidad de especies, amenazando fuertemente la presencia de maderas preciosas como son algunas meliáceas y leguminosas. La recuperación de esas especies se ve altamente afectada por falta de árboles semilleros.

La fisiografía en la localidad genera cierta variación en la disposición de agua en las laderas, así como la exposición repercute en los procesos de transpiración/evaporación. Todo esto confluye en una combinación de elementos secos y húmedos en los bosques de Sara Ana.

Los árboles desarrollan una estructura compleja de varios estratos. Existe una importante diversidad de árboles en el *dosel* (alrededor de 20 m, Figura 8 y 9), donde sobresalen algunas palmeras, moráceas y malváceas (s.l.) que presentan follaje todo el año. Obviamente, en el bosque el follaje de los árboles se reemplaza constantemente, pero también existen árboles que pierden sus hojas completamente, cuando suelen emerger fuera del dosel, como el “momoqui” *Poincianella pluviosa*, el “jorori” *Swartzia jorori* y “soliman” *Hura crepitans*. Es posible que la diversidad de epifitas vasculares sea importante en las copas de los árboles viejos, principalmente de polipodiáceas, aráceas, bromeliáceas y orquídeas. Así también existe una importante diversidad de epífitos de musgos y líquenes.

Existe un *sub-dosel* (aprox. 10 m), mayormente conformado por árboles jóvenes de estratos superiores en crecimiento. Así como especies arbóreas que rara vez alcanzan grandes tamaños como *Hasseltia floribunda* y *Lunania parviflora*, una de las “chirimoyas del monte” *Duguetia spixiana* y *Trophis caucana*. En el *sotobosque* se exhiben distintas especies arbustivas.

Entre las más llamativas están la pequeña palmera “siyaya” *Chamaedora angustisecta* con flores aromáticas y el *Erythrochiton fallax* con sus flores blancas y brácteas rojas llamativas, presentes en algunas lomas. A nivel herbáceo, se exhiben especies de helechos como *Adiantum*, *Tectaria incisa*, las commelináceas *Dichorisandra*, *Tradescantia zanonía*, algunos pastos de bosques *Pariana gracilis* y *Oplismenus birtellus*, diversidad de aráceas terrestres *Anthurium*, *Homalomena*, costáceas (*Costus scaber* y otros) y marantáceas de *Calathea*.

b. Bosques secundarios

En lugares donde la vegetación de bosque ha sido destruida por derrumbes, vientos fuertes o saqueo parcial de especies maderables, se desarrolla una repoblación natural secundaria. En lugares anteriormente cultivados se denomina a esta vegetación secundaria como barbechos. Si no existe intervención humana, con el tiempo se va a desarrollar un bosque. De acuerdo con (Peña-Claros, 2003) los cambios van a depender mucho de la composición de especies del lugar, es decir, del banco de semillas, las raíces todavía capaces de retoñar y otros propágulos que son traídos por el viento o por animales. Es notable lo rápido que recuperan el aspecto de un bosque joven. En dos años alcanzan cuatro metros de altura y en cuatro ya han sobrepasado los diez (Figura 10). Si bien el crecimiento en altura es rápido, el incremento en el área basal es el verdadero indicador (*proxy*) de la edad de un bosque. El área basal de un barbecho de nueve años en una hectárea corresponde al 43% del área basal por hectárea de un bosque maduro, según datos del proyecto. El valor de biomasa debe ser mucho menor debido a que el bosque posee maderas con mayor densidad, y en los barbechos de Sara Ana gran parte del área basal se debe a bambúes.

Florísticamente las especies importantes en etapas iniciales, después de un chaqueo con quemas y/o saqueo selectivo de maderas (que suceden a especies herbáceas y arbustivas de crecimiento muy enredado o de “chume”) son los “ambaibos”, *Cecropia concolor* y *C. polystachya*, que poseen hormigas para defenderse de herbívoros al igual que el “palo santo” *Triplaris americana*. Posteriormente cobran mayor importancia las “villkas” (leguminosas bipinnadas con foliólulos muy pequeños) y dos especies de *Guazuma*. Un elemento típico de los bosques secundarios en las llanuras de Sara Ana es la presencia de bambúes gigante *Guadua weberbaueri*, que van desapareciendo con los años. En el sotobosque son

frecuentes especies como *Acalypha diversifolia*, piperáceas, “platanillos” (*Heliconia* spp.) y muchas lianas, principalmente sapindáceas, “kari karis” (leguminosas espinosas mayormente *Senegalia*) malpighiáceas y menispermáceas.

Con los años esta vegetación se torna más estratificada y se convierte en un bosque. Los árboles anteriormente citados aumentan en grosor y las palmeras como el “motacú” y la “chonta” se vuelven más evidentes, al igual que la “picana negra” *Cordia alliodora* y el “trompillo” *Guarea guidonia*. En el *sotobosque* se muestran rubiáceas como *Psychotria*, *Palicourea*, piperáceas y otras especies del sotobosque de un bosque primario citadas anteriormente. La estructura de lianas se vuelve menos intrincada con el desarrollo a bejucos de mayor grosor. En el *estrato herbáceo*, se observan algunos helechos y sobre todo muchas plántulas de leñosas.

3. Áreas con actividades humanas (antrópicas)

a. Pastizales

La finca de Sara Ana, recibe este nombre debido a la combinación de los nombres de las hijas del anterior dueño. La principal actividad productiva era la crianza de vacas. Para ello los antiguos empleados trajeron el ganado desde regiones alejadas. En los primeros años de la implementación del ensayo de comparación de sistemas de producción de cacao, pastoreaba un hato de casi 60 cabezas de ganado vacuno. Mayormente utilizando los campos alrededor de las viviendas y sobre todo las planicies cerca al camino de subida a la carretera.

En base a anotaciones de campo en agosto del 2007 se puede afirmar que en lugares de pastoreo intenso dominaba un césped denso de gramíneas, donde la principal especie correspondía a *Paspalum decumbens* y secundariamente *Axonopus compressus* y *Cynodon dactylon*. En menor medida, especies vistosas y especies anuales vinculadas a la época de lluvia como *Eleusine indica*.

El pastoreo afectó esencialmente la composición de la vegetación de los pastizales, esto conllevó a la aparición de parches de *Senna obtusifolia* - especie poco palatable e incluso tóxica para el ganado (Yagi *et al.* 1998)- y *S. hirsuta* además de otros arbustos como urticáceas y *Cantinoa mutabilis* (sin. *Hyptis mutabilis*) en los bordes y debajo de los bosques secundarios. La compactación del suelo en espacios sombreados se relaciona con la aparición de hierbas no palatables como *Pseudelephantopus spiralis*. Sobre

caminos de automóviles la compactación del suelo es muy acentuada y se observa a *Cynodon dactylon* y secundariamente a *Mimosa pudica*.

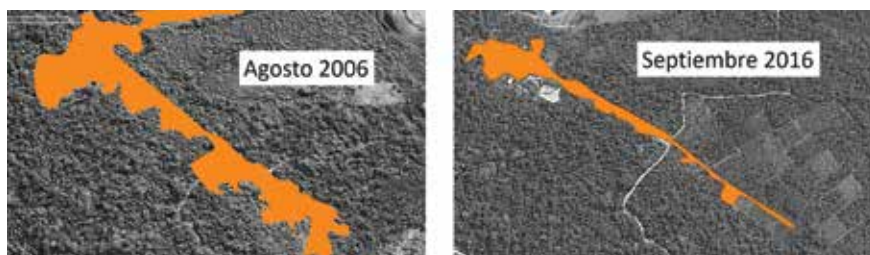


Figura 4: Imágenes satelitales del tamaño del pastizal en dos fechas distintas (Elaboradas a partir de Google Earth por L. Marconi). En naranja el área que ocupa el pastizal en ambas fechas. Se observa una reducción de los pastizales con el paso del tiempo, luego del retiro del ganado.

Después de retirado el ganado, la vegetación volvió a reconstruirse rápidamente hacia una fisionomía de mayor altura (Ver figura 4). Este es un ejemplo de como la vegetación en la zona tiende a formaciones boscosas y que los pastizales solo pueden ser mantenidos debido a una perturbación constante.

b. Cultivos

Los cultivos son formaciones vegetales diseñados y elaborados por el ser humano con fines productivos. Con los deshierbes se crea un ambiente artificialmente abierto que favorece a especies que aparecen de manera no intencional dentro de los cultivos. En consecuencia los cultivos son formaciones vegetales donde coexisten especies cultivadas y espontáneas.

Sara Ana fue seleccionada por FiBL y sus socios como estación de ensayo de cultivos de “cacao”. Generalmente para evitar el stress hídrico provocado por el viento y la radiación se acompaña al cacao con plátanos (*Musa* spp.) y árboles de sombra (Beer *et al.*, 1997). Los más importantes son los “ceibos” y las distintas especies de “pacay”. En el capítulo 7 se presenta información adicional sobre estas leguminosas. En bajos niveles de sombra pueden aparecer hierbas como la pequeña rastrera de la commelinácea *Callisia repens* y la “oreja de mono” *Lycianthes asarifolia*.

En otros cultivos con mayor intensidad de luz, y menos atendidos como la papaya y algunos platanales, las plantaciones de maíz pueden ser afectadas por la “rogelia” *Rottboellia cochinchinensis* y *Sorghum*

arundinaceum y especies de distribución amplia como la “balsamina” *Momordica charantia*, el “macororo” *Ricinus communis* y *Solanum caricaefolium*.

Dentro de la importante agro-biodiversidad que existe en Sara Ana y con una visión más biogeográfica mencionamos que muchas de las especies cultivadas proceden del sudeste asiático como el arroz, los plátanos y los cítricos, pero obviamente una gran mayoría son especies que eran utilizadas por las culturas prehispánicas, en distintos puntos de Sudamérica.

Bibliografía

- Beer, J., R. Muschler, D. Kass & E. Somarriba. 1997. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, 38(1-3): 139-164.
- Bonetto, A.A. & H. Sioli. 1975. Landscapes of River Basins (South America). En *Coupling of land and water systems*. Springer. pp. 173-213.
- Casco, S. L., J. J. Neiff & A. P. de Neiff. 2010. Ecological responses of two pioneer species to a hydrological connectivity gradient in riparian forests of the lower Paraná River. *Plant ecology*, 209(1): 167-177.
- Maldonado, C. & S.G. Beck. 2004. Comunidades sucesionales a orillas del río Mamoré. En: Pouilly et al. (Eds.) 2004. *Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré: importancia ecológica de la dinámica fluvial*, 1. ed. en español. ed. Fundación Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. pp. 167-192.
- Peña-Claros, M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon1. *Biotropica*, 35(4): 450-461.
- Wittmann, F. & P. Parolin. 2005. Aboveground Roots in Amazonian Floodplain Trees 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 37(4): 609-619.
- Yagi, S. M., S. E. Tigani, & S. E. I. Adam. 1998. Toxicity of *Senna obtusifolia* fresh and fermented leaves (kawal), *Senna alata* leaves and some products from *Senna alata* on rats. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(5): 324-330.



Figura 5: Matorrales de “Sitha” *Tessaria integrifolia* cerca de la orilla, por detrás un charal *Gynerium sagittatum*. Fotografía K. Naoki.

Figura 6: Orilla con “charo” *Gynerium sagittatum*. Entre varias especies es posible distinguir una balsa, *Ochroma pyramidale*, hacia el centro de la fotografía (tronco blanco). También es visible *Cecropia membranacea*: juveniles hacia el centro y en la derecha, un árbol mediano.



Figura 7: Vista de un curiche dominado por gramíneas, hasta 2018 la especie dominante era *Panicum grande*. Fotografía K. Naoki.

Figura 8: Vista del dosel de un bosque maduro poco intervenido, es reconocible la copa del motacú *Attalea princeps* (entre medio de diversos árboles). Fotografía K. Naoki.





Figura 9: Vista del tronco de una morácea de un bosque maduro envuelta por lianas de distintas especies. Es apreciable el grosor del tronco. Fotografía L. Marconi.



Figura 10: Vista del dosel de un barbecho de alrededor de nueve años. Hacia el centro varios “ambaibos” o “keyacos” *Cecropia* spp. y un “coquito” *Guazuma crinita*, elevándose en la derecha de la fotografía. Fotografía K. Naoki.

CAPÍTULO 3

Sistemas acuáticos de la zona de Sara Ana

Jaime Sarmiento & Soraya Barrera

Los sistemas acuáticos de la zona de Sara Ana forman parte de la cuenca alta del río Beni, en la cuenca amazónica boliviana. El río Beni es uno de los principales afluentes del Madeira, el mayor tributario del río Amazonas, y sus cabeceras se encuentran en los departamentos de La Paz y Cochabamba. Aguas abajo, se une con el Río Madre de Dios cerca de la localidad de Riberalta y, posteriormente, con la confluencia de los ríos Mamoré e Iténez para formar el río Madeira.

Los sistemas acuáticos de la zona incluyen a) ríos (sistema fluvial de orden mayor), b) arroyos (sistemas fluviales de orden intermedio), c) riachuelos (arroyos) de bosque y d) sistemas temporales de áreas inundables del lecho del río (Figura 1). En este capítulo presentamos la descripción de los principales sistemas acuáticos que se encuentran en Sara Ana; en el capítulo de Unidades de Vegetación se incluye información sobre sistemas palustres. Además, aunque incluimos algunos ejemplos de especies de peces presentes en cada sistema, mayores detalles sobre hábitats y peces se encuentra en el capítulo de Peces.

1. Sistemas fluviales de orden mayor: Ríos (Río Alto Beni)

En la zona de Sara Ana, se encuentra el río Alto Beni, que es un sistema fluvial subandino de séptimo orden o mayor, situado a una distancia aproximada de 800 m al este de la estación. Tiene un ancho de lecho que varía entre los 200 m, cerca de la unión de los ríos Cotacajes y Santa Elena, hasta 1800 m en sus partes más anchas. Presenta profundidades

menores a 1 m en zonas de rápidos, y mayores a dos metros, en las pozas más profundas (Figura 2 A y B). Se encuentra en un valle abierto, de 4 a 8 km de ancho que, en sus partes más estrechas, puede disminuir hasta menos de 500 m. Tiene una pendiente de 0.2%, lo que representa un descenso de 20 cm cada 100 m.



Figura 1: **Mapa de sistemas acuáticos de Sara Ana.** La región se caracteriza por el predominio de sistemas fluviales, principalmente el río Alto Beni, arroyos medianos y una gran cantidad de pequeños riachuelos de orden menor, asociados a las formaciones boscosas. En el lecho del río se encuentran sistemas temporales asociados a los cambios del nivel del río Alto Beni.
Elaborado por Jaime Sarmiento.

El río Alto Beni tiene un curso semisinuoso con meandros irregulares y alternancia de pozas y zonas, menos profundas, de corriente rápida. El canal del río se caracteriza por una secuencia de unidades morfodinámicas que incluye una sucesión de zonas de rápidos, radieres (zonas con un cambio brusco en la pendiente y mayor turbulencia), llanos y pozas (Malavoi 1989). Los sectores de rápidos presentan una corta extensión, alta velocidad de corriente, profundidad menor a 1 m y sustrato formado predominantemente por piedras grandes y bloques. Usualmente, en

el ingreso a las zonas de pozas, se encuentran sectores de radieres de corta extensión, poco profundos, con un desnivel notable, sustrato con predominio de piedras grandes y cascajo, y alta turbulencia y velocidad de corriente. En tramos extensos, de profundidad media, se encuentran sectores con velocidad de corriente mediana y sustrato de piedra grande. En las zonas de meandros, se encuentran pozas, con profundidades mayores a 2 m, velocidad de corriente baja, y sustrato fino, usualmente arenoso (Figura 2 A). Presenta orillas bien consolidadas, con extensas playas de sustrato fino (arena y limo) y, ocasionalmente, sustratos más gruesos de cascajo y piedra fina. En algunos tramos el bosque adyacente puede alcanzar hasta el borde del río (Figura 2 B).

En general, el cauce no presenta vegetación acuática, excepto en las zonas de rápidos donde se encuentran algas filamentosas adheridas al sustrato. Una característica importante es la presencia de troncos sumergidos que permiten el establecimiento de pequeñas palizadas, conformando hábitats particulares que favorecen la presencia de algunas especies de peces como los caranchos (Loricariidae) y cuchillos o anguillas (Gymnotiformes). El río Alto Beni es considerado como un sistema de “aguas blancas” por sus aguas de apariencia turbia, la presencia de una alta tasa de sólidos en suspensión, coloración gris, y baja penetración de la luz que, sin embargo, aumenta durante la época seca, dando lugar a una mayor transparencia en este período del año.

Los sistemas de orden mayor se caracterizan por una gran diversidad de peces, cuya distribución varía en relación con los microhábitats. Por ejemplo, en zonas de pozas con baja velocidad de corriente se encuentran especies de cuerpo alto que ocupan la parte superior de la columna de agua, principalmente Characiformes como *Astyanax* spp., *Bryconamericus* sp. *Knodus mizquae*, *Ctenobrycon hauxwellianus*, *Galeocharax gulo* y especies grandes como *Colossoma macropomum*.

En microhábitats con mayor velocidad de corriente y menor profundidad, se encuentran principalmente especies de Siluriformes, algunas de las cuales presentan adaptaciones para fijarse al sustrato como bocas con un disco similar a una ventosa, espinas pectorales bien desarrolladas, espinas en los opérculos y cuerpo hidrodinámico que ofrece menor resistencia a la corriente. Las especies de estos microhábitats son preferentemente Siluriformes como *Ancistrus* spp, *Hypostomus* spp, *Lamontichthys filamentosus*, *Pimelodus* sp., *Trichomycterus* spp., y algunos Characiformes como *Parodon nasus* y *Characidium* spp.

En playas arenosas, se encuentran especies que pueden estar enterradas, como la raya (*Potamotrygon tatarianae*) o peces eléctricos (*Eigenmannia* sp., *Sternopygus macrurus*).

2. Sistemas fluviales de orden intermedio: Arroyos

Los arroyos son sistemas fluviales de cuarto o quinto orden que se originan en las serranías que rodean el valle de Alto Beni, a altitudes entre 1.600 y 1.900 m. Entre los sistemas de esta categoría se encuentran los ríos Suapi, Chamaleo y Bayetón, situados a pocos kilómetros de Sara Ana (Figura 2 C a E). Los arroyos ocupan valles estrechos en “V” en las cabeceras, con zonas más abiertas cerca a la desembocadura.

El ancho del lecho varía entre 15 y 30 m aproximadamente, con un canal (por donde transcurre el agua) de 7 hasta 20 m. Se caracterizan por una pendiente alta en las zonas de cabeceras y laderas de las serranías, que disminuye en las partes más bajas cerca a la desembocadura en el río Alto Beni. Presentan un curso moderadamente sinuoso con meandros irregulares y alternancia de pozas de más de 1,5 m de profundidad y zonas de corriente rápida menos profundas (hasta 70 cm) (Figura 2 C). Los rápidos se caracterizan por alta velocidad de corriente, baja profundidad y granulometría gruesa, con predominio de piedras grandes y bloques (Figura 2 D y E). Las facies de pozas, presentan profundidades mayores a 1,50 m, baja velocidad de corriente y sustratos más finos de arena y limo. La vegetación acuática está representada por algas filamentosas adheridas a las rocas, principalmente en tramos poco profundos. No se observó la presencia de plantas sumergidas.

La fauna es similar a la de los ríos grandes. En la zona de pozas, más profundas y con menor velocidad de corriente se encuentran principalmente especies de Characiformes como *Astyanax lineatus*, *Attonitus bou-nites*, *Hemibrycon beni*, *Knodus mizquae*. En tramos de menor profundidad y mayor velocidad de corriente, con un sustrato más grueso, las especies registradas son principalmente Siluriformes (*Hypostomus bolivianus*, *Spatuloricaria evansii*, *Cetopsorhamdia* sp., *Imparfinis* sp. *Pimelodella gracilis*, *Rhamdella rusbyi*, *Astroblepus longiceps*).

3. Sistemas fluviales de orden menor: Riachuelos de bosque

Los sistemas de orden menor (primer y segundo orden) incluyen riachuelos y arroyos pequeños que nacen en las últimas estribaciones de las serranías que rodean el valle de Alto Beni, entre los 500 y 1000 m de altitud. Entre los sistemas fluviales de esta categoría se encuentran los arroyos Burro, Villa Prada, Sara Ana y otros situados en las proximidades de la estación de Sara Ana (Figura 2 F a I).

Estos sistemas fluviales de orden menor se caracterizan por que no tienen afluentes y presentan recorridos relativamente cortos entre su origen en las vertientes de las serranías y su desembocadura, usualmente en el Río Alto Beni. El ancho del lecho varía entre 1 a 10 m con un canal de 0,8 a 6 m (Figura 2 F a H). Presentan pendientes altas, mayores a 10%, en las laderas de las serranías (cerca al origen), hasta menos de 2% en las partes más bajas, cerca de la desembocadura en el Río Alto Beni. Al tratarse de sistemas de orden menor se caracterizan porque tienen un curso muy poco sinuoso, casi rectilíneo.

Los sistemas fluviales de primer orden presentan en general una secuencia de unidades morfodinámicas que incluyen rápidos, pozas y, con frecuencia, saltos o caídas (Figura 2 F, G). Las zonas de rápidos se caracterizan por secuencias cortas con alta velocidad de corriente y profundidades no mayores a 30 cm, con predominio de sustrato grueso de cascajo grande, piedras grandes, bloques y rocas. Las pozas presentan profundidades de 1 m en la mayoría de los casos. Se caracterizan por una baja velocidad de corriente y sustratos finos de arena y limo, con abundante material vegetal que proviene del bosque contiguo. Una particularidad de este tipo de sistemas, es la presencia de saltos o caídas (cascadas) que pueden superar 1 m de altura.

Estos arroyos se encuentran en una matriz boscosa, donde la iluminación es mucho menor que en ríos medianos y grandes, limitando la producción primaria local. Las orillas son en general bien consolidadas y con vegetación arbórea, incluyendo en algunos casos palmeras (*Astrocaryum* sp. y *Attalea* sp.) (Figura 2 H,I). Los arroyos de primer orden presentan, en general, una alta transparencia, y alto contenido de oxígeno. Se caracterizan por una relación fundamental con el bosque circundante, ya que dependen en gran medida del aporte de material alóctono (insectos, frutos, material vegetal que proviene del bosque adyacente) para suplir la reducción de la producción local.

Entre las especies registradas en estos hábitats se encuentran Characiformes como *Characidium* spp, *Astyanax* spp., *Attonitus bounites*, *Creagrutus beni*, *Gephyrocharax major*, *Odontostilbe dierythrura*, *Serrapinnus macropterus*. Además, en las zonas de rápidos se encuentran *Trichomycterus barbouri*, *Ancistrus* spp., *Hypostomus* spp.

4. Sistemas temporales del lecho del río

El ancho del lecho del río Alto Beni favorece la presencia de zonas de facies de tipo agua muerta, charcos de borde y zonas de estancamiento

que pueden ser temporales (Figura 2 J a L), que presentan características particulares, y que tienen un rol ecológico primordial para ciertas especies de plantas y animales, particularmente peces (Cucherousset *et al.* 2007). Los sistemas temporales del lecho del río son importantes como áreas de reproducción, de crecimiento, alimentación y refugio contra predadores durante períodos particulares, dependiendo de las historias de vida de las especies y de las características de las inundaciones (Cucherousset *et al.* 2007, King *et al.* 2003).

Estos sistemas se encuentran en el borde del río Alto Beni y dependen de inundaciones periódicas que definen su dinámica hidrológica e influyen en la composición y características de las comunidades de peces. Los hábitats temporales usualmente se llenan durante la temporada de lluvias (diciembre a marzo) y se secan progresivamente durante la época seca (hasta septiembre-octubre). Ocasionalmente, durante la época seca, lluvias fuera de estación pueden provocar inundaciones temporales, que renuevan el agua en este tipo de sistemas.

Presentan una superficie muy variable que oscila entre los 3.000 m² (0,3 ha) y 20.000 m² (2 ha), con una profundidad de hasta 0,8 m (Figura 2 J a L). El fondo es predominantemente arenoso, alternando con rocas dispersas (Figura 2 J). Debido a su profundidad reducida, las temperaturas son notablemente superiores a las de los sistemas fluviales adyacentes, dando lugar a una estratificación vertical. Como consecuencia de la deposición de los sólidos en suspensión, presentan una transparencia que, usualmente, alcanza hasta el fondo. Se distinguen de otros sistemas acuáticos de la zona por la presencia de vegetación acuática, con el predominio de especies de *Chara*, que proporcionan refugio para las especies de peces.

Las especies registradas en este tipo de hábitats incluyen: *Steindachnerina guentheri*, *Astyanax* spp., *Attonitus bounites*, *Bryconamericus* sp., *Odontostilbe* sp. y *Serrapinnus macropterus* que se encuentran en la parte superior de la columna de agua. Además, en el fondo entre el sustrato pueden encontrarse *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus bolivianus*, *Aphanotorulus unicolor*, *Pimelodella gracilis*.

Bibliografía

- Cucherousset J., A. Carpentier & J-M. Paillisson. 2007. How do fish exploit temporary waters throughout a flooding episode? Fisheries Management and Ecology 14: 269-276.

- King, A.J., P. Humphries & P.S. Lake. (2003). Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60(7): 773-786.
- Malavoi, J.R. 1989. Typologie des facies d'écoulement ou unites morphodynamiques des cours d'eau a haute energie. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 315: 189-210.
- Montes de Oca, I. 2005. *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. La Paz, Editora Atenea S.R.L.



Figura 2: Sistemas acuáticos: A y B río Beni. C a E sistemas de orden intermedio o arroyos.
F a I sistemas fluviales de orden menor o riachuelos de bosque.
J a L Sistemas temporales del lecho del río. Fotos S. Barrera

CAPÍTULO 4

Plantas vasculares en Sara Ana y sus alrededores

Stephan Beck, Renate Seidel & Luis Marconi

1. Características generales del grupo

Históricamente dentro de la botánica se ha abordado el estudio de las plantas, algas, líquenes, hongos, e incluso algunos microorganismos. En nuestro país, en la mayoría de estos grupos existen grandes vacíos de información, a excepción de las plantas vasculares. Éstas se caracterizan por la presencia de haces vasculares o “venas” que permiten la distribución de agua, nutrientes y savia a las distintas partes del organismo.

En el mundo, actualmente se estima que existen entre 220 y 420 mil especies de plantas vasculares. En Bolivia se han registrado 15.345 especies hasta 2014 (Jørgensen *et al.* 2014), cifra que aumenta constantemente con las nuevas exploraciones botánicas. Este conocimiento es producto de un proceso de investigación que inicialmente alcanzó cierto grado de formalización en el primer catálogo de la flora de las plantas vasculares de Bolivia, publicado por Robert C. Foster (1958), donde se registraron 9.331 especies. Las especies de plantas fueron ordenadas en helechos, gimnospermas, monocotiledóneas y dicotiledóneas, siguiendo al sistema de clasificación de Engler & Prantl. Este sistema de secuencia sigue aplicándose en las colecciones del Herbario Nacional de Bolivia, basado en el sistema fundamental de A. Engler (1844-1930), incorporando los avances en la filogenia según el Syllabus der Pflanzenfamilien (Melchior 1964).

Actualmente la diversidad florística boliviana está registrada en el Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia (Jørgensen *et al.* 2014) que sigue el sistema de Angiosperm Phylogeny Group III (APG III 2009, Reveal

& Chase 2011), que refleja mejor las relaciones filogenéticas (búsqueda de parentesco, un proceso permanente) entre los grandes grupos de taxa.

En este sistema se realizan cambios frecuentes. En TROPICOS existe una ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, donde desde 2017 aparece una versión 14 de APG IV. Mayor información <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. En TROPICOS también se puede encontrar actualizaciones del Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia desde 2015 en adelante.

En el presente libro, las plantas vasculares de Sara Ana son abordadas por su forma de vida en dos capítulos (árboles y hierbas) y por su taxonomía en un capítulo (leguminosas). En este capítulo se presenta la “LISTA DE PLANTAS VASCULARES REGISTRADAS EN SARA ANA Y ALREDEDORES”, correspondientes a los otros tres capítulos mencionados. En esta lista, los nombres y el ordenamiento de las familias y especies están basados en la taxonomía aplicada en el Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia (Jørgensen *et al.* 2014).

Adicionalmente, este capítulo brinda unas pautas generales sobre el estudio taxonómico de las plantas vasculares en Sara Ana. Realizando inicialmente una descripción de los patrones de diversidad presentes y posteriormente algunos comentarios sobre la importancia de la taxonomía.

2. Diversidad y filogenia

Los helechos son las plantas vasculares más primitivas con un sistema de reproducción en base a esporas y otras características que los hacen generalmente dependientes de condiciones de humedad. En base a la información existente en el Herbario Nacional de Bolivia se sabe que existen alrededor de 170 especies de helechos en la región de Alto Beni, donde las familias más importantes son las Polypodiaceae, Pteridaceae, Dryopteridaceae e Hymenophyllaceae. Existen varias especies de helechos terrestres como también epífitos. Gracias a los inventarios realizados por Krömer *et al.* (2007), en las copas de árboles de los alrededores de Sapecho, se conoce algo de la gran diversidad de polipodiáceas en estos hábitat. En Sara Ana específicamente, este grupo ha sido débilmente muestreado, habiéndose colectado solamente 12 especies de helechos, pero en base a colectas antiguas creemos que existen al menos 31 especies. (ver lista en anexo).

En Sara Ana no se registraron gimnospermas, el clado donde se alojan pinos y cipreses (plantas que no producen flores y frutos verdaderos

pero si semillas desnudas). Es un grupo poco presente en la zona de Alto Beni, únicamente existen registros de un pino de monte *Podocarpus ballivianensis* en la serranía del Beu y seguramente existen algunas especies cultivadas de pino y de ciprés en los pueblos.

El grupo más numeroso son las angiospermas, que incluyen las monocotiledóneas (palmeras, zingiberáceas, pastos, ciclantáceas y otros) y el “resto”, antes llamadas dicotiledóneas por las 2 hojas iniciales (los cotiledones) que aparecen al germinar la semilla. Actualmente forman diferentes grupos (ver lista en anexo).

En total son 91 Familias de angiospermas, y 589 especies registradas. Principalmente especies arbóreas en el bosque, especies en los cultivos y colectas libres en los alrededores. Seguramente estudios posteriores que involucren las distintas formaciones vegetales, con seguridad aumentaran el número de especies registradas.

Existen varios libros útiles para la identificación de las especies, como la Guía de árboles de Bolivia (Killeen *et al.* 1993), A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Gentry 1993), la Guía de Especies Forestales del Alto Beni (PIAF 2000) y otra bibliografía especializada disponible, por ejemplo, en la biblioteca del Herbario Nacional de Bolivia.

3. Comentarios sobre la taxonomía

Desde Carlos Linneo (1707-1778), el creador de la clasificación botánica hasta el actual sistema de clasificación basado en la información que brindan los distintos marcadores genéticos, la clasificación de plantas ha cambiado. Es posible que para lectores a los que no les resulta familiar la taxonomía vegetal puedan confundirse entre la diversidad de nombres que existen así como la manera en que se escriben estos términos. En este apartado realizamos tres breves comentarios sobre la taxonomía de plantas con énfasis en la región de Alto Beni.

a. Como se nombra una especie

Para dar nombres a plantas se usa la forma binomial (Género y especie) y latinizada, se puede decir que es como el apellido y nombre a las especies. Además hay que poner el nombre del autor (completo o abreviado) que describió la especie. Por ejemplo la “quina quina” *Myroxylon balsamum* (L.) Harms, fue descrita por Lineo en 1753 como *Toluiferum balsamum*

a partir de muestras que encontró en Tolú, Colombia. Es por ello que este nombre científico lleva una “L”, ésta es la abreviación de Linneaus. Después de varios cambios en el nombre la especie en 1909 el alemán Hermann Harms, determina el nombre que lleva actualmente, de ahí que el nombre científico lleve su apellido (Sartoti *et al.* 2015).

b. Una época con muchos cambios de nombres

La filogenia molecular ha cambiado mucho en las últimas décadas la manera en que se concibe la sistemática de plantas. Algunas familias botánicas enteras se han relocalizado dentro del árbol de las angiospermas. Es importante tomar en cuenta este aspecto, porque puede parecer que estos datos no coinciden con trabajos anteriores. Por ejemplo todas las Bombacaceae, Sterculiaceae (familia del cacao) y Tiliaceae se han incorporado en las Malvaceae; las Asclepiadaceae se incorporan en las Apocynaceae. Los “ambaios”, que antes formaban parte de Moraceae o Cecropiaceae, ahora se incluyen en Urticaceae. Dentro de las Euphorbiaceae, el género de árboles de *Hieronyma*, al igual que otros géneros, fueron transferidos a la familia Phyllanthaceae; el género *Drypetes* a las Putranjivaceae, aunque la gran mayoría se quedó dentro de la familia. Se observa incluso la aparición de nuevos nombres, por ejemplo en la familia de Bignoniaceae. Los “tajibos”, antes todos eran del género *Tabebuia* - árboles de madera valiosa, ahora algunas de las especies, justo las dos del Alto Beni, se registran como *Handroanthus*. Sin embargo los nombres científicos válidos antes de las posibilidades de estudiar el parentesco de las plantas con métodos moleculares, se mantienen como sinónimos anotados por ejemplo en el Catálogo de Plantas Vasculares, en las bases de datos de TROPICOS y otros.

c. Nombres científicos vs nombre locales

Si bien los nombres locales no cambian con el ritmo con que lo han hecho los nombres científicos, el gran valor de los nombres científicos resulta en su aplicación mundial. Utilizando éstos se puede acceder a una vasta gama de información en las bibliotecas o en la web. Por ejemplo utilizando *Lycianthes asarifolia*, como entrada en cualquier navegador de información, es posible conocer el rango de distribución de esta especie, los usos que tiene en otras localidades, la composición química, etc. En cambio el nombre local: “oreja de mono”, es un término que se utiliza en algunos lugares y para diferentes plantas, incluso hongos. En otras palabras el término “oreja de mono” no nos da certeza sobre la especie considerada.

Los nombres comunes solamente tienen un valor local hasta regional, pero son muy importantes en diferentes las zonas de estudio. Reflejan el conocimiento profundo de los pobladores con su flora. La mayoría de las plantas se conocen con este nombre mucho antes que sean descritas como una especie para la ciencia.

En el Alto Beni la “ajipa” *Pentaplaris davidsmithii* Dorr & C. Bayer es frecuente en toda la franja subandina, hacia la llanura del pie de monte, hasta las últimas estribaciones de las serranías de los Andes, hacia el este y por debajo de los Yungas. Sin embargo esta especie fue descrita científicamente recién en 1999, porque los estudios de los bosques en esta zona, se iniciaron recién a partir de 1990 aproximadamente; y en otras zonas la especie no fue descrita con anterioridad.

Dentro de este mismo ejemplo podemos visualizar que los nombres científicos ofrecen cierto tipo de orden. Es decir, no hay constancia del uso del nombre “ajipa” en la zona y, por otro lado, existen tres especies a las que se les puede llamar ajipa: *Ampelocera ruizii*, *Pentaplaris davidsmithii* y *Ruizodendron ovale*.

4. Plantas vasculares y colectores registrados en Sara Ana

Las especies alistadas en el anexo solamente corresponden a plantas vasculares, i.e. los helechos y las angiospermas, que corresponden a monocotiledóneas y dicotiledóneas. No se realizó un inventario completo de plantas, se han utilizado los registros realizados durante investigaciones específicas del proyecto FIBL (ver más detalles sobre el proyecto en el capítulo 1: Introducción) destinados a conocer la biodiversidad de las parcelas del Ensayo de cultivo de cacao, las áreas circundantes con vegetación alterada y semi natural desde el río Alto Beni hasta las colinas y serranías; en un rango altitudinal de unos 400 hasta 550 m s.n.m. A estos registros se incorporó la información de especímenes colectados en los alrededores de Sara, Ana en años anteriores, durante el estudio de las diferentes formaciones vegetales dentro el ámbito de la Central de Cooperativas El Ceibo y sus socios del Alto Beni.

Numerosas personas realizaron colecciones botánicas, pero no todas fueron herborizadas adecuadamente e incorporadas en la colección del Herbario Nacional de Bolivia en La Paz (LPB). Las colecciones más extensas y completas corresponden a Renate Seidel, Ely Vargas, Stephan Beck, Consuelo Campos, Sandra Paredes, Oscar Plata, Inés Hinojosa, Xenia Villavicencio, Luis Marconi y otros.

5. Descripción de la lista

En el anexo se presenta la tabla con el listado de especies. Se describen los atributos de las plantas mencionados en las diferentes columnas de la lista, incluyendo las especies endémicas.

El contenido de las columnas es el siguiente:

Especie: (columna 1)

Se registra la familia botánica y el nombre de la especie con el autor o los autores que realizaron la descripción original de la misma. Aparece a veces un autor o autores entre paréntesis, lo que indica que antes la especie fue publicada bajo otro nombre de género, por ejemplo la conocida *Ruellia brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra del bosque abierto con flores rojas tubulares, fue originalmente publicada bajo *Stephanophysum brevifolium* Pohl.

Det. Stat.: Estatus de determinación (columna 2)

Las identificaciones y determinaciones de varias especies son incompletas, debido a que material colectado se encontraba en estado insuficientemente desarrollado, carente de flores y frutos o éstos no desarrollados.

Por otro lado las descripciones de taxa no coinciden con especímenes depositados en el LPB o bien faltan monografías actualizadas. Seguramente varias de las especies a mediano plazo resultarán como especies nuevas para la ciencia.

cf. : Abreviación del latín *confer*; donde el registro precisa una comparación o confirmación.

aff. : En este caso se trata de *affinis*, que implica que no se trata de la especie, pero que es una especie muy relacionada.

Origen: (columna 3)

Diferenciamos entre las siguientes categorías:

N - Nativa: Especie de Sudamérica, incluyendo algunas con distribución hasta Centroamérica y el sur de Norteamérica, mayormente de la región biogeográfica neotropical. Corresponde a la gran mayoría de las especies registradas.

- C - Cultivada:** Especie nativa o introducida para fines de uso. En la lista aparecen la mayoría de las especies. Varias fueron introducidas para los ensayos agroforestales en Sapecho y sus alrededores (Wilkes 2006). Actualmente se practica también en Sara Ana un sistema multiestrato con numerosas especies desde herbáceas, arbustos y árboles.
- E - Endémica:** Especie conocida solamente dentro del territorio del Estado Plurinacional de Bolivia. Algunas de estas especies se distribuyen ampliamente como una leguminosa recientemente descrita para el Alto Beni: *Canavalia beniensis* Aymard & Cuello. Por el contrario, otras se conoce solamente de la colección tipo, como la trepadora herbácea *Aristolochia williamsii*. Existe un material estéril de Sara Ana que parece pertenecer a esta especie.

Especies de la región de Sara Ana consideradas endémicas para Bolivia	
De las especies registradas hay 15 especies endémicas para Bolivia: según el Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia (Jørgensen <i>et al.</i> 2015 en adelante):	
Especie	Nombre Comun
Acanthaceae <i>Suessenguthia multisetosa</i> (Rusby) Wassh. & J.R.I. Wood	Motiquillo
Aristolochiaceae <i>Aristolochia williamsii</i> Rusby	
Cucurbitaceae <i>Fevillea anomalosperma</i> M. Nee	
Euphorbiaceae <i>Manihot condensata</i> D.J. Rogers & Appan	
Fabaceae <i>Canavalia beniensis</i> Aymard & Cuello	
Inga expansa Rusby <i>Lonchocarpus pluvialis</i> Rusby	Pacay
Lamiaceae <i>Aegiphila buchtienii</i> Moldenke	
Nyctaginaceae <i>Bougainvillea modesta</i> Heimerl <i>Guapira boliviana</i> (Britton ex Rusby) Lundell <i>Neea brittonii</i> Standl.	limoncillo, comosi
Ochnaceae <i>Ouratea oblongifolia</i> Rusby	
Passifloraceae <i>Passiflora nigradenia</i> Rusby	
Piperaceae <i>Piper bangii</i> C. DC.	
Putranjivaceae <i>Drypetes brevipedicellata</i> Zenteno Ruiz & A. Fuentes	

Dentro de las Moraceae, la especie *Ficus boliviana* C.C. Berg (Coleccionada 1993 por R. Seidel 7335) se consideraba endémica, pero recientemente ha sido registrada en el Perú.

T - Especie introducida y naturalizada: Entre estas especies figuran numerosas plantas que parecen naturales del lugar, como varias especies de pacay y cítricos, y otros que todavía no están tan establecidas (llamadas **adventicias**). Varias de estas especies son invasivas, mayormente no se cultivan. Algunas como la trepadora herbácea, también de uso medicinal, con sus frutos anaranjados *Momordica charantia*, la “balsamina”, el *Pennisetum purpureum* “pasto elefante” y la leguminosa *Leucaena leucocephala* “chamba” de origen de Centroamérica, son plantas invasoras que se distribuyen cada vez más en Bolivia.

Nombre común: (columna 4)

La lista de nombres comunes está incompleta y, por otra parte, pueden existir nombres comunes no usados en la región. En De Lucca & Zalles (1992) se encuentran numerosas nombres comunes de especies para fines medicinales, pero deben ser usados con cuidado, cuando el nombre científico está ausente o es dudoso.

Formas de vida (columna 5)

Las categorías para definir formas de vida no son absolutas, varían con el desarrollo de la planta; dependen de la edad del espécimen, también del hábitat y de la visión del colector. Las categorías asignadas se basan principalmente en el Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia (Jørgensen *et al.* 2014).

- **Árbol (A):** Especie leñosa con un porte principal, grande y tronco grueso.
- **Arbolito (At):** Especie leñosa con un porte principal, de alturas no muy elevadas y diámetros generalmente no muy grandes.
- **Arbusto (Ab):** Especie leñosa ramificada desde abajo con varios portes.
- **Subarbusto (Sa):** Especie semileñosa, leñosa por la parte basal, también llamado sufrútice.
- **Hierba (H):** Especie de estructura herbácea, incluye macro hierbas como plátanos y heliconias.

- **Epífita (E)** : Especie mayormente herbácea pegada, que crece sobre otra planta.
- **Hemiepífita (He)** : Especie que se desarrolla en el suelo al pie de otra planta y que sube a ésta. También puede darse el caso inverso: nace en la parte alta y baja después.
- **Trepadora (T)**: Incluye algunas especies que se apoyan o trepan a otra planta. Incluimos en esta categoría hierbas como *Momordica charantia* o plantas leñosas (bejucos, lianas) como la “escalera de mono” *Schnella guianensis*. La manera en que “trepan” varía de una especie a otra, esto puede ocurrir gracias a diferentes formas de modificaciones de sus órganos como zarcillos (*Passiflora*, *Serjania*) o espinas (*Desmoncus*), o simplemente especies que se elevan por sí mismas, agarrando un soporte para envolverse (voluble) o apoyándose en otras especies como lo hacen varias especies de Malpighiaceae.

Formaciones - vegetación: (columna 6, 7 y 8)

Solamente diferenciamos en esta tabla extensa tres tipos:

- **Formaciones boscosas:** Bosques naturales, intervenidos y de recuperación.
- **Formaciones ribereñas y de curiche:** Especies al borde del río Alto Beni y de las depresiones con agua estancada o de poco cauce.
- **Vegetación abierta y/o antrópica:** Especies alrededores de los ensayos, de los pastizales, al borde de caminos etc.

Bibliografía

- Angiosperm Phylogeny Group. 2009. *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III*. Botanical Journal of the Linnean Society, 161(2): 105-121.
- De Lucca D., M. & J. Zalles A. 1992. Flora medicinal boliviana. Diccionario enciclopédico. Los Amigos del Libro, La Paz.
- Foster, R.C. 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 184: 1-223.

- Gentry, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). Conservation International, Washington, D.C. 895 p.
- Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2014. Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 127(1-2): i-viii, 1-1744. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (eds.) 2015 en adelante. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia (adiciones). www.tropicos.org
- Killeen, T., E. García, & S. Beck (eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, Edit. Quipus, La Paz. 958 p.
- Krömer, T., S. R. Gradstein, & A. Acebey. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42(1): 23-33.
- Melchior, H. 1964. A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. 12. Auflage. Bd. 2. Angiospermen.
- PIAF (Proyecto de investigación agroecológica y forestal - El Ceibo). 2000. Guía de especies forestales del Alto Beni. PIAF-El Ceibo. Bolivia. 196 p.
- Reveal, J.L. & M.W. Chase. 2011. APG III: Bibliographical Information and Synonymy of Magnoliidae. *Phytotaxa*. 19: 71-134
- Sartori, Â. L. B., Lewis, G. P., de Freitas Mansano, V., & de Azevedo Tozzi, A. M. G. 2015. A revision of the genus *Myroxylon* (Leguminosae: Papilionoideae). *Kew Bulletin*, 70 (4): 1-12.
- Wilkes, H.R. & DED (eds.). 2006. Guía metodológica para la implementación, el manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales. Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED), Interinstitucional Alto Beni. La Paz. 78 p.

Anexo

Lista de plantas vasculares registradas en Sara Ana y alrededores (Ver descripción en el texto)

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Pteridophytæ							
Aspleniaceae							
<i>Asplenium auritum</i> Sw.		N		E	X		
<i>Asplenium delitescens</i> (Maxon) L.D. Gómez		N		H	X		
Cyatheaceae							
<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant		N		At	X		
Hymenophyllaceae							
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.		N		E	X		
<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi		N		E	X		
Dryopteridaceae							
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) H. Christ		N		E	X		
<i>Polybotrya caudata</i> Kunze		N		E	X		
Lomariopsidaceae							
<i>Cyclopeltis semicordata</i> (Sw.) J. Sm.		N		H	X		
Polypodiaceae							
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée		N		E	X		
<i>Campyloneurum fuscum</i> (Sw.) Fée		N		H, E	X		
<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C. Presl		N		E	X		
<i>Microgramma percuta</i> (Cav.) de la Sota		N		E	X		
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger		N		E	X		
<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J. Sm.		N		H, E	X		
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.		N		E			
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> (Jacq.) A.R. Sm.		N		E	X		
Pteridaceae							
<i>Adiantum diogoanum</i> Glaz. ex Baker				H	?		
<i>Adiantum pectinatum</i> Kunze ex Baker				H	X		
<i>Adiantum poeppigianum</i> (Kuhn) Hieron.				H	?		
<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	cf.	N		H	X		X
<i>Adiantum tetraphyllum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.				H	X		
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link		N		H	X		X
<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R.M. Tryon				H		X	
Selaginellaceae							
<i>Selaginella haematodes</i> (Kunze) Spring				H	X		
Tectariaceae							
<i>Tectaria incisa</i> Cav.		N		H	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Thelypteridaceae							
<i>Amblovenatum opulentum</i> J.P.Roux				H	X	X	
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching		T		H	X		X
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P. St. John	cf.	T		H	X		
<i>Thelypteris grandis</i> A.R. Sm.		N		H	X		
<i>Thelypteris poiteana</i> (Bory) Proctor		N		H	X		X
Angiospermae							
Acanthaceae							
<i>Dicliptera squarrosa</i> Nees	aff.	N		H			X
<i>Justicia appendiculata</i> (Ruiz & Pav.) Vahl		N		Ab	X		X
<i>Justicia boliviana</i> Rusby		N		H	x		X
<i>Mendoncia aspera</i> Ruiz & Pav.	cf.	N		T	X		X
<i>Mendoncia bivalvis</i> (L. f.) Merr.		N		T			X
<i>Pachystachys spicata</i> (Ruiz & Pav.) Wassh.		N		Sa			X
<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C. Ezcurra	cf.	N		H, Sa	x		X
<i>Ruellia pearcei</i> Rusby		N		H	X		X
<i>Streblacanthus dubiosus</i> (Lindau) V.M. Baum		N		H			X
<i>Suessenguthia multisetosa</i> (Rusby) Wassh. & J.R.I. Wood		E	motiquillo	Sa, Ab	x		X
Achariaceae							
<i>Mayna odorata</i> Aubl.		N		Ab			X
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth		N		H, Sa, Ab			X
<i>Alternanthera scandens</i> Herzog		N		H			X
<i>Amaranthus hybridus</i> L.		N, C		H			X
<i>Amaranthus spinosus</i> L.		N		H			X
<i>Amaranthus viridis</i> L.		N		H			X
<i>Chamissoa acuminata</i> Mart.		N		H, Sa			X
<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth		N		T	X		X
<i>Cyathula achyranthoides</i> (Kunth) Moq.		T		H			X
<i>Cyathula prostrata</i> (L) Blume		T		H			X
<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.		N		H			X
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		N		H, Sa, Ab			X
<i>Pedersenia argentata</i> (Mart.) Holub		N		T	X		X
Amaryllidaceae							
<i>Eucharis ulei</i> Kraenzl		N		H	X		
Anacardiaceae							
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.		N	cuta blanca	A	X		
<i>Mangifera indica</i> L.		C	mango	A			X
<i>Spondias mombin</i> L.		N	cedrillo	A	X		
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		N		A	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Annonaceae							
<i>Annona montana</i> Macfad.		N, C	chirimoya de monte	A	X		X
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	cf.	T, C	chirimoya de monte	A	X		X
<i>Cymbopetalum longipes</i> Benth. ex Diels		N		A	X		
<i>Duguetia spixiana</i> Mart.		N	chirimoya de monte	A	X		
<i>Guatteria hirsuta</i> Ruiz & Pav.	aff.	N		A	X		
<i>Guatteria punctata</i> (Aubl.) R.A. Howard	cf.	N	chirimoya	A	X		
<i>Guatteria tomentosa</i> Rusby	cf.	N	"chhchn"	A	X		
<i>Oxandra espinosa</i> (Spruce ex Benth.) Baill.		N		A	X		
<i>Porcelia ponderosa</i> (Rusby) Rusby		N		A	X		
<i>Ruizodendron ovale</i> (Ruiz & Pav.) R.E. Fr.		N	ajipa	A	X		
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels		N		A	X		
Apocynaceae							
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	cf.	N		A	X		
<i>Aspidosperma melanocalyx</i> Müll. Arg.	cf.	N		A	X		
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll. Arg.		N	topero	A	X		
<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby		N	gabetillo	A	X		
<i>Fischeria stellata</i> (Vell.) E. Fourn.		N		T	X		X
<i>Forsteronia acouci</i> (Aubl.) A. DC.	cf.	N		T	X		X
<i>Forsteronia pubescens</i> A. DC.	aff.	N		T	X		X
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson		N	leche leche	Ab, At	X		
<i>Mandevilla rugelosa</i> (Rich.) L. Allorge	cf.	N		T			X
<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Muell. Arg.	cf.	N		T			X
<i>Pacouria boliviensis</i> (Markgr.) A. Chev.		N		T	X		
<i>Prestonia robusta</i> Rusby		N		T			X
<i>Tabernaemontana cymosa</i> Jacq.		N	leche leche	At, A	X		X
Araceae							
<i>Adelonema crinipes</i> (Engl.) S.Y. Wong & Croat		N		H	X		
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott		N		E	X		
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don		N		He	X		
<i>Caladium bicolor</i> Vent.		N		H	X		
<i>Monstera obliqua</i> Miq.		N		He	X		
<i>Monstera subpinnata</i> (Schott) Engl.		N		He	X		
<i>Philodendron camposportuanum</i> G.M. Barroso		N		He	X		x
<i>Philodendron megalophyllum</i> Schott		N		He	X		
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott		N		He	X		
<i>Taccarum caudatum</i> Rusby	aff.	N		H	X		X
<i>Xanthosoma pubescens</i> Poepp.		N		H	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Araliaceae							
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.		N		A	X		
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin		N	guitarrero	A	X		X
Arecaceae							
<i>Astrocaryum gratum</i> F. Kahn & B. Millán		N	chonta	A	X		X
<i>Attalea princeps</i> Mart.		N	motacú	A	X		X
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth		N, C	chima	A	X		X
<i>Bactris major</i> Jacq.		N	marayaú	Ab	X		X
<i>Chamaedorea angustisecta</i> Burret		N	siyaya	A, At	X		
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.		N	palma uña de gato	T	X		X
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.		N	asai	A	X		
<i>Geonoma brongniartii</i> Mart.		N	"katyaføj"	Ab	X		
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.		N	copa	A	X		
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.		N	majo	A	X		
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.		N	pachubilla	A	X		
<i>Syagrus sancona</i> H. Karst.		N	sumuqué	A	X		
Aristolochiaceae							
<i>Aristolochia esperanzae</i> Kuntze		N		T			X
<i>Aristolochia hoehniana</i> O.C. Schmidt	s.l.	N		T	X		X
<i>Aristolochia guentheri</i> O.C. Schmidt	cf.	N		T	X		X
<i>Aristolochia pilosa</i> Kunth	cf.	N		T	X		X
<i>Aristolochia rugosa</i> Lam.	cf.	N		T			X
<i>Aristolochia ruiziana</i> (Klotzsch) Duch.	cf.	N		T			X
<i>Aristolochia williamsii</i> Rusby		E		T			X
Asteraceae							
<i>Baccharis trinervis</i> Pers.		N		T			X
<i>Bidens pilosa</i> L.		N	muni, pega pega	H			X
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.		N		H			X
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M. King & H. Rob.		N		Ab			X
<i>Clibadium surinamense</i> L.		N		Ab			X
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist		N		H			X
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.		N		H		X	X
<i>Eirmocephala megaphylla</i> (Hieron.) H. Rob.		N		Ab, At	X		X
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth		N		H			X
<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.		N		H, Sa			X
<i>Hebeclinium macrophyllum</i> (L.) DC.		N		H			X
<i>Mikania micrantha</i> Kunth		N		T, H	X		X
<i>Mikania guaco</i> Bonpl.		N		T	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Formaciones boscosas	Formaciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.		N	quirquiña	H, Sa			X
<i>Pseudelephantopus spiralis</i> (Less.) Cronquist		N		H	X		X
<i>Salmea scandens</i> (L.) DC.		N		T			x
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	cf.	N		H			X
<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.		N	sitha	At, Ab		X	
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.		N	palo lejía	Ab, At, A	X		X
<i>Wulffia baccata</i> (L.) Kuntze		N		H, T, Sa, Ab	X		X
Bignoniaceae							
<i>Bignonia nocturna</i> (Barb.Rodr.) L.G. Lohmann		N		T	X		
<i>Bignonia sciuripabulum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann		N		T	X		
<i>Dolichandra uncata</i> (Andrews) L.G. Lohmann		N	uña de gato	T	X		X
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G. Lohmann	cf.	N		T	X		
<i>Fridericia florida</i> (DC.) L.G. Lohmann		N		T	X		
<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G. Lohmann	aff.	N		T	X		
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	cf.	N	tajibo	A	X		X
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos		N		A	X		
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	cf.	N	tajibo	A	X		X
<i>Tanaecium selloi</i> (Spreng.) L.G. Lohmann		N		T	X		
<i>Xylophragma pratense</i> (Bureau & K. Schum.) Sprague		N	mata vaca	T			X
Bixaceae							
<i>Bixa orellana</i> L.		N, C	achiote, urucú	Ab, At			X
Boraginaceae incl. Cordiaceae							
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken		N	picana negra	A	X		X
<i>Cordia nodosa</i> Lam.		N		Ab, At	X		
<i>Tournefortia cuspidata</i> Kunth		N		T, Ab	X		X
<i>Varronia buddleoides</i> (Rusby) J.S. Mill.		N		Ab			X
<i>Varronia dichotoma</i> Ruiz & Pav.		N		Sa, Ab			X
Brassicaceae							
<i>Cardamine flexuosa</i> With.		T		H			X
Bromeliaceae							
<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.		C	piña	H			X
<i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm.		N		H, E	X		
Burseraceae							
<i>Protium puncticulatum</i> J.F. Macbr.		N	isigo	A	X		
<i>Protium rynchophyllum</i> (Rusby) Daly		N	coloradillo	A	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart		N	isigo	A	X		
Cactaceae							
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger		N	cactus	A	X		
Calophyllaceae							
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.		N	palo María	A	X		
<i>Marila tomentosa</i> Poepp.		N		At, A	X		
Cannabaceae							
<i>Celtis schippii</i> Standl.		N	ojoso negro	A	X		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		N	Pulimora	A	X		X
Capparaceae							
<i>Cynophalla amazonica</i> Iltis (ined.)	ined.	N		Ab, At	X		X
<i>Cynophalla amplissima</i> (Lam.) Iltis & Cornejo		N		A	X		
Caricaceae							
<i>Carica papaya</i> L.		C		At, A			X
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms		N	papaya de monte	A	X		
Celastraceae							
<i>Anthodon decussatus</i> Ruiz & Pav.		N		T	X		X
<i>Cheiloclinium hippocrateoides</i> (Peyr.) A.C. Sm.		N		T	X		
<i>Haydenia urbaniana</i> (Loes.) M.P. Simmons		N		A	X		
<i>Hippocratea volubilis</i> L.		N		T	X		
<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C. Sm.		N	guapomo del monte	T, At, A	X		
<i>Salacia macrantha</i> A.C. Sm..		N	chuchuhuasi	T, At, A	x		X
Chrysobalanaceae							
<i>Hirtella triandra</i> Sw.		N	coloradillo	A	X		
Cleomaceae							
<i>Cleome aculeata</i> L.		N		H			X
Clusiaceae							
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi		N, C	achachairu	A	X		X
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel		N	ocoró	A	X		
Combretaceae							
<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz		N		A	X		X
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell		N	verdolago	A	X		
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.		N	kara kara, verdologa amarillo	A	X		X
Commelinaceae							
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.		N		H			X
<i>Commelina obliqua</i> Vahl		N	Santa Lucía	H			X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Kuntze ex Hand.-Mazz.		N		H	X		
<i>Tradescantia zanonii</i> (L.) Sw.		N		H	X		
Connaraceae							
<i>Rourea amazonica</i> (Baker) Radlk.		N		Ab	X		X
Convolvulaceae							
<i>Ipomoea chondrosepala</i> Hallier f.	cf.	N		T			X
<i>Ipomoea philomega</i> (Vell.) House	cf.	N		T			X
<i>Ipomoea regnellii</i> Meisn.		N		T			X
<i>Ipomoea reticulata</i> O'Donell		N		T			X
<i>Jacquemontia densiflora</i> (Meisn.) Hallier f.		N		T,H			X
<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell		N	camotillo	T			X
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.		N		T,H			X
Costaceae							
<i>Costus arabicus</i> L.		N		H	X		
<i>Costus scaber</i> Ruiz & Pav.		N	caña agria	H	X		X
<i>Costus sinningii</i> Rusby		N		H	X		X
<i>Dimerocostus argenteus</i> (Ruiz & Pav.) Maas		N		H	X		X
Cucurbitaceae							
<i>Cayaponia glandulosa</i> (Poepp. & Endl.) Cogn.		N		T	X		X
<i>Cayaponia tubulosa</i> Cogn.		N		T			X
<i>Cucumis anguria</i> L.		T		T			X
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne		T, C	joco	T			X
<i>Fevillea anomalosperma</i> M. Nee		E		T			X
<i>Fevillea pedatifolia</i> (Cogn.) C. Jeffrey		N		T	X		X
<i>Melothria pendula</i> L.		N		T, H			X
<i>Melothria warmingii</i> Cogn.		N		T, H	X		X
<i>Momordica charantia</i> L.		T	balsamina	T, H			X
<i>Psiguria ternata</i> (M. Roem.) C. Jeffrey		N		T	X		X
Cyclanthaceae							
<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.		N	jipijapa	H	X	X	X
<i>Cyclanthus bipartitus</i> Poit. ex A. Rich.		N		H		X	
Cyperaceae							
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.		N		H		X	X
<i>Cyperus chalaranthus</i> J. Presl & C. Presl		N		H	X		X
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.		N		H		X	X
<i>Cyperus odoratus</i> L.		N		H			X
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl		N		H			X
<i>Rhynchospora trispicata</i> (Nees) Schrad. ex Steud.		N		H		X	
<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schltldl. & Cham.		N	cortadera	H			X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Dilleniaceae							
<i>Dolioscarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.		N		T, Ab	X		X
Dioscoreaceae							
<i>Dioscorea dodecaneura</i> Vell.		N		T			X
<i>Dioscorea hieronymi</i> Uline ex R. Knuth		N		T	X		X
<i>Dioscorea nicolasensis</i> R. Knuth		N		T	X		X
Elaeocarpaceae							
<i>Sloanea fragrans</i> Rusby		N	cabeza de mono	A	X		
Erythropalaceae							
<i>Heisteria nitida</i> Engl.		N	itauba negra	A	X		
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum ulei</i> O.E. Schulz	aff.	N	coca	Ab	X		
<i>Erythroxylum coca</i> *							
Euphorbiaceae							
<i>Acalypha arvensis</i> Poepp.		N		H			X
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.		N	negrillo	Ab, At	X		X
<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.		N		Ab, At	X		X
<i>Acalypha stenoloba</i> Müll. Arg	cf.	N		Ab, At	X		X
<i>Acalypha stricta</i> Poepp. & Endl.		N		Sa, Ab	X		X
<i>Acalypha villosa</i> Jacq.		N		Ab	X		X
<i>Croton pachypodus</i> G.L. Webster		N		A	X		
<i>Dalechampia boliviana</i> Pax & K. Hoffm.		N		T, H	X		X
<i>Dalechampia scandens</i> L.		N		T, H	X		
<i>Dalechampia stipulaceae</i> Müll. Arg	cf.	N		T			X
<i>Euphorbia cotinifolia</i> subsp. <i>cotinoides</i> (Miq.) Christenh.		N, C	leche-leche morada	Ab			X
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.		N	leche leche	H			X
<i>Euphorbia hirta</i> L.		N		H			X
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.		N		H			X
<i>Euphorbia poeppigii</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.		N		H			X
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.		C	goma	A			X
<i>Hura crepitans</i> L.		N	ochó	A	X		
<i>Manihot condensata</i> D.J. Rogers & Appan		E		Ab, At	X		X
<i>Manihot esculenta</i> Crantz		N, C	yuca	Ab			X
<i>Pera benensis</i> Rusby		N		A	X		
<i>Pera eiteniorum</i> Bigio & Secco	aff.	N		Ab, At			X
<i>Ricinus communis</i> L.		T	ricino, macororo, tártago	Ab, At			X
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong		N		At, A	X	X	X
<i>Sapium marmieri</i> Huber		N	leche leche	A	X		

* No se cultiva en escala grande, solo para uso casero.

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Tragia alienata</i> (Ditr.) Múlgura & M.M. Gutiérrez		N		T			X
Fabaceae							
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	cf.	N		A	x		
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart		N	vilca blanca, toco macho	At, A	X		X
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.		N, C	roble	A			
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	cf.	N		A	X		X
<i>Bauhinia unguolata</i> L.		N		A	X		
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth		C	chicharilla	Sa, Ab			X
<i>Calliandra haematocephala</i> Hassk.		N		Ab, At		X	
<i>Calliandra trinervia</i> Benth.	cf.	N		A		X	X
<i>Canavalia beniensis</i> Aymard & Cuello	aff.	E		T			X
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.		N, C	canavalia	T			X
<i>Canavalia grandiflora</i> Benth.		N		T, H			X
<i>Centrolobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C. Lima		N	huasicucho	A	X		X
<i>Centrosera virginianum</i> (L.) Benth.	cf.	N		T			X
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth.	cf.	N		A			X
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton		N		T, Ab, At, A	X		
<i>Desmodium axillare</i> (Sw.) DC.		N	pega pega	H			X
<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.		N	pega pega	H			X
<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.		N		T, Ab	X		X
<i>Erythrina fusca</i> Lour.		N, C	cuñuri, cosorió	A			X
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook		N	ceibo	A	X		X
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.		C		Ab, At			X
<i>Hydrochorea corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W. Grimes	cf.	N		At, A	X		
<i>Hymenaea courbaril</i> L.		N	paquí	A	X		X
<i>Indigofera microcarpa</i> Desv.		N		H		X	
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.		N, C	añil	Sa		X	X
<i>Inga bourgonii</i> (Aubl.) DC.		N	pacay	A	X		
<i>Inga chartacea</i> Poepp.	cf.	N	pacay	A	X		
<i>Inga coruscans</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	aff.	N	pacay	A			
<i>Inga expansa</i> Rusby		E	pacay	A	X	X	X
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.		N	pacay	A	X	X	X
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		N	pacay	A	X		
<i>Inga marginata</i> Willd.		N	pacay	A	X	X	X
<i>Inga nobilis</i> Willd.		N	pacay	A	X		
<i>Inga ruiziana</i> G. Don		N	pacay	A	X		
<i>Inga setosa</i> G. Don		N	pacay	A	X	X	X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Formaciones boscosas	Formaciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica (pastizales, cultivos)
<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.		N, C	pacay machete	A			X
<i>Inga steinbachii</i> Harms		N	pacay	A	X		
<i>Inga tomentosa</i> Benth.	cf.	N	pacay	A	X		
<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud.		N	pacay	A	X		
<i>Inga ynga</i> (Vell.) J.W. Moore		N, C	pacay cola de mono	A			X
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit		T, C	leucaena	At, A			X
<i>Lonchocarpus lilloi</i> (Hassl.) Burkart		N		At, A	X		
<i>Lonchocarpus pluvialis</i> Rusby		E		A	X		
<i>Machaerium pilosum</i> Benth.		N	cari cari	A			X
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.		N		T, At, A	X		
<i>Machaerium trifoliolatum</i> Ducke		N		T	X		X
<i>Mimosa pudica</i> L.		N		H, Sa			X
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms		N	quina quina	A	X		
<i>Neonotonia wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.) J.A.Lackey		C	glicine	T			X
<i>Nissolia fruticosa</i> Jacq.		N		T, A			X
<i>Ormosia bopiensis</i> Pierce ex J.F. Macbr.		N	huairuru	A	X		
<i>Piptadenia peruviana</i> (J.F. Macbr.) Barneby		N		T, Ab, At	X		X
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	cf.	N	manicillo blanco	A	X		
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz		N, C	momoqui	A	X		
<i>Pterocarpus amazonum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff		N	palo batan	A	X		
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.		T	kudzu	T		X	X
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake		N	toco	A	X		X
<i>Schnella guianensis</i> (Aubl.) Wunderlin		N		T	X		X
<i>Senegalia hayesii</i> (Benth.) Britton & Rose		N		T			
<i>Senegalia loretensis</i> (J.F. Macbr.) Seigler & Ebinger		N	Vilca amarilla	T, Ab, At, A	X		
<i>Senegalia macbridei</i> (Britton & Rose ex J.F. Macbr.) Seigler & Ebinger		N		T, Ab	X		X
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton		N	cari cari	T, Ab, At, A	X		
<i>Senegalia rhytidocarpa</i> (L. Rico) Seigler & Ebinger	cf.	N	cari cari	At, A	X		
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose		N	cari cari	T, Ab, At, A	X		X
<i>Senna hirsuta</i> var. <i>hirta</i> H.S. Irwin & Barneby		N		H, Sa, Ab			X
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby		N		H, Sa, Ab	X	X	X
<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby		N		T, Ab, At, A	X		X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Senna ruiziana</i> (G. Don) H.S. Irwin & Barneby		N		At, A	X		X
<i>Stryphnodendron purpureum</i> Ducke		N, C	toco colorado	A	X		X
<i>Swartzia jorori</i> Harms		N	palo batán; jorori	A	X		X
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.		N	manicito	At, A	X		
<i>Tamarindus indica</i> L.		C	tamarindo	A			X
<i>Fabaceae</i> (Clado de las trifoliadas) sp 1		C		T			
Gesneriaceae							
<i>Drymonia semicordata</i> (Poepp.) Wiehler		N		T	X		X
Heliconiaceae							
<i>Heliconia episcopalis</i> Vell.		N		H	X		X
<i>Heliconia hirsuta</i> L. f.		N		H	X		X
<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.		N	patujú	H	X		X
<i>Heliconia subulata</i> Ruiz & Pav.		N		H	X		X
Icacinaceae							
<i>Leretia cordata</i> Vell.		N		T			X
Iridaceae							
<i>Cipura paludosa</i> Aubl.		N		H			X
Lamiaceae							
<i>Aegiphila buchtienii</i> Moldenke		E		Ab, At	X		X
<i>Cantinoa mutabilis</i> (Rich.) Harley & J.F.B Pastore		N		H			X
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze		N		H			X
<i>Tectona grandis</i> L. f.		C	teca	A			X
Lauraceae (selectas)							
<i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees		N	laurel	A	X		
<i>Nectandra maynensis</i> Mez	cf.	N	laurel	A	X		
<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	cf.	N	laurel	A	X		
<i>Persea americana</i> Mill.		C	palta	A			X
Lecythidaceae							
<i>Cariniana ianeirensis</i> R. Knuth		N	colomero	A	X		
Linderniaceae							
<i>Torenia crustacea</i> (L.) Cham. & Schltdl.		N		H			X
Loganiaceae							
<i>Strychnos darienensis</i> Seem	cf.	N		T, Ab	X		X
Malpighiaceae							
<i>Alicia macrodisca</i> (Triana & Planch.) W.R. Anderson		N		T			X
<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	cf.	N, C	mermelada	A			
<i>Bunchosia glandulifera</i> (Jacq.) Kunth	cf.	N, C	mermelada	Ab			X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Diplopterys pubipetala</i> (A. Juss.) W.R. Anderson & C. Davis	cf.	N		T, Ab			X
<i>Heteropterys prancei</i> W.R. Anderson		N		T	X		
<i>Heteropterys rubiginosa</i> A. Juss.	aff.	N		T			X
<i>Hiraea fagifolia</i> (DC.) A. Juss.	cf.	N		T			X
<i>Malpigia glabra</i> L.	cf.	C	acerola	Ab, At	X		X
<i>Malpigia emarginata</i> DC.	cf.	C	acerola	Ab, At			X
<i>Mascagnia divaricata</i> (Kunth) Nied.	cf.	N		T	X		X
<i>Niedenzuella stannea</i> (Griseb.) W.R. Anderson	aff.	N		T	X		X
<i>Stigmaphyllon cardiophyllum</i> A. Juss.		N		T	X		X
<i>Stigmaphyllon florum</i> C.E. Anderson		N		T	X		X
Malvaceae							
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.		N	cabeza de mono	At, A	X		X
<i>Cavanillesia hylogeiton</i> Ulbr.	cf.	N	moroño	A	X		
<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.	cf.	N, C	mapajo	A	X		X
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	cf.	N, C	flor de mayo	A			X
<i>Corchorus hirtus</i> L.		N		H, Sa			X
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns		N	mapajillo	A	X		
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	cf.	N	guazumo	A	X		X
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		N	coquito; guazumo blanco	A	X		X
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth		N	llausa mora	A	X		X
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.		C		Ab			X
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.		N	palo balsa	A		X	X
<i>Pachira insignis</i> (Sw.) Sw. ex Savigny	cf.	N	huevo de toro	A	X		
<i>Pavonia oxyphyllaria</i> Donn. Sm.	aff.	N		Ab			X
<i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer		N	ajipa, ojoso, punero	A	X		
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand		N		A	X		
<i>Sida cordifolia</i> L.		N		H			X
<i>Sida rhombifolia</i> L.		N		H, Sa, Ab	X		X
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.		N	palo zapallo	A	X		
<i>Sterculia tessmannii</i> Mildbr.		N		A	X		
<i>Theobroma cacao</i> L.		N, C	cacao	At	X		X
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K. Schum.		C	copuasú	A			X
<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.		N		Sa, Ab			X
Marantaceae							
<i>Calathea chrysoleuca</i> (Poepp. & Endl.) Körn.		N		H	X		
<i>Calathea lateralis</i> (Ruiz & Pav.) Lindl.		N		H	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Thalia geniculata</i> L.		N		H		X	
Melastomataceae							
<i>Clidemia dentata</i> Pav. ex D. Don		N		Ab			X
<i>Miconia erioclada</i> Triana		N		Ab			X
<i>Miconia nervosa</i> (Sm.) Triana		N		Ab			X
<i>Miconia triplinervis</i> Ruiz & Pav.		N		Ab	X		X
<i>Tibouchina llanorum</i> Wurdack		N		Ab		X	
Meliaceae							
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.		N	cedro	A	X		X
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		N	trompillo	A	X		X
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.		N	trompillo	A	X		
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl		N	trompillo	A	X		
<i>Swietenia macrophylla</i> King		N, C	mara	A			X
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.		N	japunaki	A, At	X		
<i>Trichilia inaequilatera</i> T.D. Penn.		N	japunaki	A	X		
<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.		N	japunaki	A	X		
<i>Trichilia pallida</i> Sw.		N	japunaki	A	X		
<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.		N	japunaki	A	X		
<i>Trichilia</i> spp.1 OOP 1641		N	japunaki	A			
Menispermaceae							
<i>Abuta grandifolia</i> (Mart.) Sandwith		N		T, Ab, At	X		
<i>Anomospermum</i> sp. OOP 1591		N		T			
<i>Chondrodendron tomentosum</i> Ruiz & Pav.		N	curare	T	X		
<i>Cissampelos tropaeolifolia</i> DC.		N		T	X		X
<i>Disciphania heterophylla</i> Barneby	cf.	N		T			
<i>Odontocarya diplobotrya</i> Diels		N		T	X		X
<i>Odontocarya rusbyi</i> Barneby		N		T	X		X
Moraceae							
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.		C	yaca	A			X
<i>Batocarpus amazonicus</i> (Ducke) Fosberg		N		A	X		
<i>Batocarpus costaricensis</i> Standl. & L.O. Williams	cf.	N		A	X		
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber		N	mascajillo; moruré	A	X		
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.		N	mascajo	A	X		
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.		N	mascajo	A	X		
<i>Ficus coerulescens</i> (Rusby) Rossberg		N	bibosi	A, He	X		
<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.		N	bibosi	A, He	X		
<i>Ficus insipida</i> Willd.		N		A	X		
<i>Ficus matiziana</i> Dugand		N	bibosi	A, He	X		
<i>Ficus maxima</i> Mill.		N		A	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Formaciones boscosas	Formaciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Ficus paraensis</i> (Miq.) Miq.		N		A, He	X		
<i>Ficus pertusa</i> L. f.		N		A, He	X		X
<i>Ficus popenoei</i> Standl.		N		A, He	X		
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.		N	chichchico	A	X		X
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.		N	corocho	A	X		
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.		N	nuí	A	X		
<i>Sorocea briquetii</i> J.F. Macbr.	cf.	N		A	X		X
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C.C. Berg		N		A	X		
Muntingiaceae							
<i>Muntingia calabura</i> L.		N	uvilla	At, A	X		X
Musaceae							
<i>Musa × paradisiaca</i> L.		C	platano	H			X
<i>Musa acuminata</i> Colla		C	guineo	H			X
<i>Musa balbisiana</i> Colla		C	postre	H			X
Myristicaceae							
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.		N		A	X		
<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.		N	tarara negro	A	X		
<i>Virola sebifera</i> Aubl.		N	sangre de toro	A	X		
Myrtaceae							
<i>Calyptanthus</i> spp. SPS 256		N		A	X		
<i>Eugenia egensis</i> DC.	cf.	N		At	X		
<i>Eugenia flavescens</i> DC.		N	jaluti (en Coroico)	Ab, At	X		
<i>Eugenia patens</i> Poir.		N		A	X		
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh		C	arazaboy	Ab, At			X
<i>Eugenia uniflora</i> L.	cf.	N, C		Ab, At	X		
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	cf.	N		Ab, At	X		
<i>Myrcia paivae</i> O. Berg		N		Ab, At	X		
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	cf.	C	pimienta gorda	At			X
<i>Psidium guajava</i> L.		N	guayaba	At			X
Nyctaginaceae							
<i>Boerhavia diffusa</i> L.		N		H			X
<i>Bougainvillea modesta</i> Heimerl		E	limoncillo, comosi	A	X		
<i>Guapira boliviana</i> (Britton ex Rusby) Lundell	cf.	E		Ab	X		X
<i>Neea brittonii</i> Standl.	cf.	E		At	X		
Ochnaceae							
<i>Ouratea oblongifolia</i> Rusby	cf.	E		Ab	X		X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Onagraceae							
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven		N		H		X	X
<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H.Hara		N		H		X	X
Orchidaceae							
<i>Dichaea campanulata</i> C. Schweinf.		N		H, E	X		
<i>Ornithocephalus kruegeri</i> Rchb. f.		N		H, E	X		X
<i>Pleurothallis</i> sp.		N		H, E	X		
<i>Stelis</i> sp.		N		H, E	X		
Oxalidaceae							
<i>Averrhoa carambola</i> L.		C	carambola	A			X
<i>Oxalis barrelieri</i> L.		N		H, Sa			X
<i>Oxalis psoraleoides</i> Kunth		N		Sa, Ab			X
Passifloraceae							
<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	cf.	N		T	X		X
<i>Passiflora edulis</i> Sims		C	maracuyá	T			X
<i>Passiflora nigradenia</i> Rusby		E		T	X		X
<i>Passiflora vespertilio</i> L.	cf.	N		T	X		X
Phyllanthaceae							
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão		N		A	X		
<i>Phyllanthus niruri</i> L.		N		H			X
Phytolaccaceae							
<i>Gallsia integrifolia</i> (Spreng.) Harms		N	ajo ajo	A	X		X
<i>Hillieria latifolia</i> (Lam.) H. Walter		N		H			X
<i>Microtea debilis</i> Sw.		N		H	X		X
<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. Walter		N		T, Ab	X		X
Picramniaceae							
<i>Picramnia latifolia</i> Tul.		N		Ab, At	X		
Piperaceae							
<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) Kunth		N		H, E	X		
<i>Peperomia serpens</i> (Sw.) Loudon		N		H, E	X		
<i>Piper aduncum</i> L.		N		Ab, At	X		X
<i>Piper bangii</i> C. DC.		E		Ab	X		
<i>Piper callosum</i> Ruiz & Pav.		N		H, Sa	X		X
<i>Piper catractarum</i> Trel.		N		Ab, At	X		
<i>Piper lehmannianum</i> (Miq.) C. DC.		N		Ab	X		
<i>Piper peltatum</i> L.		N		H, Sa, Ab	X		X
<i>Piper reticulatum</i> L.		N		Ab, At	X		
<i>Piper secundum</i> Ruiz & Pav.		N		Ab	X		
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.		N	matico	Ab, At	X		X
<i>Piper tucumanum</i> C. DC.		N	matico	A	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Poaceae							
<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy		N		H			X
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.		N		H			X
<i>Coix lacryma-jobi</i> L.		T		H		X	X
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf		T, C	hierba luisa	H			X
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		T	patas de gallo	H			X
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler		N		H			X
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link		T		H			X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.		T	patas de gallo	H			X
<i>Guadua weberbaueri</i> Pilg.	cf.	N	charo, caña brava	A	X		X
<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P.Beauv.		N		H		X	X
<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase		N		H, Ab, T	X		X
<i>Leptochloa virgata</i> (L.) P. Beauv.		N		H			X
<i>Olyra latifolia</i> L.		N		H	X		X
<i>Opismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.		N		H	X		X
<i>Panicum grande</i> Hitchc. & Chas		N		H		X	
<i>Panicum polygonatum</i> Schrad.		N		H			X
<i>Panicum trichoides</i> Sw.		N		H			X
<i>Pariana gracilis</i> Döll		N		H	X		X
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius		N		H			X
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.		N		H			X
<i>Paspalum notatum</i> Flügge		N		H			X
<i>Paspalum paniculatum</i> L.		N		H			X
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach		T	Pasto elefante	H			X
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton		T	rogelia	H			X
<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf		T		H			X
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.		T		H			X
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster		T		H			X
Polygonaceae							
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	cf.	N	palo santo macho	A	X		
<i>Coccoloba peruviana</i> Lindau		N		A	X		
<i>Coccoloba warmingii</i> Meisn.	cf.	N		A	X		
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.		N		H		X	
<i>Triplaris americana</i> L.		N	palo santo	At, A	X		
<i>Triplaris poeppigiana</i> Wedd.		N		A	X		

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleracea</i> L.		T		H			X
Primulaceae							
<i>Clavija nutans</i> (Vell.) B. Ståhl	cf.	N		At	X		X
<i>Stylogyne ardisioides</i> (Kunth) Mez		N	limoreo	A	X		
Putranjivaceae							
<i>Drypetes amazonica</i> Steyerl.		N	naranjillo	A	X		
<i>Drypetes brevipedicellata</i> Zenteno Ruiz & A. Fuentes		E		A	X		
Rhamnaceae							
<i>Gouania latifolia</i> Reissek	cf.	N		T	X		X
Rubiaceae							
<i>Alibertia claviflora</i> K. Schum.		N		A	X		
<i>Borreria remota</i> (Lam.) Bacigalupo & E.L. Cabral		N		H			X
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke		N		A	X		
<i>Chimarrhis hookeri</i> K. Schum.		N		A	X		
<i>Chomelia paniculata</i> (Bartl. ex DC.) Steyerl.		N		A	X		
<i>Coffea arabica</i> L.		C	café	At			X
<i>Coussarea platyphylla</i> Müll. Arg.		N		Ab, At	X		
<i>Faramea anisocalyx</i> Poepp. & Endl.		N		Ab, At	X		
<i>Faramea tamberlikiana</i> Müll. Arg.		N		Ab, At, A	X		
<i>Genipa americana</i> L.		N	manzana del monte	A	X	X	X
<i>Geophila macropoda</i> (Ruiz & Pav.) DC.		N		H	X		X
<i>Hamelia axilaris</i> Sw.		N		Ab	X		
<i>Hamelia patens</i> Jacq.		N		Ab	X		X
<i>Palicourea triphylla</i> DC.	aff.	N		Ab	X		X
<i>Psychotria viridis</i> Ruiz & Pav.	cf.	N		Ab	X		X
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.		N		Ab	X		X
<i>Randia calycina</i> Cham.	cf.	N		Ab	X		X
<i>Rudgea</i> spp. 1 SPS 567		N		Ab	X		
Rutaceae							
<i>Angostura longiflora</i> (K. Krause) Kallunki		N		Ab, At	X		
<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.		C	naranja	At			X
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	cf.	C	mandarina	At			X
<i>Erythrochiton fallax</i> Kallunki		N		Ab	X		
<i>Toxosiphon macropodus</i> (K. Krause) Kallunki		N		Ab, At	X		
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	cf.	N		A	X		X
<i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain	CF.	N	sarza parilla	A	X		X
<i>Zanthoxylum sprucei</i> Engl.	cf.	N		A	X		X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Sabiaceae							
<i>Meliosma glabrata</i> (Liebm.) Urb.	cf.	N		A	X		
Salicaceae							
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.		N		A	X		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		N		A	X		
<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth		N	malva	A	X		
<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.		N	blanquillo	At, A	X		
Sapindaceae							
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.		N		Ab, At	X		
<i>Allophylus punctatus</i> (Poepp.) Radlk.)		N		A	X		
<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.		N		T	X		X
<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	cf.	N	Sama	A	X		X
<i>Nephelium lappaceum</i> L.		C	rambutan	A			X
<i>Paullinia alata</i> (Ruiz & Pav.) G.Don		N		T	X		X
<i>Paullinia cuneata</i> Radlk.		N		T	X		X
<i>Paullinia elegans</i> Cambess.		N		T	X		X
<i>Sapindus saponaria</i> L.		N	sululo	A	X		
<i>Serjania deltoidea</i> Radlk.		N		T	X		X
<i>Serjania nutans</i> Poepp.		N		T	X		X
<i>Serjania rubicaulis</i> Benth. ex Radlk.		N		T	X		X
<i>Talisia hexaphylla</i> Vahl		N	pitón	A	X		X
<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth		N		T	X		X
Sapotaceae							
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.		N	aguay	A	X		
<i>Chrysophyllum revolutum</i> Mart. & Eichler		N		A	X		
<i>Chrysophyllum sparsiflorum</i> Klotzsch ex Miq.	cf.	N		A	X		X
<i>Chrysophyllum</i> vel. sp. nov.		N		A	X		
<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.	cf.	N	sapito	A	X		
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	cf.	N	lujma	A	X		
<i>Pouteria nemorosa</i> Baehni		N		A	X		
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.		N		A	X		
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma	cf.	N		A	X		
Siparunaceae							
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		N	pera de monte	A	X		
Smilacaceae							
<i>Smilax febrifuga</i> Kunth		N	zarzaparrilla	T	X		X
<i>Smilax flavicaulis</i> Rusby		N		T	X		X
<i>Smilax fluminensis</i> Steud.	cf.	N		T	X		X
<i>Smilax goyazana</i> A. DC.	cf.	N		T	X		X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones riberañas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
Solanaceae							
<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.	cf.	N		A	X		X
<i>Cestrum reflexum</i> Sendtn.		N		T, Ab	X		X
<i>Cestrum strigillatum</i> Ruiz & Pav.		N		Ab	X		X
<i>Lycianthes asarifolia</i> (Kunth & Bouché) Bitter		N	oreja de mono, motojobobo	H	X		X
<i>Nicotiana plumbaginifolia</i> Viv.		N		H			X
<i>Physalis angulata</i> L.		N		H			X
<i>Physalis pubescens</i> L.		N		H			X
<i>Solanum acutilobum</i> Dunal		N		Ab			X
<i>Solanum americanum</i> Mill.		N		H			X
<i>Solanum appressum</i> K.E. Roe		N		Ab			X
<i>Solanum betaceum</i> Cav.		N, C	tomate de árbol	Ab			X
<i>Solanum caricaefolium</i> Rusby		N		Ab			X
<i>Solanum haematocladum</i> Dunal		N		Ab			X
<i>Solanum lindenii</i> Rusby		N		Ab, At			X
<i>Solanum mite</i> Ruiz & Pav.		N		H, Sa	X		X
<i>Solanum riparium</i> Pers.		N		At	X		X
<i>Solanum sessile</i> Ruiz & Pav.		N		Ab			X
<i>Solanum suaveolens</i> Kunth & C.D. Bouché		N		H			X
<i>Solanum tenuisetosum</i> (Bitter) Bohs		N		Ab	X		X
<i>Solanum wrightii</i> Benth.		N		A			X
Talinaceae							
<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.		N		H			X
Ulmaceae							
<i>Ampelocera ruizii</i> Klotzsch		N	ajipa	A	X		
Urticaceae							
<i>Cecropia concolor</i> Willd.		N	ambaibo	A	X		X
<i>Cecropia membranacea</i> Trécul		N	ambaibo	A	X		X
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	cf.	N	ambaibo	A	X		X
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew		T		H			X
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.		N	itapallo macho	Ab, At	X		X
<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.		N	itapallo macho	At	X		X
<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.		N		H	X		X
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.		N	uvilla	A	X		
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.		N	itapallo	Ab, At, A	X		X
<i>Urera capitata</i> Wedd.	aff.	N	itapallo	A	X		X

Especie	Det status	Origen	Nombre Común	Forma de Vida	Forma- ciones boscosas	Forma- ciones ribereñas y curiches	Vegetación abierta y/o antrópica pastizales, cultivos)
<i>Urera laciniata</i> Wedd.		N	itapallo	H, Sa, Ab, At	X		X
<i>Urera simplex</i> Wedd.	cf.	N		T, Sa, Ab, At, A			X
Verbenaceae							
<i>Bouchea fluminensis</i> (Vell.) Moldenke		N		H, Sa			X
<i>Lantana trifolia</i> L.		N		H			X
<i>Lantana horrida</i> Kunth		N		Ab			X
<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.		N		H			X
Violaceae							
<i>Leonía crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández		N	huevo de perro	A	X		
<i>Pombalia attenuata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Paula-Souza		N		H			X
Vitaceae							
<i>Cissus surinamensis</i> Desc.		N		T	X		X
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis		N		T	X		X
Zingiberaceae							
<i>Curcuma longa</i> L.		C	palillo	H			X
<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig		T		H		X	X
<i>Renealmia breviscapa</i> Poepp. & Endl.		N		H	X		
<i>Renealmia thyrsoides</i> (Ruiz & Pav.) Poepp. & Endl.		N		H	X		
<i>Zingiber officinale</i> Roscoe		C	jengibre	H			X

CAPÍTULO 5

Árboles en el Bosque de Sara Ana

Oscar Plata, Renate Seidel & Stephan Beck

1. Características generales

Los bosques albergan buena parte de la diversidad biológica y juegan un papel fundamental en los ciclos del agua y del carbono y, por ello, en la regulación del clima de la tierra. A su vez, reducen el riesgo de derrumbes e inundaciones; evitan la erosión reteniendo el suelo fértil y son una importante fuente de ingresos ofreciéndonos madera, alimentos, medicamentos y muchos otros recursos naturales, sin olvidar que estos “montes” son hogar de multitud de animales.

Los bosques del Alto Beni son un conjunto de bosques del suroeste de la amazonia con influencia de la flora yungueña, distribuidos en las primeras estribaciones de serranías bajas y de colinas del subandino inferior. Generalmente los que se extienden por debajo de 900 - 1.200 m s.n.m., según las zonas, incluyen dos sistemas ecológicos condicionados por la estacionalidad de las precipitaciones (Navarro 2011). Sin embargo tomando en cuenta las especies que presentan actualmente en Sara Ana, se los puede clasificar como un bosque siempreverde estacional subandino del suroeste de la Amazonía. Esto lo demuestra la combinación general de especies de *Aspidosperma rigidum*, *Astrocaryum gratum*, *Cavanillesia hylogeiton*, *Drypetes amazonica*, *Duguetia spixiana*, *Guarea macrophylla*, *Iriartea deltoidea*, *Leonia crassa*, *Lunania parviflora*, *Pentaplaris davidsmithii*, *Poulsenia armata*, *Pseudolmedia laevis*, *Ruizodendron ovale*, *Terminalia amazonia*, *T. oblonga*, *Tetragastris altissima*, entre otras (Navarro 2011). Por

otro lado, Ibisich *et al.* (2003), consideran bosques amazónicos a todos los que se encuentran en la cuenca amazónica, que son mayormente siempreverdes y que albergan elementos biogeográficos característicos de la Amazonía. Señalan que la ecoregión Sudoeste de la Amazonía, es conjuntamente con los Yungas, una de las más complejas y más ricas en especies de plantas y animales del país. Además, indican que entre los géneros de árboles importantes en el área de estudio se encuentran *Acalypha*, *Alchornea*, *Guatteria*, *Inga*, *Nectandra*, *Persea*, *Solanum* y *Trichilia*.

Para evaluar la composición de árboles del bosque se han realizado diferentes inventarios florísticos dentro y en regiones cercanas a Sara Ana. Éstos utilizaron el método de las parcelas permanentes de muestreo (PPM) de una hectárea, donde se toma en cuenta árboles y lianas a partir de un diámetro de 10 cm a la altura de 1,3 m (Campbell 1989; citado por Seidel 1995, Adler & Synott 1992, BOLFOR 1999). Este método es considerado como uno de los mejores instrumentos para la investigación y manejo en los bosques naturales tropicales (Brenes 1990) y su adopción fue acordada en el taller internacional a nivel latinoamericano realizado en 1991 en la Estación Biológica Beni (borrador del taller no publicado). Los estudios fueron realizados por Smith & Killeen (1998) en la serranía de Pílon Lajas, por Seidel (1995) en la Serranía de Marimonos en Alto Beni, y diferentes estudios en el Parque Madidi, como por ejemplo los de Bascopé & Jørgensen (2005), Cabrera-Condarco (2005), De la Quintana (2005) y Choque (2007).

Considerando que el estudio de la flora y la caracterización del bosque en esta región no están aún completo, el establecimiento de parcelas permanentes es el primer paso para conocer y entender los procesos ecológicos y lograr un manejo exitoso de estos bosques. Una primera presentación sobre las parcelas instaladas en Sara Ana fue publicado por Campos *et al.* (2010).

2. Estructura y composición del bosque de Sara Ana

El bosque en Sara Ana presenta cuatro estratos principales: el dosel de una altura alrededor de 15 a 20 m con algunos emergentes hasta unos 35 m (Figura1); el subdosel con árboles menores a 15 m; el sotobosque con árboles hasta unos 10 m y debajo, un estrato herbáceo generalmente ralo.

El estrato alto, o dosel, es más o menos cerrado con una cobertura estimada del 65%. Allí encontramos prácticamente todas las especies

mencionadas en la tabla 2 como las más frecuentes. Además en lugares donde se han abierto claros por derrumbes o vientos fuertes, algunas especies que desarrollan el bosque secundario, como *Cestrum racemosum* y *Cecropia concolor*, encuentran la posibilidad de establecerse. Son árboles de desarrollo rápido, pero de corta vida.

Encima del dosel hay árboles emergentes dispersos, que alcanzan hasta unos 35 m de altura, donde encontramos por ejemplo *Pentaplaris davidsmithii* ("ajipa"), *Iriartea deltoidea* ("copa"), *Pseudolmedia laevis* ("nui"), *Myroxylon balsamum* ("quina quina"), *Hura crepitans* ("ochó o soliman"), *Clarisia racemosa* y *C. biflora*, *Terminalia oblonga* ("kara kara") y *T. amazonia* ("verdolago"), *Eriotheca globosa*, *Pseudobombax septenatum*, *Swartzia jorori* ("jorori"), *Poincianella pluviosa* ("momoqui"), *Celtis schippii* ("ojoso negro"), *Sapindus saponaria* ("sululo"), *Sloanea fragrans* ("cabeza de mono"), *Poulsenia armata* ("corocho"), *Drypetes amazónica* ("naranjillo") y varias otras especies menos frecuentes. Además formaba parte de este estrato *Swietenia macrophylla* ("mara").

En el subdosel, los árboles no llegan a estar expuestos a plena luz. Se encuentran árboles juveniles de las especies mencionadas en el estrato más alto y especies que generalmente no llegan a la altura del dosel como *Astrocaryum gratum* ("chonta"), *Attalea princeps* ("motacu"), *Sarcaulus brasiliensis*, *Triplaris americana*, *Protium rhynchophyllum*, *Guarea macrophylla*, *Duguetia spixiana*, *Talisia hexaphylla*, *Trichilia inaequilatera*, *Bactris gasipaes* ("chima") y *Neea brittonii*.

En el sotobosque, con una cobertura estimada de 20 %, hay árboles bajos menores a 10 m. Se encuentran, además de individuos juveniles, árboles que generalmente no crecen altos como *Leonia crassa* ("huevo de peta"), *Annona montana*, *Abuta grandifolia*, *Lunania parviflora*, diferentes especies de *Allophylus*, *Haydenia urbaniana*, *Brasiliopuntia brasiliensis*, *Trophis caucana*, *Myriocarpa longipes*, *Urera baccifera*, *U. laciniata* y *Piper tucumanum* y varias especies de mirtáceas.

El estrato herbáceo cuenta con varias plántulas de árboles, arbustos, trepadoras, aparte de una diversidad de hierbas terrestres, epifitas, hemiepifitas y helechos (ver capítulo 3 Unidades de vegetación).

Los lugares donde todavía se encuentra bosque tienen una topografía mayormente accidentada, en algunos sectores con ondulaciones frecuentes, crestas y antiguos senderos. El área que está en cercanías al campamento, presenta pequeñas depresiones o lugares estacionalmente inundables. Por otro lado, en la cima de lomas edáficamente más secas encontramos la presencia de una especie de cactus arbóreo *Brasiliopuntia brasiliensis*.

En el año 2009 ocurrió una tormenta con vientos fuertes que generó la caída de árboles afectando aproximadamente media hectárea, generando claros y lugares abiertos donde se evidenció el establecimiento de especies pioneras de crecimiento rápido y vida corta, pertenecientes a géneros como *Urera*, *Myriocarpa*, *Solanum*, *Cestrum*, entre otros.

3. Composición y riqueza de familias y especies de árboles

Los árboles encontrados en el bosque de Sara Ana en un estudio realizado en 4 ha pertenecen a unas 50 diferentes familias y casi 200 especies. Las familias con mayor abundancia (número de individuos) son las palmeras (Arecaceae), malváceas, moráceas, leguminosas (Fabaceae), meliáceas, y polygonáceas y las familias con mayor riqueza (número) de especies son leguminosas, moráceas, malváceas, rubiáceas, meliáceas, mirtáceas, palmeras, sapotáceas, polygonáceas, sapindáceas, anonáceas, urticáceas, euforbiáceas, lauráceas y apocináceas (Tabla 1). Las especies más frecuentes se presentan en la tabla 2. Estos ejemplos corresponden a un estudio realizado en Sara Ana y los valores presentados podrían variar en otras localidades.

Tabla 1
Familias botánicas con mayor número de individuos (abundancia) y el respectivo número de especies (los números se refieren a un estudio realizado en 4 ha)

Familias	Número de individuos	Número de especies
Arecaceae	278	8
Malvaceae	149	13
Moraceae	141	15
Fabaceae	136	31
Meliaceae	124	9
Polygonaceae	100	6
Sapindaceae	77	6
Annonaceae	76	6
Sapotaceae	71	7
Urticaceae	59	5
Cannabaceae	57	2
Nyctaginaceae	57	2
Burseraceae	47	3
Violaceae	45	1
Putranjivaceae	45	2

Familias	Número de individuos	Número de especies
Euphorbiaceae	44	5
Elaeocarpaceae	39	1
Salicaceae	36	4
Lauraceae	33	5
Rubiaceae	21	13
Combretaceae	19	2
Ulmaceae	18	1
Caricaceae	17	1
Myrtaceae	15	9
Erythrolpalaceae	14	1
Cactaceae	13	1
Apocynaceae	13	5

A continuación se da algunas características de las familias y los árboles más frecuentes en el bosque de Sara Ana. Para mayor detalle se puede revisar la Guía de Árboles de Bolivia (Killeen *et al.* 1993) y la Guía de Especies Forestales del Alto Beni (PIAF-El Ceibo s/año) y A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Gentry, 1993). Acerca de las palmeras bolivianas se puede consultar varias publicaciones de M. Moraes, p. ej. Flora de palmeras de Bolivia (2004) y Actualización de la lista de especies nativas de Arecaceae para Bolivia (2020). Mayores detalles sobre las características morfológicas y la terminología utilizada se presentan en el anexo 1. Por otro lado, en el capítulo 4 relativo a Plantas Vasculares, se presenta la lista completa de especies de árboles registradas en Sara Ana.

Tabla 2
Especies de árboles más frecuentes en el bosque
(el número de individuos se refieren a un estudio realizado en 4 ha)
Cada especie se nombra con su familia respectiva entre paréntesis
en base al catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia (Jørgensen *et al.* 2014)

Especies (Familia)	Número de individuos
<i>Astrocaryum gratum</i> F. Kahn & B. Millán (Arecaceae)	194
<i>Celtis schippii</i> Standl. (Cannabaceae)	57
<i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer (Malvaceae)	55
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr. (Moraceae)	49
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma (Sapotaceae)	48
<i>Triplaris americana</i> L. (Polygonaceae)	46
<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández (Violaceae)	45

Especies (Familia)	Número de individuos
<i>Drypetes amazonica</i> Steyererm. (Putranjivaceae)	44
<i>Duguetia spixiana</i> Mart. (Annonaceae)	40
<i>Sloanea fragrans</i> Rusby (Elaeocarpaceae)	39
<i>Talisia hexaphylla</i> Vahl (Sapindaceae)	38
<i>Neea brittonii</i> Standl. (Nyctaginaceae)	37
<i>Protium rhynchophyllum</i> (Rusby) Daly (Burseraceae)	36
<i>Trichillia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC. (Meliaceae)	36
<i>Croton pachypodus</i> G.L. Webster (Euphorbiaceae)	35
<i>Trichillia inaequilatera</i> T.D. Penn. (Meliaceae)	30
<i>Attalea princeps</i> Mart. (Arecaceae)	28
<i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees (Lauraceae)	27
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl (Meliaceae)	27
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart. (Urticaceae)	25
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav. (Moraceae)	23
<i>Allophylus</i> spp.1 OOP 1847 (Sapindaceae)	23
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms (Fabaceae)	22
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav. (Moraceae)	22

Las **palmeras (Arecaceae)**, son plantas monocotiledóneas, pueden ser arbustivas o hasta trepadoras. Las aquí mencionadas son de porte arbóreo, con troncos lisos, por ejemplo en la “copa” (*Iriarte deltoidea*) o cubiertos con bases foliares como en el caso del “motacú” (*Attalea princeps*) o con espinas en la “chonta” (*Astrocaryum gratum*). La base del tronco puede estar provista con raíces adventicias densas (*Iriarte deltoidea*) o abiertas en la “pachubilla” (*Socratea exorrhiza*). Los frutos drupáceos sirven generalmente como alimento para varios animales y muchas veces son aprovechados como alimento, por ejemplo los del “majo” (*Oenocarpus bataua*), de la “chima” (*Bactris gasipaes*), del “motacú” (*Attalea princeps*). De varias especies se puede aprovechar también el palmito, por ejemplo del “asai” (*Euterpe longivaginata*), también de la “chima” (Figura 2).

Las **malváceas (Malvaceae)**, antes fueron mayormente plantas herbáceas y arbustivas. Con el nuevo sistema del APG (ver capítulo plantas vasculares) incorporaron las familias antes consideradas como bombacáceas, esterculiáceas y tiliáceas. Éstas actualmente están parcialmente reflejadas como subfamilias. Varios de los géneros encontrados en el bosque de Sara Ana pertenecen a la subfamilia Bombacoideae. Frecuentemente son árboles muy altos y varios tienen una parte del tronco engrosado como “barriga”. Pertenecen a esta familia especies arbóreas como “ceiba”, “mapajo”, “flor de mayo” con hojas compuestas

digitadas (*Ceiba* spp., *Pseudobombax septenatum*), el “morono” (*Cavanillesia hylogeiton*) con el tronco de corteza lisa, que se despliega como papel y también con “barriga” hinchada; el “palo balsa” (*Ochroma pyramidale*) con madera esponjosa muy liviana, creciendo mayormente en vegetación secundaria, con flores grandes blancas erectas encima del follaje en junio. A otras subfamilias pertenecen por ejemplo el “cacao” (*Theobroma cacao*), los “sujo” o “palo zapallo” (*Sterculia* spp.); la “ajipa” (*Pentaplaris davidsmithii*), es la especie más frecuente de las malváceas que recién fue descrita científicamente en el año 1999; la “llauza mora” (*Heliocarpus popayanensis*) cuyo corteza puede ser usada como sogá y el “coquito” (*Guazuma ulmifolia*). Ver figura 3.

Las **moráceas (Moraceae)** familia a la que pertenecen p.ej. los higos o el “bibosi” (*Ficus* spp.) de los cuales hay varias especies en Sara Ana, son árboles generalmente con hojas enteras alternas y savia lechosa, blanca a beige, a veces acuosa, prácticamente en toda la planta. Varios de los *Ficus* spp., son hemiepifitas y conocidos también como “matapalo” porque pueden germinar sobre otros árboles y al crecer lo envuelven hasta desarrollar un árbol a veces de tamaño muy grande en diámetro y altura; con este crecimiento estrangulan al árbol que servía como soporte, pero en realidad absorben el agua y los nutrientes por sus raíces. Varias especies cuentan con frutos comestibles e importantes en la dieta de la fauna del bosque. La especie más frecuentemente encontrada de esta familia es el “nui” (*Pseudolmedia laevis*) que cuenta con frutos comestibles, tiene una savia lechosa “café con leche” de color beis. Los “mascajos” (*Clarisia racemosa* y *C. biflora*) tienen látex blanco y es llamativa su corteza rojiza, muchas veces visible también en las raíces gruesas y superficiales (Figura 4).

La familia **Fabaceae, o “leguminosas”** aparte de muchas plantas herbáceas y arbustivas, muchas de ellas cultivadas, tiene un gran número de especies de árboles. La mayoría de las especies de las leguminosas poseen bacterias fijadoras de nitrógeno en sus raíces que permiten la asimilación del nitrógeno atmosférico, logrando una fertilización de la planta y del suelo con este elemento importante. Las hojas son mayormente trifolioladas, pinnadas o bipinnadas, generalmente alternas con la excepción de muy pocas especies como p. ej. *Platymiscium* spp, con hojas opuestas. La madera de *Myroxylon balsamum*, “quina quina”, es muy utilizada para machimbre, llega a ser un árbol alto del dosel o hasta emergente. El “momoqui” (*Poincianella pluviosa*) también es un árbol alto del dosel que cuenta con una madera dura apropiada para postes y otros materiales de construcción. Algunas especies como *Pterocarpus*

amazonum “palo batán”, *Swartzia jorori* “jorori” presentan una resina roja y pegajosa (figura 5). Una descripción más detallada de las leguminosas presentes en Sara Ana puede consultarse en el capítulo 7.

La familia de las **meliáceas (Meliaceae)**, cuyo representante más famoso es la “mara” (*Swietenia macrophylla*), una madera muy apreciada para muebles y otros. También por su acabado fino y la facilidad de procesarla, es muy utilizada para la construcción de canoas por los mosetenes (com.pers. Dario Chairiqui). La mara fue muy explotada con la invasión de los madereros a partir de los años 1960 y ya no se ha podido encontrar individuos en el bosque de Sara Ana. El mismo destino posiblemente pasó con las especies de “cedro” (*Cedrela* spp.). Actualmente hay una reforestación en los sistemas agroforestales del ensayo de Sara Ana con “mara”. Otras especies de esta familia pertenecen al género *Trichilia*, con hojas pinnadas y los folíolos generalmente alternos; y al género *Guarea*, igualmente con hojas pinnadas pero con los folíolos opuestos. En la mayoría de las especies continúan creciendo y desarrollándose más folíolos en la punta del raquis.

Las **poligonáceas (Polygonaceae)** son frecuentes. En primer lugar observamos el género *Triplaris*, donde la más frecuente y más conocida es *T. americana*, llamada “palo santo” o “palo diablo”, por las hormigas alojadas en los internodios (entrenudos) huecos de su tronco, las que salen a defender el árbol contra enemigos y lo limpian de epífitas y lianas.

Los árboles de la familia **sapindáceas (Sapindaceae)** tienen hojas trifolioladas o pinnadas. Una característica frecuente de las hojas pinnadas es que al final del raquis presentan una “punta abortada” chueca. Están representados en primer lugar por el “pitón”, *Talisia hexaphylla*, con hojas pinnadas, y frecuentemente hay especies de *Allophylus*, con hojas trifolioladas. Generalmente son árboles bajos del sotobosque.

Las **rubiáceas (Rubiaceae)** tienen siempre hojas simples, enteras, opuestas y en la base del peciolo cuentan con estípulas. Son generalmente arbustos o arbolitos, pero hay también algunas especies que alcanzan tamaños mayores como el “bi”, *Genipa americana* o varias especies de *Chimarrhis*.

Las **mirtáceas (Myrtaceae)** son generalmente arbolitos pequeños, tienen hojas simples enteras opuestas y no tienen estípulas. Frecuentemente se puede notar, con una lupa, en la lámina de las hojas pequeños puntos translúcidos. Son aromáticas y existen varias especies cultivadas con frutos comestibles.

Las **anonáceas (Annonaceae)**, familia de la chirimoya y de la guanábana, son generalmente árboles pequeños a medianos. Las hojas

son simples, enteras, dispuestas en un solo plano (dísticas), la corteza se desprende al jalar en tiras. La especie más frecuente, “chirimoya del monte” *Duguetia spixiana*, tiene pequeñas escamas en el envés de las hojas. Su fruto se asemeja a una chirimoya espinosa y dura.

Entre las **sapotáceas (Sapotaceae)** encontramos árboles medianos a grandes. Sus hojas son alternas, simples, enteras y sin estípulas. Frecuentemente se puede notar en la corteza del tronco y ramas o al sacar hojas, una savia de color blanca a crema, que a veces tarda en salir. La especie más frecuente en Sara Ana es el *Sarcaulus brasiliensis* con las hojas en un plano. Hay también especies con frutos comestibles como *Pouteria macrophylla*.

Las **urticáceas (Urticaceae)** son en primer lugar los “itapallos” con pelos urticantes, característica presente en varios de los géneros y especies, en árboles se observa especialmente en el género *Urera*. Actualmente están en esta familia también los *Cecropia* spp., “ambaibo”, árboles generalmente con anillos horizontales en el tronco y una copa abierta, a veces con raíces zancudas. Sus flores y frutos pequeños están dispuestos sobre espigas digitadas, que se vuelven carnosas al madurar. Son árboles típicos de los barbechos jóvenes donde crecen con mucha rapidez, formando en pocos años un bosque secundario. En el bosque maduro solamente pueden crecer en claros grandes. La especie más frecuente de esta familia en el bosque de Sara Ana, *Pourouma cecropiifolia* “uvilla”, es típica del bosque. Las hojas son parecidas a las del “ambaibo”. Sus frutos son drupas en racimos colgantes y comestibles.

De la familia **cannabáceas (Cannabaceae)** es muy frecuente la especie *Celtis schippii* “ojoso negro”, llamado así por las fibras oscuras que se ven como puntos negros al cortar la corteza. Las hojas son simples, alternas, enteras, trinervadas y ligeramente asimétricas en la base.

De la familia **nyctagináceas (Nyctaginaceae)** está muy conocida la planta ornamental trepadora la “buganvilia” o “santa Rita”. En el bosque de Sara Ana encontramos su pariente, *Bougainvillea modesta*, creciendo como árbol bajo, con hojas simples alternas ramas con espinas y las flores poco llamativas con brácteas de color amarillento pálido. Otra especie es *Neea brittonii*, un arbolito bajo hasta mediano. Las dos especies son consideradas endémicas de Bolivia.

De la familia **burseráceas (Burseraceae)** contamos con dos especies de “isigo” *Protium* spp., con hojas pinnadas con los folíolos opuestos con peciolulos engrosados en el ápice. Tienen una resina aromática. Otra especie es *Tetragastris altissima*, con hojas pinnadas largas y la base del peciolo engrosado. Llega a ser árbol grande.

La única especie de las **violáceas (Violaceae)** entre los árboles del bosque de Sara Ana es *Leonia crassa*, “huevo de perro”, un árbol pequeño a mediano con hojas simples, alternas, enteras y grandes. Las inflorescencias se desarrollan en el tronco y ramas gruesas, los frutos esféricos duros.

4. Usos actuales y potenciales de los árboles encontrados en los bosques de Sara Ana

La información sobre el uso potencial de los árboles presentes en Sara Ana proviene principalmente del conocimiento de guías locales, entrevistas informales y revisión bibliográfica (Hinojosa 1991, Seidel 1995, Vargas 1996, PIAF s/año, Blum 2011). Muchas de las especies presentan múltiples usos. El registro de las categorías sobre el uso potencial de especies más representativas está basado en las costumbres y tradiciones de varias comunidades humanas, y a través del conocimiento individual, son transmitidas de generación en generación por migrantes de zonas altas y bajas. Se diferenciaron cinco categorías principales de uso: alimenticio, construcción, medicinal, combustible, importancia ecológica, además de una categoría de otros usos (Tabla 3).

Las especies alimenticias ofrecen productos como frutos y raíces, además de otras partes vegetales (hojas, tallos). Estos recursos alimenticios sirven tanto al ser humano como a la fauna silvestre. Algunas especies como: *Garcinia gardneriana* (achachairú), *Spondias mombin* (cedrillo), *Annona montana* (chirimoya de monte), *Attalea princeps* (motacú), *Bactris gasipaes* (chima) y *Guazuma ulmifolia* (coquito) brindan frutos consumibles.

Existen varias especies en las que se usa el tronco, hojas y ramas como material de **construcción** de casas y cercos. Por ejemplo: *Celtis schippii* (ojoso negro), *Clarisia biflora* (mascajo), *Iriarte deltoidea* (copa), *Aspidosperma rigidum* (gabetillo), *Terminalia oblonga* (verdolago amarillo), *Ochroma pyramidale* (**balsa**), entre otras.

Las especies medicinales se constituyen entre los grupos más importantes para la zona. Entre ellas se registran *Aspidosperma rigidum* (gabetillo) que se puede utilizar para curar los riñones; *Clarisia biflora* (mascajo) resina usada como cataplasma para las heridas; *Gallesia integrifolia* (ajo ajo) para el control de parásitos y *Cecropia concolor* (ambaibo) para tratar la bronquitis, entre otras.

En la **categoría combustible**, se incluye a todas las especies utilizadas como leña, para cocinar o alumbrar. La fuente de energía más importante es la leña (cualquier planta leñosa), preferentemente se busca especies de

fácil combustión y las especies más utilizadas son: *Duguetia spixiana* (chirimoya de monte), *Inga* spp. (pacay) y *Talisia hexaphylla* (pitón), entre otros.

En la categoría de **ecológicas** se incluyen algunas especies que cumplen funciones destacadas en el ecosistema. Se incluye en este grupo a las utilizadas en el manejo de sistemas agroforestales, como en el caso de *Inga* spp. (pacay), *Ceiba speciosa* (flor de mayo) y otras que se constituyen en alimento de la fauna silvestre como *Astrocaryum gratum* (chonta), *Protium puncticulatum* (isigo) y *Jacaratia digitata* (papaya de monte).

Por otro lado, en **otros usos** se incluyen todas las especies que presentan usos que no están incluidos en las categorías anteriores. Por ejemplo, especies para confeccionar sogas, tinte, detergente, entre otros (Tabla 3).

Tabla 3
Uso actual y potencial de especies encontradas en los bosques de Sara Ana,
señalando los usos más comunes contrastados con algunas referencias bibliográficas

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	cuta		x					Construcción, carpintería exterior e interior, ebanistería, enchapado, decorativo, escultura y otros.	4
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	cedrillo	x	x					Los frutos son utilizados localmente para la elaboración de refrescos. Construcción en general.	2, 3, 4
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfad.	chirimoya del monte	x						Alimenticio, fruto comestible	1, 3
Annonaceae	<i>Duguetia spixiana</i> Mart.	chirimoya del monte		x		x		x	La madera es utilizada localmente en la construcción de viviendas rústicas por su buena duración, amarres y también empleada como combustible.	2, 4
Annonaceae	<i>Oxandra espinosa</i> (Spruce ex Benth.) Baill.			x					Construcción de casas rústicas, también para remos de canoas y otros.	4
Annonaceae	<i>Porcelia ponderosa</i> (Rusby) Rusby	Huevo de potro		x					Localmente utilizada en cajonería, revestimiento de interiores, carpintería, encofrados, chapas y muebles en general.	4
Apocynaceae	<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll. Arg.	gabetillo		x				x	Construcción, para mango de hacha, también para postes y como adorno.	1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	gabetillo		x	x	x			Construcción, para mango de hacha, también para postes y como adorno.	4
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	guitarrero		x					Construcción, carpintería interior, molduras, contrachapeado, cerillas, embalaje de cajas juguetes, lápices, palillos de mondadientes.	4

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Arecaceae	<i>Astrocaryum gratum</i> F. Kahn & B. Millán	chonta	x	x			x		Los frutos son alimento de animales silvestres. Alimenticio, el palmito es nutritivo. Construcción, el tronco es muy utilizado para postes para casa, cercos, como astillas en lonjas para tablas para parquet, sócalos y otros.	1, 3, 5
Arecaceae	<i>Attalea princeps</i> Mart.	motacú	x	x	x			x	Construcción: techado de casas, canastones, sombreros, con la hoja tierna elaboran escobas. El tronco recién tumbado es refugio del coleóptero bulco (son más grandes que los tuyo tuyo que se crían en el majo); las larvas son grandes y de uso nutricional y medicinal contra tuberculosis, anemia; Alimenticio, palmito, fruto con mucha proteína. Medicinal para quemaduras, mejora la cicatrización, por otro lado el aceite de motacú también para tratamiento de cabello	1, 2, 3
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	chima	x	x	x				Construcción, tronco sirve para cercos y tablas de parquets, por otro lado para tenedores, cucharas en general utensilios para cocina. Alimenticio: fruto comestible, también sacan aceite, pero en poca cantidad. Medicinal: la raíz cura el mal de orín.	1, 2, 3, 5, 6
Arecaceae	<i>Euterpe longivaginata</i> Mart.	asaí	x		x			x	Medicinal: la raíz cura los pulmones y la anemia. Otros: flor aromática para perfumes.	1, 2, 6
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	copa	x	x					Construcción: tronco para cercos y tablas para parquets. Alimenticio: palmito.	1, 5
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	majo	x	x					Construcción: hoja para el techo, escoba; tronco cortado para criar tuyo tuyo. No sirve para postes porque no tiene la dureza de la copa o la chonta. Alimenticio: palmito, del fruto se hace leche.	1, 3
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	pachubilla		x					Construcción, tronco para cercos, pero no es muy buscado, porque es muy delgado.	1, 5
Burseraceae	<i>Protium puncticulatum</i> J.F. Macbr.	isigo	x				x		Construcción: maderable para muebles (es fina, no entra polilla). Frutos para animales silvestres.	1
Burseraceae	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	isigo		x					Construcción: en la fabricación de muebles, entarimados, escaleras, parquet, construcción pesada y otros.	4
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Palo maria		x					Construcción: madera para muebles (igual que el gabú), para parquet, en el pasado fabricaban canoa y ruedas para carretones.	1, 4

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	hojoso negro	x	x					La madera preservada es apta para carpintería de interior, construcciones livianas, la corteza interna puede ser utilizada como cuerda para amarres, frutos comestibles.	4
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	pulimora						x	Corteza usada como fibra	5
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	papaya del monte	x		x		x	x	El tronco sirve para criar coleópteros (bulco), de los que se puede comer las larvas. Los frutos son alimentos para animales del monte, medicinal: para la fiebre.	1, 6
Celastraceae	<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C. Sm.	guapomó del monte	x		x			x	Medicinal: arteriosclerosis, afrodisíaca que estimula la potencia masculina, además regula el azúcar de la sangre.	4
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella triandra</i> Sw.	coloradillo		x					Construcción para encofrados.	2
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	achachairú	x	x					Alimenticio, fruto comestible. Madera para construcciones rústicas.	1, 2, 3, 4
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	verdolago		x				x	Construcción, en general fácil de procesar mecánicamente, carpintería pisos, parquet escalones, mangos de herramienta, tornería y otros.	2, 4
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	verdolago amarillo		x					Localmente es considerada como una madera alternativa, es empleada en la fabricación de muebles, chapas, artículos deportivos, cajonería y construcción en general.	2, 4
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby	cabeza de mono	x	x					Apta para vigas, mangos de herramientas, construcciones civiles parquetaría y machimbre.	4, 5
Erythrolpaceae	<i>Heisteria nitida</i> Engl.	itauba negra		x					Construcción: para encofrados.	5
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	ochoó, soléman		x	x			x	Construcción: madera no muy fina sirve para encofrados. Los mosetones usaban la leche para marear los peces y poder pescarlos más fácil, la leche al cortar es sumamente ulcerante, hay que cortar con cuidado.	1, 5
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	leche leche		x					Construcción: encofrados, cajonería su duración en usos exteriores es menor a un año.	4
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Vilca blanca		x					Construcción: madera para encofrado (como el ochoó)	1
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.			x					La madera es utilizada localmente para la construcción rústica, algunas veces en carpintería.	4
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook			x				x	Construcción: madera se usa últimamente para muebles, además son árboles ornamentales	1

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Fabaceae	<i>Inga coruscans</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	pacay				x			Combustible, buena leña.	1
Fabaceae	<i>Inga expansa</i> Rusby	pacay	x						Alimenticio, fruto comestible.	1, 5
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	pacay	x						Alimenticio, fruto comestible.	1
Fabaceae	<i>Machaerium pilosum</i> Benth.	cari cari			X				Medicinal la resina alivia heridas de la boca.	5
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	quina quina		x					Construcción, madera fina (muy similar al momoqui)	1, 3, 4
Fabaceae	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	momoqui		x					Construcción: madera muy buena, para postes, muebles (mesas, patas, mango de hacha, martillos), parquet, madera durable, también para carrocerías.	1, 4
Fabaceae	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff	palo batán		x					Construcción: para la fabricación de mangos para herramientas, estructuras livianas, obras de carpintería, ebanistería y embalajes.	4
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	toco		x					Construcción: madera para la elaboración de venetas	1
Fabaceae	<i>Swartzia jorori</i> Harms	Jorori		x					Construcción: entarimado, ebanistería, instrumentos de música, decoración, objetos deportivos.	1, 4
Lauraceae	<i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees			x					Construcción: maderable para muebles.	2
Lauraceae	<i>Nectandra maynensis</i> Mez	laurel		x					Construcción: maderable para muebles (propenso a que entre insectos)	1, 2
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	laurel		x					Utilizada en carpintería interior decoraciones y construcción con un buen acabado superficial.	4
Malvaceae	<i>Cavanillesia hylogeiton</i> Ulbr.	moroño		x					Por las características de su madera empleada en la fabricación de aviones pequeños, maquetas, fabricación de palitos de fósforo. En Alto Beni todavía no se trabaja con este tipo de madera.	4
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Flor de mayo		x				x	Utilizada en la ornamentación de plazas y avenidas, la fibra se emplea para la fabricación de flotadores chalecos salvavidas, sacos de dormir y cinturones de seguridad.	4
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	coquito	x	x		x		x	Madera es utilizada localmente en la construcción rústica (puntales y cajones) combustible, frutos son comestibles, el carbón excelente para la fabricación de pólvora, corteza empleada para la elaboración de cuerdas, especie forrajera y melífera.	4
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	llaufa mora		x					Construcción: sirve la corteza como mora	1

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	palo balsa		x					Construcción: madera liviana para multiuso (como plastroformo, balsas y otros)	1, 2
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer	ajipa		x					Construcción: para listones, muy buena madera (porque no son muy gruesos), mueblería, carrocerías y otros.	1, 2, 4
Malvaceae	<i>Sterculia tessmannii</i> Mildbr.	palo zapallo		x					Construcción: madera (igual que el ochó)	1
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss. Search in The Plant List	trompillo			x				Medicinal: corteza para abortar	6
Meliaceae	<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	japunaki		x	x				Construcción: carpintería, escaleras, entarimados.	4
Menispermaceae	<i>Abuta grandifolia</i> (Mart.) Sandwith		x						Alimenticio: frutos comestibles	1, 2, 5
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	mascajo	x	x	x				Construcción: para postes (pero no tan durables)	1, 2, 4
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	mascajo	x	x				x	Construcción: para postes (pero no tan durables) Localmente se usa para construcción de puentes, embarcaciones, carpintería interior decorados, torneados postes, parquet y otros.	1, 3, 4, 5
Moraceae	<i>Ficus coerulescens</i> (Rusby) Rossberg	bibosi		x					Construcción: en la carpintería, obras del interior, en casa rústicas.	4
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	bibosi		x	x				Construcción: apta para la carpintería interior contrachapados, embalaje ligero, molduras torno y encofrados.	2, 4
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	bibosi			x				Medicinal, corteza como venda para fracturas, para tomar hay que hacer hervir la corteza.	1
Moraceae	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	corocho		x				x	La corteza fue usada para ropa, ahora se usa para disfraces y máscaras, la madera se utiliza en carpintería, encofrados, cajonería chapas, embalajes y elaboración de juguetería, por su bajo peso y alta porosidad se puede emplear como aislante de ruidos y de calor en las construcciones.	1, 4, 5
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	nui	x	x	x	x			Construcción: carpintería interior mueblería decorativo con barniz se muestra brillante, también utilizada en construcciones civiles pesadas, puentes envases pesados, puntales, pilones.	2, 4, 5
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	sangre de toro		x					Construcción: madera de segunda.	1
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	ajo ajo	x	x	x				Construcción: madera no tan fina. Medicinal las hojas para controlar parásitos (externo), la corteza y hojas cura el pitai.	1, 3, 4, 6

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Alimenticio	Construcción	Medicinal	Combustible	Ecológicas	Otros	Descripción	Fuentes
Picramniaceae	<i>Picramnia latifolia</i> Tul.							x	Uso como especie tintórea	5
Piperaceae	<i>Piper tucumanum</i> C. DC.	matico			x			x	Maticos en general, su ceniza como insecticida, también para hacer jabón, la hoja es abortivo	1, 2, 5
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	palo santo, palo diablo		x	x				Medicinal, hojas para baños para fiebres, corteza y hojas para el sarampión. Maderable pero tiene poca duración	1, 5, 6
Polygonaceae	<i>Triplaris</i> spp.1 OOP 1710	palo santo macho		x					Construcción: troncos usados eventualmente, pero no muy durables.	1
Primulaceae	<i>Stylogyne ardisioides</i> (Kunth) Mez	limoero	x						Alimenticio, fruto comestible.	5
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	manzana brasilera, Bi	x		x				Medicinal, corteza para evitar el aborto.	3, 6
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		x						Alimenticio, fruto comestible.	5
Salicaceae	<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.	blanquillo		x					Construcción: madera de segunda.	5
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	sululu			x	x		x	En el pasado los frutos lo usaban para lavar, como jabón. Medicinal, frutos para el tratamiento de las carachas.	1, 2, 6
Sapindaceae	<i>Talisia hexaphylla</i> Vahl	pitón	x	x		x			Alimenticio, frutos comestibles, madera es utilizada para construcción de viviendas rústicas, mangos de herramientas y como combustible.	4
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma		x	x					Alimenticio: frutos comestibles. Su madera es empleada para implementos agrícolas vehículos construcciones de botes y otros.	4
Urticaceae	<i>Cecropia concolor</i> Willd.	ambaibo			x		x		Medicinal, hojas en infusión bueno para los bronquios y frutos comida para los animales.	1, 3
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	uvilla	x			x			Alimenticio, fruto comestible.	2
Urticaceae	<i>Urera capitata</i> Wedd.	itapallo	x		x				Medicinal y se puede comer las hojas, son muy nutritivas	1
Urticaceae	<i>Urera laciniata</i> Wedd.				x				Se usa para el dolor de cabeza y de cuerpo y para el puchichi.	5
Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández	huevo de perro		x	x				Construcción rustica y como combustible, madera alternativa, con un buen acabado fácil de cortar y cepillar.	4, 5

Fuente: 1. durante los trabajos realizados en Sara Ana mediante el conocimiento de guías locales: Juan Macuri y Eduardo Quispe. 2. Seidel 1995, 3. Blum 2011, 4. PIAF s/año, 5. Hinojosa 1991. 6. Vargas 1996.

5. Estado de conservación

a. Amenazas

Según Altamirano *et al.* (2015) los bosques en Tierras Bajas y Yungas de Bolivia ocupaban cerca de 46,8 millones de hectáreas hasta 2010, representando el 45 % de la superficie del país. Estos bosques se distribuyen en función de la altitud, bioclima, suelos, fisiografía y geomorfología. Estas variantes junto con las relaciones fitogeográficas y la ubicación geográfica determinan los tipos de bosques existentes en Bolivia. La diferenciación de ecorregiones, zonas biogeográficas, sistemas ecológicos y series de vegetación (Altamirano *et al.* 2015), muestran diferentes enfoques de clasificación y agrupación de los bosques. En Bolivia más de 1,8 millones de hectáreas se deforestaron en diez años, entre (2000-2010) principalmente para su conversión a tierras agrícolas (FAN 2016). De acuerdo al Global Forest Watch Bolivia del 2002 al 2019 Bolivia perdió 2,74 Mha de bosque primario húmedo, lo que representa el 49% de su cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo, en 2019 perdió 290.000 ha.

La situación actual indica que las principales causas para la conversión de bosques en Bolivia, son la ganadería, la agricultura mecanizada y los incendios forestales; sin embargo, la extracción selectiva de recursos forestales maderables y no maderables y otras formas de aprovechamiento, han contribuido a reducir las poblaciones silvestres de flora y fauna. De hecho, algunas leyes recientemente promulgadas como la Ley No 337 Apoyo a la producción de Alimentos y Restitución de Bosques, legaliza áreas deforestadas durante los periodos 1996-2011 y promueve la restitución de bosques en un 10% del área afectada.

La deforestación en Alto Beni tiene su inicio en la década de los 1960, con la aplicación de las políticas de colonización, mediante asentamientos dirigidos por el Instituto Nacional de Colonización a razón de 12 a 15 hectáreas por colonizador, para convertirlos en tierras agrícolas y así justificar la tenencia de la tierra (PIAF s/año). Esta actividad ocasionó muchas veces, deslizamientos, degradación de suelos, alteraciones en las variaciones climáticas. Asimismo, en la década del 70, por el desconocimiento de las funciones de los bosques, se instalaron aserraderos estratégicos para extraer gran parte de los recursos maderables valiosos como mara (*Swietenia macrophylla*), cedro colorado (*Cedrela fissilis*), roble (*Amburana cearensis*) hasta entonces abundantes en esta región (PIAF s/

año; Mostacedo *et al.* 2003). Con la Ley Forestal N° 1700 aprobada en 1996, se visualiza la necesidad de valorizar nuestros bosques, tomando en cuenta todos sus componentes, lo mismo que sus funciones y beneficios económicos, así como las del ecosistema (PIAF s/año). La presión actual responde a la extracción de madera y que ha dejado una marcada huella, como se observa en los alrededores de Sara Ana.

Al respecto, el caso de Alto Beni es particular, debido a que la mayor parte de su superficie presenta actividad agrícola mediante el manejo de sistemas agroforestales, de importancia nacional para la soberanía alimentaria. Así, en una primera fase se debe rescatar las prioridades que se han identificado en estos espacios de conservación, producto de varios años de trabajo de diferentes investigaciones en la zona. Posteriormente, se identifican intereses locales de protección. Como se ha mencionado, la región del Alto Beni es reconocida por su alta diversidad biológica, tanto a nivel de ecosistemas como de especies. Reforzar las acciones de gestión integral de estos ecosistemas es fundamental ya que muchas especies se encuentran en diferentes grados de amenaza o pueden ser endémicas de la región, principalmente en serranías. La triste realidad es que, como gran parte de las especies son muy raras y se conocen solamente de una sola observación, existe un alto riesgo de que desaparezcan con la deforestación (Turner 1996). En este sentido, se estima que más de 50 % de especies arbóreas se encuentran en algún grado de amenaza por la expansión agrícola y la extracción para el aprovechamiento de la madera.

Se debe reconocer que Alto Beni constituye un área prioritaria para incrementar la conservación de especies forestales maderables y no maderable mediante el manejo de sistemas agroforestales, debido a la presencia de cultivo por semilla de especies maderables valiosas como son: mara (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela fissilis*), roble (*Amburana cearensis*) y huasicucho (*Centrolobium microchaete*).

b. Especies amenazadas

El estudio realizado en los bosques de Sara Ana reportó la presencia de algunas especies arbóreas que se encuentran en algún grado de amenaza de acuerdo a las listas de especies amenazadas actualizada por el libro Rojo de las especies amenazadas de tierras bajas de Bolivia (Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020) y la lista oficial de la UICN versión 2012 (Tabla 4).

Tabla 4
Especies amenazadas registradas y no registradas en el bosque de Sara Ana

Nombre Científico	Categoría de Amenaza	Fuente	Sara Ana
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Brosimum guianense</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Clarisia racemosa</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Euterpe longivaginata</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Handroanthus serratifolius</i>	En Peligro	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Hura crepitans</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Inga expansa</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Myroxylon balsamum</i>	En Peligro	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Poulsenia armata</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Pouteria bangii</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Sweetia fruticosa</i>	Vulnerable	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Terminalia amazonia</i>	Casi Amenazado	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
<i>Terminalia oblonga</i>	Casi Amenazado	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	Registrado
Especies amenazadas no registradas			
<i>Amburana cearensis</i>	En Peligro	UICN 2013/ Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Preocupación Menor/ Vulnerable	UICN 2013/ Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	
<i>Cedrela fissilis</i>	En Peligro/Vulnerable	UICN 2013/ Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	
<i>Swietenia macrophylla</i>	Vulnerable/En Peligro	UICN 2013/ Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	
<i>Centrolobium microchaete</i>	En Peligro	Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2020	

De acuerdo al conocimiento de la vegetación en Alto Beni se mencionan algunas especies con algún grado de amenaza local en la categoría vulnerable (VU), no registradas en la tabla 4 como el caso de *Aspidosperma*

rigidum (gabetillo), *Oenocarpus bataua* (majo), *Calophyllum brasiliense* (palo maría). Estas especies y las de la tabla 4 están amenazadas debido a la expansión de la frontera agrícola, disminución de sus poblaciones, aprovechamiento selectivo de los árboles de mayor tamaño, escasa regeneración natural y susceptible a deforestación ya que muchos árboles crecen normalmente en bosques relativamente bien conservados (Figura 6).

En el caso de *Swietenia macrophylla* (mara) y *Cedrela fissilis* (cedro), *Centrolobium microchaete* (huasicucho) y *Amburana cearensis* (roble), especies consideradas en peligro (EN) por las amenazas locales como la expansión agrícola y caminos vecinales, además están muy amenazadas por sobre explotación debido a su valor comercial, considerada crítica en la industria maderera boliviana (Rivera 2011). La acción de conservación es la protección y manejo adecuado del hábitat, control y regulación de la extracción de estas maderas, realizar estudios poblacionales, programas de sensibilización y educación y creación de áreas protegidas en zonas aun con alto valor de conservación.

Bibliografía

- Adler, D. & T.J. Synott. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Tropical Forestry Papers No. 25, Oxford Forestry Institute, Oxford. 124 p.
- Altamirano, S., M. Quintanilla, M. Atahuachi & M. Zarate. 2015. Bosque. Pp 115-121. En: Fundación Amigos de la Naturaleza. Atlas Socioambiental de las Tierras bajas y Yungas de Bolivia. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Bascopé, F.S. & P.M. Jørgensen 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. Ecología en Bolivia 40(3): 365-379.
- Blum, M. 2011. Las Parcelas familiares de las comunidades interculturales del Alto Beni: una propuesta técnica para la soberanía alimentaria y reducir el Cambio Climático en Bolivia. Documento de trabajo Fundación Renace.
- BOLFOR - PROMABOSQUE 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia.
- Brenes, G. 1990. Notas curso de silvicultura del bosque natural. Programa de licenciatura en Silvicultura Tropical. Dpto. Ing. Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 20 p.

- Cabrera-Condarco, W.H. 2005. Diversidad florística de un bosque montano en los Andes tropicales del noreste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 380-395.
- Campos, C., S. Paredes, N. Chapi & R. Seidel. 2010. Evaluación de la vegetación arbórea del bosque de Sara Ana. En: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López & N. Nagashiro, 2010 (Eds.). "Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología". Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 p.
- Choque, D. 2007. Composición florística y el uso tradicional de las especies de plantas leñosas en el bosque seco del PN y ANMI Madidi. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.
- De la Quintana D. 2005. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 418-442.
- FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza). 2016. Atlas Socioambiental de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia (2a edición). Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gentry, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). Conservation International, Washington, D.C. 895 p.
- Hinojosa, I. 1991. Plantas utilizadas por los Mosestenes de Santa Ana. Tesis de Licenciatura de Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Ibisch, P.L., S. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. 47-50, 75-76 pp. En: Ibisch, P. L. & G. Mérida (eds). Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck. (eds.) 2014. Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 127(1-2): i-viii, 1-1744. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Killeen, T.J., E. García E. & S.G. Beck (eds.) 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 958 pp.
- Meneses, R.I. & S. Beck. 2005. Especies Amenazadas de la Flora de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia. La Paz.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2020. Libro Rojo de Plantas Amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia. Santa Cruz. 620 p.

- Moraes, M. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés. Plural Editores. La Paz. 262 p.
- Moraes, M. 2015. Actualización de la lista de especies nativas de Arecaceae para Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 8(1): 17-26.
- Mostacedo, B., J. Justiniano, M. Toledo & T. Fredericksen 2003. Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia (2da Edición- versión revisada, corregida y mejorada). BOLFOR/IBIF (Ed.). Santa Cruz, Bolivia. 245 p.
- Navarro, G. 2011. Clasificación de la Vegetación de Bolivia. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra. 713 p.
- PIAF (Proyecto de investigación agroecológica y forestal - El Ceibo) s/año. Guía de especies forestales del Alto Beni. PIAF-El Ceibo. Bolivia. 196 p.
- Rivera, M.O. 2011. Primera aproximación a un inventario de Unidades Ecoregionales Amenazadas en Bolivia. Liga de Defensa del Medio Ambiente - LIDEMA. La Paz. 309 p.
- Seidel, R. 1995. Inventario de árboles en tres parcelas de bosque primario en la serranía de Marimonos Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 1-35.
- Smith, D.N. & T.J. Killeen 1998. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the serrania Pilón Lajas, Beni, Bolivia. En: F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.): *Forest Biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean*. MAB series Vol. 21, UNESCO, Paris. Pp 681-700.
- Turner, I.M. 1996. "Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence", *Journal of Applied Ecology* 33: 200-202.
- UICN. 2013. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Vargas, L. 1996. Etnobotánica de las Plantas Medicinales de los Mosetenes que viven en la Comunidad de Muchanes. Tesis de Licenciatura de Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.



Figura 1: Vista del campamento Sara Ana con los bosques de la zona donde se puede notar los árboles que forman el dosel a mediana altura y varios árboles emergentes con la copa saliendo varios metros encima del dosel. Foto O. Plata.



Figura 2: Vista de: (A y B) hojas y tronco de *Astrocaryum gratum*. (C) base del tronco de *Iriartea deltoidea*. (D y E) hojas y frutos de *Attalea princeps*. (F) *Euterpe longivaginata*. Fotos: O. Plata.

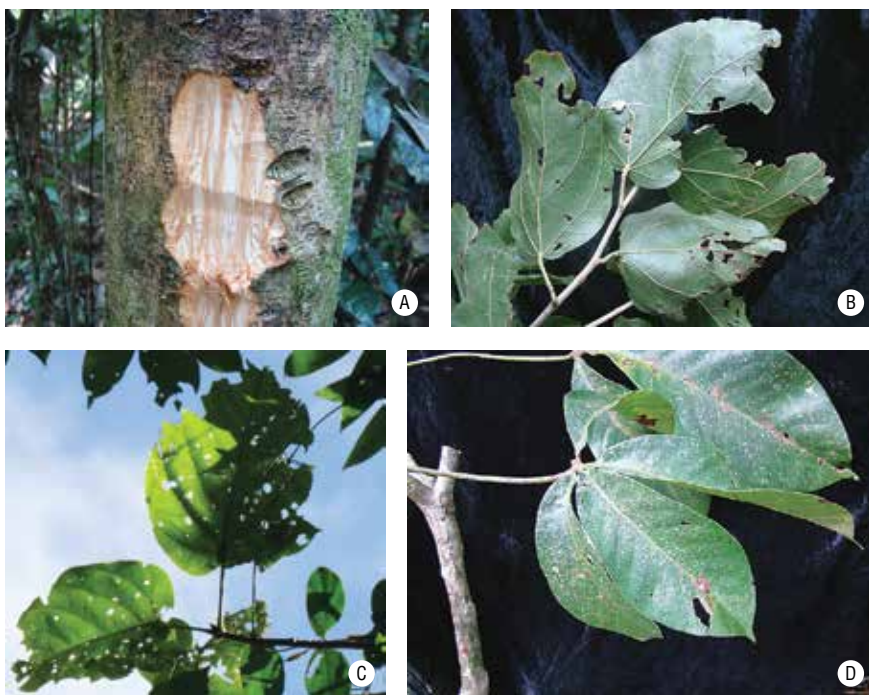


Figura 3: Vista de: (A y B) hojas y tronco de *Pentaplaris davidsmithii*. (C) hojas de *Cavanillesia hylogeiton*. (D) *Pseudobombax septenatum*. Fotos: O. Plata.

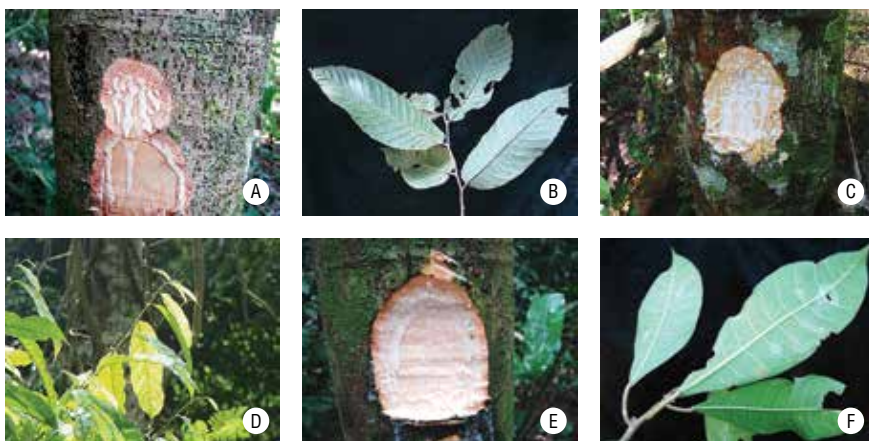


Figura 4: Vista de: (A y B) hojas y tronco de *Pseudolmedia laevis*. (C y D) *Clarisia biflora*. (E y F) *Ficus maxima*. Fotos: O. Plata.



Figura 5: Vista del tronco y resina: (A) *Swartzia jorori*. (B) *Pterocarpus amazonum*. Fotos: O. Plata.

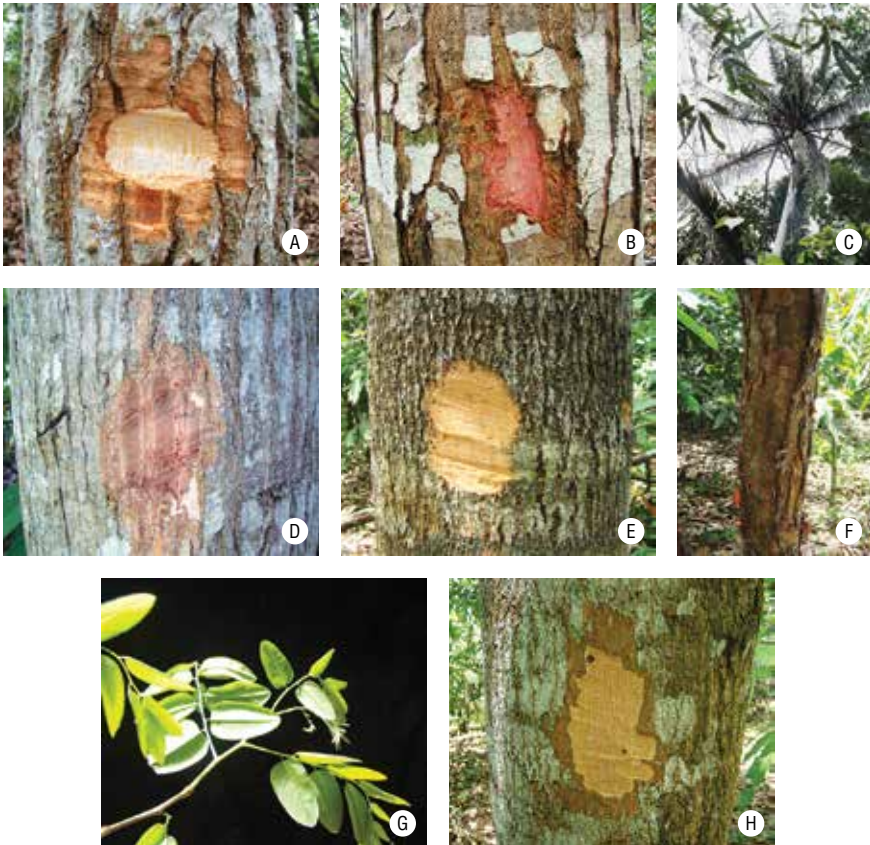


Figura 6: Especies amenazadas encontradas y no encontradas* en los bosques de Sara Ana (A) *Cedrela fissilis*, (B) *Swietenia macrophylla* *, (C) *Euterpe longivaginata*, (D) *Centrolobium microchaete* *, (E) *Myroxylon balsamum*, (F y G) *Amburana cearensis* *, (H) *Hymenaea courbaril* *. Fotos: O. Plata.

ANEXO

Características morfológicas sobresalientes para el reconocimiento de los árboles del bosque de Sara Ana

En la sistemática y taxonomía de las plantas angiospermas los principales criterios utilizados para determinar la familia se fundan en los órganos generativos, las flores y los frutos. Lastimosamente los bosques tropicales rara vez presentan estos órganos o están fuera del alcance, por la altura de los árboles. Existen numerosas características morfológicas de órganos vegetativos muy útiles para clasificar especies.

Alwyn Gentry (1945-1993) el gran botánico de las plantas tropicales elaboró una excelente guía de campo para las familias y los géneros de plantas leñosas (Gentry 1993). Él presenta claves basadas en criterios vegetativos, que pueden ser observados durante casi todo el año, que pueden aplicarse a las especies de los bosques de Sara Ana. Otro aporte importante es la “Guía de especies forestales del Alto Beni” (PIAF s/año). Esta obra valiosa con colaboración del Herbario Nacional de Bolivia describe 83 especies de árboles con sus nombres comunes, científicos, provee varias características vegetativas y datos respecto época de floración, producción de semillas, pero también de sus preferencias ambientales y de uso de la madera.

Durante los trabajos de reconocimiento de los árboles de Sara Ana fueron observadas y descritas varias características de crecimiento, como tipo de raíces sobresalientes en la base del tronco (tablares, también llamados aletones, fulcreos o zancudos), estructura, color, olor de la corteza, color de los exudados, tamaño y forma de las hojas etc. del tronco, aparte de datos sobre tamaño, diámetro, tipo de copa etc. Mostramos algunas de estas características sobresalientes presentes en las especies de árboles de Sara Ana. Estas características fáciles de reconocer en el campo fueron presentadas por Gentry (1993) y permiten caracterizar las especies siguiendo dos tipos principales de aspectos morfológicos, aparte de exudados, que hay que observar en el campo:

- Tipo de hojas
- Tipo de troncos

1. Tipo de hojas de los árboles

Los criterios iniciales para diferenciar las especies son según Gentry (1993):

- Hojas simples y alternas.
- Hojas simples y opuestas.
- Hojas compuestas y alternas.
- Hojas compuestas y opuestas.

Partiendo de estos 4 grandes grupos, se presenta una multitud de otros criterios para llegar aún con material estéril hasta familias y géneros.

Presentamos las familias típicas de estos 4 grupos, con ejemplos de especies presentes en Sara Ana:

- **Hojas simples alternas:** formadas por una sola lámina, también llamada limbo, es el grupo más común y más diverso.
Entre ellas tenemos a las siguientes familias representativas:
 - Elaeocarpaceae: *Sloanea fragrans* (cabeza de mono), figura 7A.
 - Euphorbiaceae: *Acalypha*, *Croton*, *Sapium* (leche leche).
 - Malvaceae: *Cavanillesia hylogeiton* (moroño) Figura 7B, *Ochroma pyramidale* (balsa).
 - Moraceae: *Clarisia racemosa* (mascajo), *Ficus* spp. (bibosi, ojé, matapalo), *Poulsenia armata* (corocho).
 - Myristicaceae: *Virola sebifera* (sangre de toro).
 - Polygonaceae: *Coccoloba mollis* (Figura 7C), *Triplaris americana* (palo diablo).
- **Hojas simples opuestas**
 - Apocynaceae: *Tabernaemontana cymosa*.
 - Myrtaceae: *Eugenia egensis* (Figura 7E), *Myrcia fallax* (Figura 7 F), *Psidium guajava* (guayaba).
 - Rubiaceae: *Coffea arabica* (café), *Genipa americana* (bi).
- **Hojas compuestas y alternas**
 - **Hojas pinnadas** (con uno o varios ejes principales donde se encuentran los foliolos):
 - Fabaceae: *Albizia niopoides* (vilca, toco macho), *Inga* spp. (pachay). *Poincianella pluviosa* (momoqui), *Senegalia* spp. (vilca), *Sweetia fruticosa*, *Amburana cearensis* (roble).
 - Meliaceae: *Guarea* spp. (Trompillo), *Trichilia elegans* (japunaki).

– **Hojas palmaticompuestas:**

- o Caricaceae: *Jacaratia digitata* (papaya de monte), Figura 7G.
- o Malvaceae: *Pseudobombax septenatum* (Figura 7I), Sterculia spp. (Figura 7H).
- o Urticaceae: *Cecropia* spp.

• **Hojas compuestas y opuestas:**

- Bignoniaceae: *Handroanthus impetiginosus* (tajibo).
- Fabaceae: *Platymiscium pinnatum* (tarara).
- Anacardiaceae: *Spondias mombin* (cedrillo).

2. Estructuras llamativas del tronco, de la corteza y de su base

Aguijones (espinas epidérmicas): En árboles jóvenes duros y filosos, luego desaparecen por ejemplo en *Ceiba speciosa* “flor de mayo” (Malvaceae) (Figura 10D), *Poulsemia armata* “corocho” (Moraceae) con espinas o agujones en las ramas y en las hojas en el nervio principal y a veces en los nervios secundarios, con marcas anilladas en las ramas por las estipulas. Muy conocidas son los agujones en *Hura crepitans* “Ochoo” (Euphorbiaceae).

Espinas (modificaciones de ramas, hojas, estipulas etc.): Raras en los bosques húmedos, se presentan en el cactus arbóreo, *Brasiliopuntia brasiliensis* con un tronco con areolas anchas y espinas delgadas puntiagudas (Figura 10A), también en *Randia* (Rubiaceae).

Pelos rígidos urticantes: *Cecropia* algunas especies, *Urera* de Urticaceae.

Corteza defoliante: Sale como papel delgado en *Amburana cearensis* “roble” (Fabaceae), *Cavanillesia hylogeiton* “moroño” (Malvaceae).

Corteza en placas: Sale con edad avanzada como por ejemplo *Terminalia oblonga* “kara kara o verdolago amarillo” (Combretaceae).

Raíces zancudas (fúlcreas): la base del tronco tiene un cono de varias raíces zancudas densamente dispuestas de hasta 1 m de altura, por ejemplo en la palmera *Iriarteia deltoidea* (copa) (Figura 10C); otra palmera *Socratea exorrhiza* (pachiubilla), se caracteriza por un tronco elevado sobre un cono de raíces zancudas abiertas hasta 2 m; en *Cecropia concolor* (ambaibo) las raíces zancudas son asimétricas de hasta 70 cm, con una corteza externa lisa anillada (anillos muy remarcados) (Figuras 10E, 10F).

Aletones: Numerosas especies muestran estas raíces tablares en la base del tronco como por ejemplo varias especies de *Ficus* “bibosi, ojé”, *Poulsenia armata* “corocho” (Moraceae) (Figura 10B), *Swartzia jojori* “jojori” (Fabaceae).

Otras características: El tronco de *Celtis schippii*, al realizar cortes de la corteza interna se muestra estrías (o fibras) negras, en *Drypetes amazonica* (naranjillo) la corteza interna claramente reconocible de color naranja, *Poulsenia armata* (corocho) con espinas o aguijones en las ramas en el nervio principal y a veces en los nervios secundarios, con marcas anilladas en las ramas por las estipulas, *Ceiba speciosa* (flor de mayo) árboles jóvenes con aguijones duros y filosos que luego desaparecen, además encontramos al cactus arbóreo *Brasiliopuntia brasiliensis* con un tronco con areolas anchas y espinas delgadas puntiagudas (Figura 10A).

3. Presencia de exudados

Otra de las características sobresalientes es la presencia de exudados procedentes de secreciones en árboles vivos, que fluyen naturalmente o por incisión de la corteza denominados látex o resina, donde el látex es una suspensión lechosa blanquecina compuesta de algunas grasa, ceras y diversas resinas gomosas, es frecuentemente blanco aunque puede presentar tonos anaranjados rojizos o amarillentos dependiendo de la especie, las resinas son productos de oxidación de varios aceites esenciales y son muy complejas y variadas en su composición química.

Asimismo, entre las especies encontradas con **látex blanco** tenemos entre las familias a las especies; Apocynaceae *Tabernaemontana cymosa* (leche leche) látex bastante fluida (Figuras 8A, 8B). En Euphorbiaceae *Sapium marmieri* (leche leche) al cortar emerge rápidamente látex blanco en gran cantidad (Figuras 8C, 8D). En Moraceae *Brosimum guianense* (moruré) con látex blanco lechoso-amarillento (Figuras 8E, 8F), *Clarisia biflora* (mascajo) (Figuras 7D, 8I y 8J), *C. racemosa* (mascajo) con abundante látex blanco que se vuelve marrón claro y un poco elástico al aire (Figuras 8K, 8L), *Ficus obtusifolia*, (bibosi), *Ficus coerulescens* (Figuras 8M, 8N), *Ficus máxima* (Figura 8V, 8W), *Ficus* spp., con látex blanco raramente transparente, *Maclura tinctoria* **látex blanco a cremoso**, *Poulsenia armata* (corocho) látex blanco-amarillento acuoso con la consistencia de chicle al secar (Figuras 8Ñ, 8O), *Pseudolmedia laevis* látex blanco-crema-marrón (Figuras 8G, 8H), *Trophis caucana*

látex blanco acuoso la corteza interna blanca se oxida a color café (Figuras 8P, 8Q). En Sapotaceae *Pouteria macrophylla* (Figuras 8R, 8S), *Sarcaulus brasiliensis* látex no es muy fluida tarda en salir inicialmente en gotas (Figura 8T, 8U).

Asimismo, encontramos especies leñosas con exudados de diferentes colores como por ejemplo, especies con **exudados amarillentos** como *Garcinia gardneriana* (achachairú), un amarillo intenso de azufre (Figuras 9A, 9B) y de *Symphonia globulifera* (no presente en las parcelas), **resina roja y pegajosa** (como sangre) como los encontrados en algunas especies de la familia Fabaceae; conocidos como *Pterocarpus amazonum* (palo batan) (Figuras 9E, 9F), *Swartzia jorori* (jorori) (Figuras 9C, 9D), entre otros, y especies con abundante savia rojiza acuosa en *Virola sebifera* (sangre de toro) (Figuras 9I, 9J) y *Virola peruviana* (Figuras 9G, 9H).

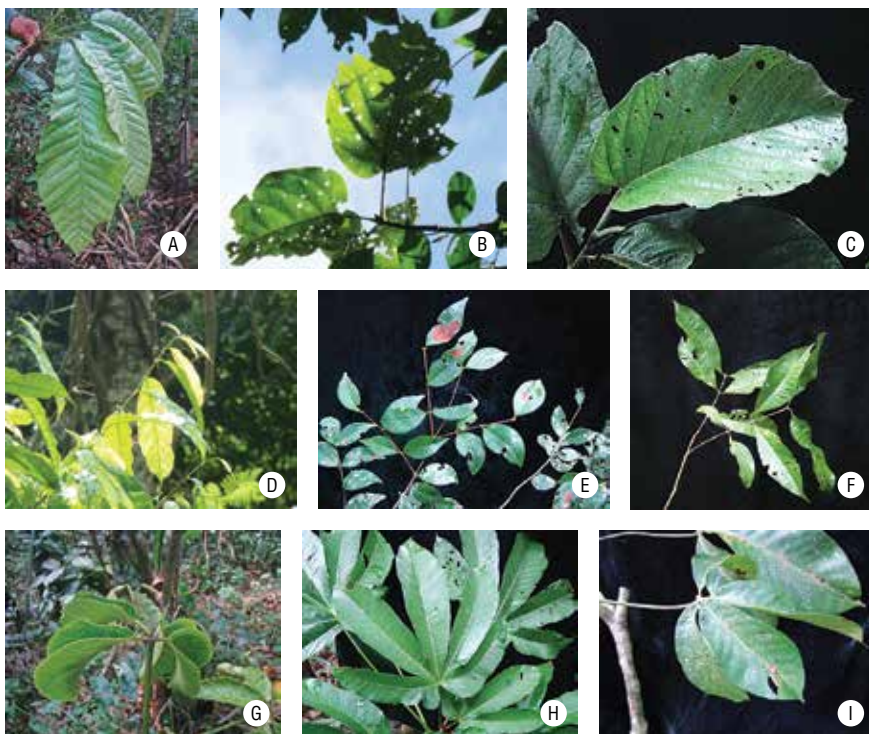


Figura 7: Especies con hojas simples o limbo grande: (A) *Sloanea fragrans*, (B) *Cavanillesia hylogeiton*, (C) *Coccoloba mollis*. Entre las especies de hojas simples pequeñas encontramos: (D) *Clarisia biflora*, (E) *Eugenia egensis*, (F) *Myrcia fallax*. Con hoja palmatisecta: (G) *Jacaratia digitata*. Hoja palmatilobada: (H) *Sterculia* spp. Con hoja palmaticompuesta (I) *Pseudobombax septenatum*. Fotos: O. Plata

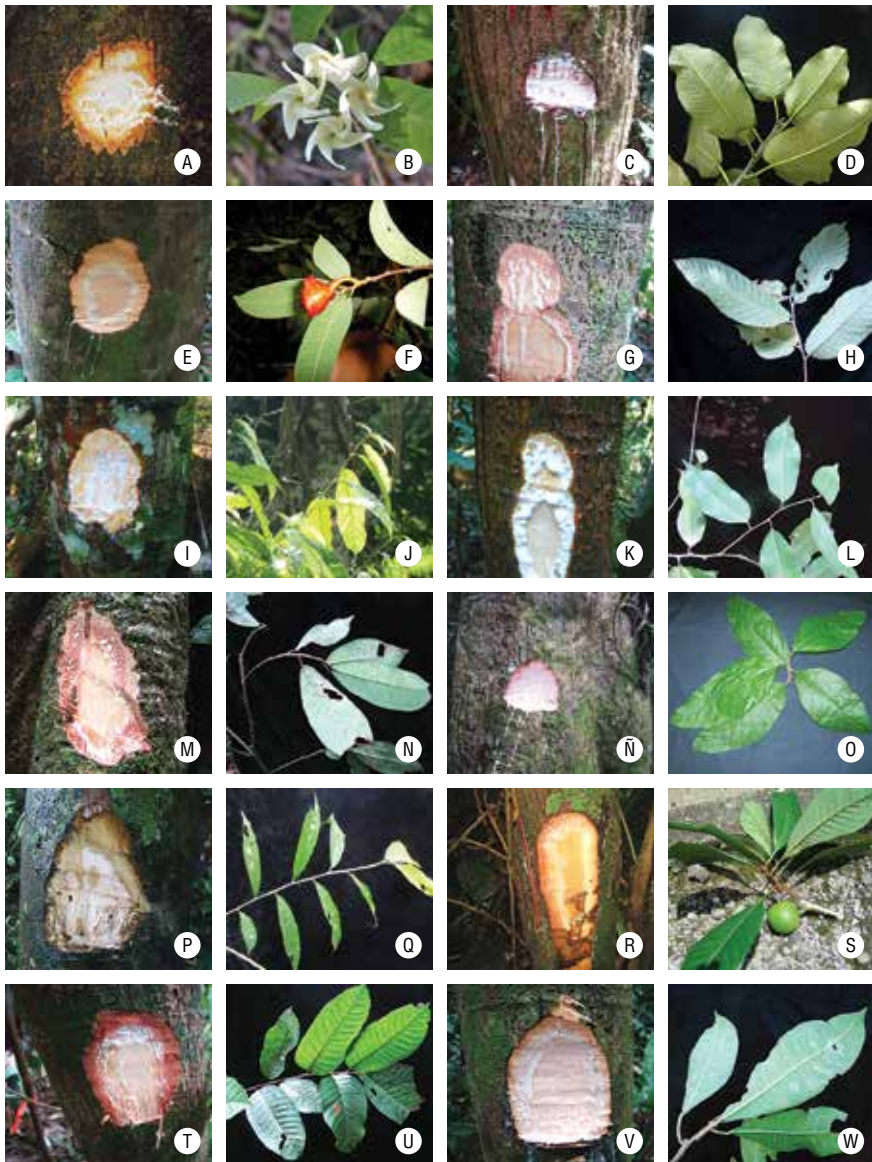


Figura 8: Especies con látex blanco y sus hojas (A) y (B) *Tabernaemontana cymosa*, (C) y (D) *Sapium marmieri*, (E) y (F) *Brosimum guianense*, (G) y (H) *Pseudolmedia laevis*, (I) y (J) *Clarisia biflora*, (K) y (L) *Clarisia racemosa*, (M) y (N) *Ficus coerulescens*, (Ñ) y (O) *Poulsenia armata*, (P) y (Q) *Trophis caucana*, (R) y (S) *Pouteria macrophylla*, (T) y (U) *Sarcaulus brasiliensis*, (V) y (W) *Ficus maxima*. Fotos: Tronco, corteza y hojas en su mayoría de O. Plata. (B) N. Paniagua. (F) G.A. Parada. (O) http://www.discoverlife.org/mp/20psee=I_BC608&res=640. (S) <http://www.arvores.brasil.nom.br/newsapotaverdeindex.htm>.

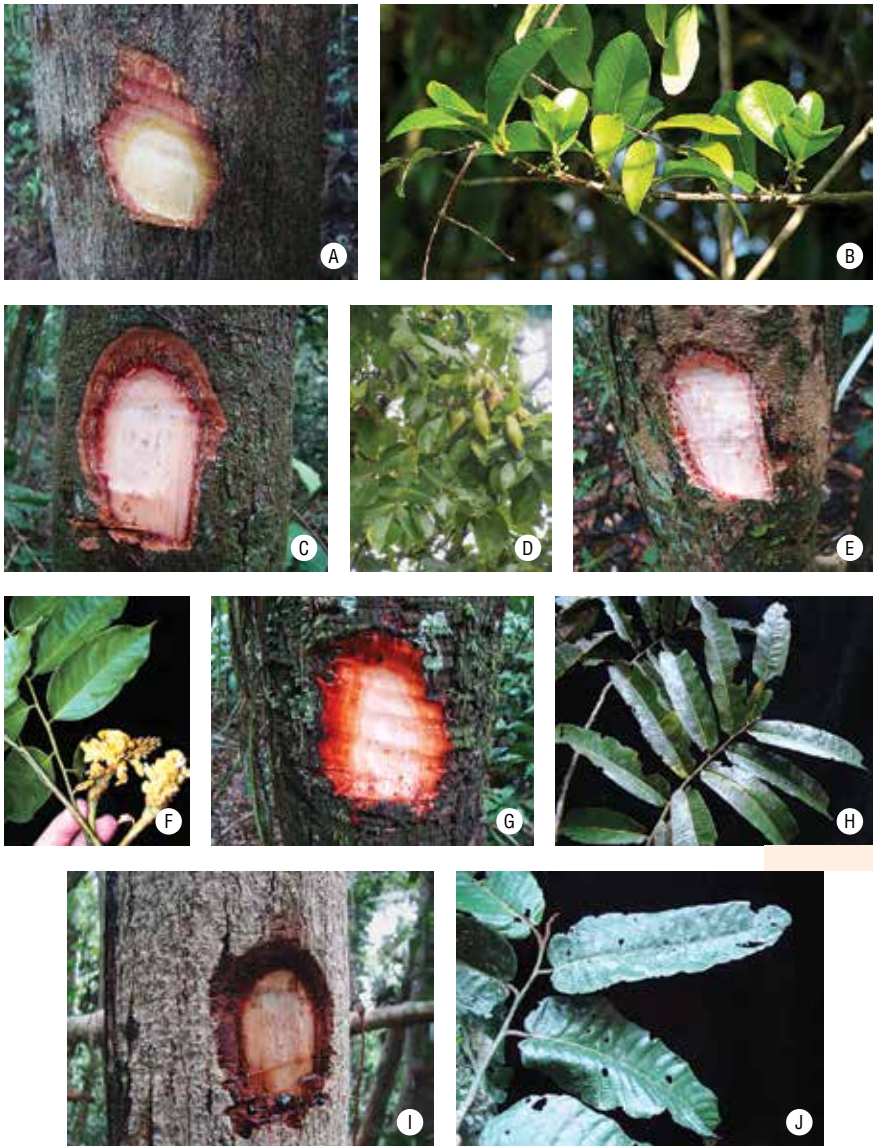


Figura 9: Especies con exudados amarillo y hojas (A) y (B) *Garcinia gardneriana*. Especies con látex rojo (C) y (D) *Swartzia jorori*, (E) y (F) *Pterocarpus amazonum*, (G) y (H) *Virola peruviana* y (I) y (J) *Virola sebifera*. Fotos: Tronco, corteza, hojas en su mayoría de O. Plata. (B) <http://tropical.theferns.info/plantimages/f6f717c34722f196b4d9036e824eedb38e207dc3d.jpg>. (D) A. Fuentes. (F) [pg_Pterocarpus amazonum_https://plantidtools.fieldmuseum.org/esnlp/catalogue/3670191](http://pg_Pterocarpus_amazonum_https://plantidtools.fieldmuseum.org/esnlp/catalogue/3670191).

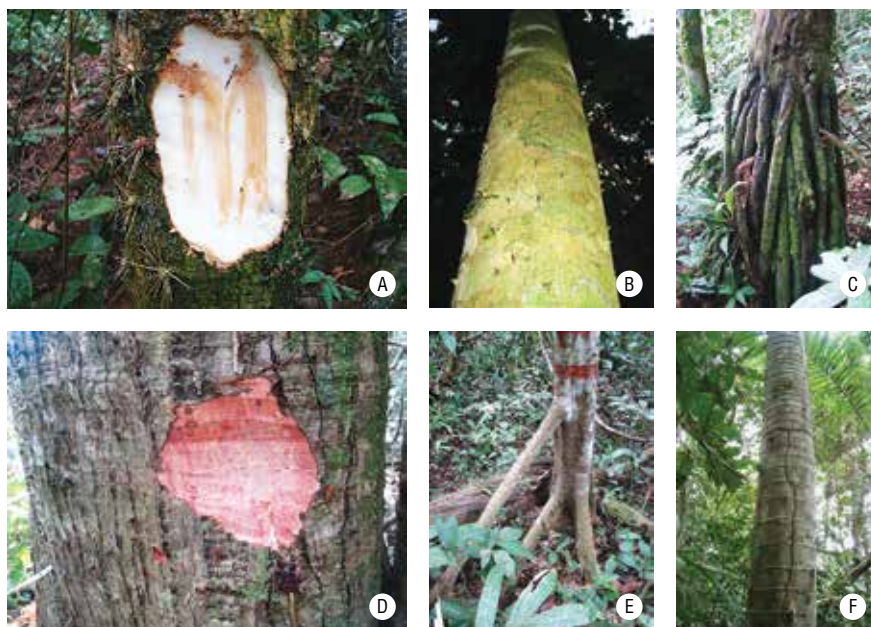


Figura 10: (A) Tronco de *Brasiliopuntia brasiliensis*. (B) Aguijones duros *Poulsemia armata*. (C) Raíces zancudas *Iriartea deltoidea*. (D) Aguijones *Ceiba speciosa*. (E) y Raíces zancudas y (F) tallo con anillos marcados de *Cecropia concolor*. Fotos: O. Plata.

CAPÍTULO 6

Hierbas terrestres silvestres de Sara Ana

Luis Marconi

1. Características generales del grupo

Se puede concebir la idea de un “hierba” como una planta relativamente pequeña y generalmente con usos medicinales o aromáticos (uso común del término). La definición botánica es la de una planta sin ningún tipo de tejido leñoso en sus partes aéreas. Esta acepción del término incluye a especies de gran tamaño que intuitivamente no se las clasificarían como hierbas, por ejemplo, especies del orden *Zingiberales*; plátanos (*Musa* spp.) y platanillos silvestres (*Heliconia episcopalis* Figura 2) que pueden sobrepasar los dos metros de altura con facilidad. No obstante, existen distintos sub-arbustos con tejido leñoso, que podrían ser ecológicamente equivalentes a muchas especies de hierbas. Además, la naturaleza siempre ofrece un abanico muy diverso de opciones morfológicas, con excepciones que impiden cualquier tipo de categorización cerrada. Por ejemplo, se ha reportado a *Iresine diffusa* (Figura 3, Amarantácea) como hierba, arbusto, y árbol.

Las hierbas terrestres pueden llegar a representar el 13 - 15 % de la diversidad de plantas de un bosque tropical (Gentry & Dodson 1987; Linares-Palomino *et al.* 2008). En el catálogo de plantas vasculares de Bolivia se han registrado en la región de las tierras bajas un total de 3.591 especies de hierbas (Jørgensen *et al.* 2014). Estudios a escala global sugieren que la riqueza de hierbas a nivel local está relacionada con la cantidad de biomasa (Fraser *et al.* 2015), la composición depende principalmente de factores edáficos y micro-climáticos en contraste de

las especies leñosas que dependen más de factores ambientales como la precipitación y el cambio de temperatura anual (Zhou *et al.* 2020).

Las hierbas están presentes en distintos linajes de plantas. Los helechos son en su mayoría herbáceos, dentro de las angiospermas existen grupos predominantemente herbáceos como por ejemplo las ciperáceas y otros donde la mayor parte de las especie son hierbas como las lámidas. Además es interesante notar, como lo sugería Tippo (1946) que en varios grupos de angiospermas las hierbas parecen descender de árboles.

Este capítulo aborda a las especies de hierbas terrestres y silvestres registradas en Sara Ana así como sub-arbustos y algunas especies trepadoras de porte bajo. Los datos provienen principalmente del monitoreo de la vegetación espontánea en los cultivos de cacao del ensayo de Sara Ana. Por esta razón la información de especies herbáceas está desbalanceada en cuanto unidades de vegetación se refiere, ya que existen pocas colectas en los bosques y en áreas ribereñas.

2. Historia natural de las herbáceas de Sara Ana

a. Patrones de riqueza y composición

En Sara Ana, se han registrado 180 especies de hierbas silvestres terrestres. En base la lista del capítulo 4: Plantas Vasculares, se tomaron en cuenta a 163 especies herbáceas, 9 especies de trepadoras y 8 de subarborescentes, sin tomar en cuenta especies cultivadas.

Dentro de esta diversidad, encontramos especies de 17 helechos terrestres, y el resto son angiospermas (Figura 1), donde se observa gran diversidad de monocotiledóneas, principalmente las especies de “pastos” como son las gramíneas (26 especies), las ciperáceas (7 especies) y la pequeña iridácea *Cipura paludosa* con flores violetas (Figura 4). La lista completa de especies registradas se encuentra en el capítulo 4a, relativo a las plantas vasculares.

Dentro de la dicotiledóneas, por un lado vemos gran diversidad de fábitas, donde se encuentra el género *Euphorbia* (con 5 especies, Figura 5 y 6) y diez especies de leguminosas. Por otro lado observamos una importante diversidad lámidas (Acantáceas, rubiáceas, verbenáceas, solanáceas) grupo en el cuál se cabe que el hábito herbáceo es más común. A excepción de las solanáceas las especies de este clado tienen hojas opuestas. Junto con las campánulidas forman el grupo de las astéridas

que poseen una flor con los pétalos unidos en una corola. Muchas de las Sympetalae (sym: fusionado) del sistema de clasificación de Eichler, adaptada y utilizada por Engler (ver cap. Plantas Vasculares) y llamado astéridas de Cronquist, se encuentran en este grupo. Dentro de las familias con más especies se encuentran las amarantáceas (Caryophyllales) con 10 especies y las asteráceas con trece.

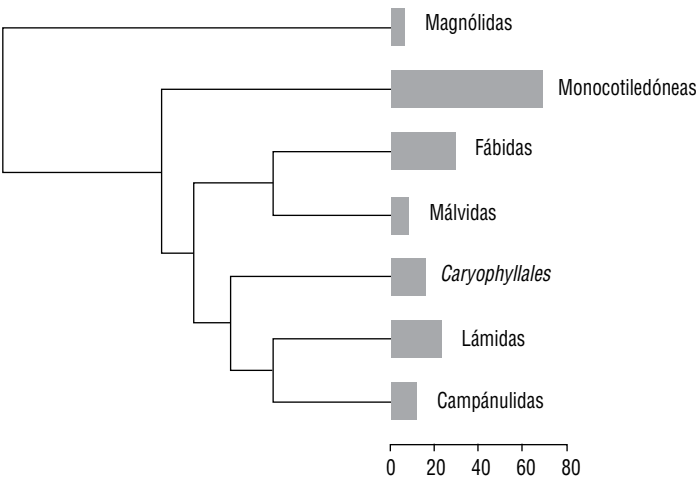


Figura 1: Diversidad herbácea de angiospermas en Sara Ana de acuerdo a las relaciones filogenéticas según APG (Stevens *et al.* 2001).

b. Características de hábitat

Uno de los factores más determinantes de las comunidades herbáceas, son los niveles de sombra de los ambientes en que se desarrollan (Bobo *et al.* 2006). De hecho las hierbas son uno de los grupos que más sufre en la conversión de bosque hacia áreas de cultivo; muy pocas especies se mantienen en este cambio (Cicuzza *et al.* 2011). En los bosques, encontramos especies adaptadas a condiciones de poca luz, con hojas de alto contenido en clorofila, lo que hace que las plantas adquieran un color verde oscuro y desarrollen láminas foliares grandes. Encontramos especies de helechos como *Asplenium delitescens* (Figura 7) y *Cyclopeltis semicordata* (Figura 8) así como *Pavonia* sp, *Heliconia hirsuta* y *Tradescantia zanonía* (Figura 9). En los bosques intervenidos y bosques secundarios, podemos encontrar pastos de sombra, como el caso de *Pariana gracilis* y *Oplismenus birtellus*, que incluso pueden ocurrir en sistemas agroforestales sucesionales (Marconi & Armengot 2020).

En cambio, en espacios abiertos, como la cercanía de las casas y los bordes de caminos, donde existe mayor incidencia del sol, son comunes las especies de gramíneas. Estas heliofitas en general son rápidas colonizadoras y tienen muchas especies invasoras (McKinney and Lockwood 1999). Entre las adaptaciones que les permiten a las gramíneas ocupar espacios abiertos podemos citar: el rápido movimiento de sus estomas que reducen la pérdida de agua (Chen et al. 2017), hojas que resultan “económicas” al momento de producirlas ya que tienen poco nitrógeno, y semillas ligeras que se dispersan con el viento.

En el ensayo de Sara Ana es posible ver como existen especies que parecen estar siendo favorecidas por la aplicación de glifosato. Al parecer porque tienen adaptaciones que les permiten resistir a este herbicida, como *Leptochloa virgata*, *Eleusine indica* (Alcántara-de la Cruz et al. 2016; Ng et al. 2003) y probablemente *Amaranthus viridis* (Figura 10), que pertenece a un género donde existen otras especies resistentes al glifosato, gracias a que tienen muchas copias del gen que codifica la proteína que inhibe este agroquímico (Gaines et al. 2010). También se observan especies que son capaces de repoblar rápidamente los espacios en los que se aplicó este agroquímico, como *Portulaca oleracea*, *Boerhavia diffusa* *Corchorus hirtus* (Figura 11) y *Pombalia attenuata* (Figura 12) (Marconi & Armengot 2020).

Existen además algunas características del suelo que parecen relacionarse con la presencia de algunas especies. En lugares mal drenados, es posible ver a especies de ciperáceas como *Cyperus luzulae* y *Rhynchospora* sp. En lugares con el suelo muy compactado y expuesto, se encuentra a especies como *Cynodon dactylon*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Torenia crustacea*, que poseen raíces finas, una adaptación morfológica para suelos compactados (Bassett et al. 2005).

c. Características biogeográficas

Al revisar presencia de las 54 especies espontáneas más abundantes del estrato herbáceo en las zonas de vegetación y en los rangos que menciona el catálogo de plantas vasculares de Bolivia (Jørgensen et al. 2014), encontramos que el 87 % ocurre en los bosques húmedos de llanura en contraste del 56% que puede ocurrir en Yungas. Además, el 37% no supera en su distribución ningún área por encima de los 1000 m s.n.m., y sólo el 18% puede encontrarse por encima de los 2.000 m s.n.m. Las especies herbáceas en Sara Ana en su mayoría poseen una distribución

restringida a bajas altitudes, a pesar de la cercanía de la zona con las alturas de los Yungas.

Más importante es que en general las especies suelen tener una amplia distribución. En base a 69 hierbas identificadas en el estrato herbáceo de los cultivos de cacao, el 90 % posee una distribución a lo largo del Neotrópico, y el 62 % excede al continente americano en su distribución. Las especies más ampliamente distribuidas se encuentran en la Tabla 1. Por otro lado existen especies con un rango de distribución restringido a ciertas áreas de los Andes como las acantáceas *Streblacanthus dubiosus*, *Ruellia pearcei* (Figura 13) y la poácea *Pariana gracilis*. Es interesante notar que la distribución geográfica de las especies en un cultivo depende el tipo de manejo empleado, donde mientras más intensivas son las prácticas agronómicas más ampliamente distribuidas son las especies presentes (Marconi & Armengot 2020).

Por otro lado, cerca de Sara Ana se han descrito especies como *Phyllanthus cassioides* (cerca de Mayaya) y *Heliconia pearcei* (posiblemente cerca de Santa Ana) y no se sabe que ocurre con las poblaciones de estas especies. En ambos casos se trata de especies endémicas para Bolivia y de hecho los únicos registros con los que se cuenta son aquellos realizados en Alto Beni casi 100 años atrás.

Tabla 1
Especies herbáceas ampliamente distribuidas, nativas, adventicias
y naturalizadas encontradas en los cultivos de Sara Ana

“Nativas” ampliamente distribuidas	Adventicias o naturalizadas
<i>Euphorbia hirta</i> L.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.
<i>Bidens pilosa</i> L.	<i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Sida rhombifolia</i> L.	<i>Momordica charantia</i> L.
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	<i>Boerhavia diffusa</i> L.
<i>Mimosa pudica</i> L.	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	<i>Paspalum paniculatum</i> L.
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	<i>Cardamine flexuosa</i> With.
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P. St. John
<i>Amaranthus viridis</i> L.	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.
<i>Euphorbia hirta</i> L.	<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching

Las especies están ordenadas en cada columna desde la más ampliamente distribuida hasta la que se encuentra en un menor número de ecorregiones (ver Marconi y Armengot 2020).

Hierbas exóticas: En Sara Ana, registramos trece especies silvestres, cuya distribución natural está fuera de Bolivia y que se consideran naturalizadas o adventicias en Bolivia (Tabla 1), según al catálogo de plantas vasculares de Bolivia (Jørgensen *et al.* 2014).

Una especie “**invasora**” es aquella que al ingresar a un ambiente que no corresponde a su distribución natural, incrementa rápidamente su población (y en muchos casos generando pérdidas agrícolas) o se expande velozmente su rango geográfico, o también que cumpla con ambas características (más detalle en Colautti y MacIsaac 2004). Según la Global Invasive Database las especies invasoras en nuestro continente y que además están presentes en Sara Ana son: la “rogelia” *Rottboellia cochinchinensis*, el “ricino” *Ricinus communis* (un arbusto), el kudzu (más información en el capítulo 9 relativo a las leguminosas) y las dos especies de “patas de gallo” *Cynodon dactylon* y *Eleusine indica* (llamadas así por la forma en que se disponen sus espigas).

En el caso de la “rogelia” y del “ricino” es evidente que pueden ser especies bastante molestas cuando se establecen en cultivos anuales o de papaya respectivamente. En ambos casos se sabe que tienen compuestos alelopáticos, lo cual además podría afectar a otras especies.

Sin embargo, el hecho que una especie sea considerada invasora en un lugar no significa que lo será en todos los lugares, es decir una misma especie puede ser muy prejudicial en cierto entorno mientras que en otros no, por lo que son necesarios más estudios sobre las especies exóticas en la región.

d. Importancia de las hierbas

Hierbas nobles: Se conoce como “hierba noble” a las especies resistentes al pisoteo y con raíces superficiales, de manera tal que no llegan a competir considerablemente con una planta cultivada (Gómez 1990). *Geophila macropoda* (Figura 14), rubiácea, hierba identificada como “noble” en sistemas agroforestales de cacao, café y plátano de otros países. Incluso se han desarrollado técnicas de propagación de esta especie (Vargas-Castillo and Abdelnour-Esquivel 2010) y se ha constatado en sencillos experimentos que es capaz de reducir considerablemente la erosión del suelo (Murillo *et al.* 2016). En Sara Ana crece naturalmente entre los cultivos y es denominada como “oreja de mono”, al igual que la solanácea *Lycianthes asarifolia* (Figura 15) por la forma de sus hojas. Es por ello que muchas veces es difícil diferenciarlas a primera vista, ya que en ausencia de flores y frutos lo único que las distingue es la dispo-

sición de las hojas (alternas en *L. asarifolia* y opuestas en *G. macropoda*). *Lycianthes asarifolia* podría considerarse una hierba noble debido a la similitud morfológica con *G. macropoda*, además es la especie encontrada con mayor frecuencia en cultivos de cacao en Sara Ana. Milz (*com. pers.*) considera a esta especie como una indicadora de la presencia de gran cantidad de madera desintegrándose en el suelo, lignina.

También son recomendadas gramíneas como *Oplismenus hirtellus* y *Panicum trichoides*, así como commelináceas como hierbas nobles. En Sara Ana encontramos a *Commelina obliqua* y *Callisia repens* pertenecientes a esta familia botánica. *Callisia repens* corresponde a una especie que debería ser estudiada ya que es fomentada como cobertura en Perú (Puertas *et al.* 2008) y es considerada por algunos productores como una especie que aporta importantes cantidades de “abono”, en contraste con otros productores que la consideran muy agresiva sobre todo hacia la piña, siendo además una especie que se está naturalizando en otros continentes (Tseng *et al.* 2010).

Interacciones con animales: Existen un sinnúmero de interacciones entre plantas y animales en un ecosistema, conocerlas puede ser importante para aspectos de conservación, o relacionados con algún servicio vinculado a la producción. En esta sección se ofrecen algunas descripciones/especulaciones sobre algunas interacciones observadas.

Muchos polinizadores tienen dietas complejas que involucran distintos tipos de recursos; por ejemplo, las abejas pueden requerir además de néctar, aceites y polen (Nicolson 2011). *Paspalum notatum* es una especie que no genera ningún tipo de néctar (las gramíneas no tienen discos nectararios) o aceite, pero aun así es frecuentemente visitada por abejas (Figura 16). En este sentido las hierbas pueden coadyuvar a la supervivencia de polinizadores útiles en los cultivos (Klein *et al.* 2003). Por ejemplo, la piña es polinizada por picaflores al igual que *Ruellia pearcei* y otras acantáceas.

Algunas hierbas pueden ser reservorios de nematodos. Las especies del género *Melodigne* spp. pueden ocasionar importantes daños a las raíces de las especies cultivadas. Contrastando la revisión de Rich *et al.* (2009) con las especies presentadas en este capítulo, podemos observar que 15 de las especies presentes en Sara Ana son potenciales portadoras de estos parásitos. Sorprendentemente se trata en todos de los casos de especies herbáceas mundialmente distribuidas. Esto podría ser simplemente un reflejo de un efecto de muestreo, debido a que al estar ampliamente distribuidas hay más probabilidad de que exista un estudio en el que se las detecte como portadoras de nematodos. Otra interpretación sería indicar

que efectivamente las especies ampliamente distribuidas son peligrosas por los nematodos que puedan portar, esta cuestión se cerraría con la existencia de estudios específicos en la localidad. Relacionándose con estas afirmaciones, en la fase de implementación del cacao en Sara Ana, *Momordica charantia* una especie de cucurbitácea, naturalizada y proveniente de Asia, generó importantes daños al cultivo por los nematodos que albergaban (Trujillo *com. pers.* 2012).

Durante algunos años los “tujos” *Atta cephalotes* fueron uno de los principales problemas en los cultivos de Sara Ana, llegando a existir una densidad de alrededor de 20 entradas grandes a nidos por hectárea (Pardo datos no publicados). Estas hormigas cortadoras evitan a las especies con látex (Waller 1982). Por esta razón en Sara Ana se decidió plantar *Euphorbia cotonifolia* en uno de los bordes de cada cultivo (Trujillo *com. pers.* 2012). También se sabe que el establecimiento de una nueva colonia de *Atta* depende principalmente de la disponibilidad de hierbas para su alimentación (Wetterer 1994). *Euphorbia poeppigii* es una especie (con látex) frecuente en los cultivos, y sería interesante evaluar si esta especie limita de alguna manera la actividad de los tujos o el desarrollo de nidos nuevos.

e. Uso de productos a partir de las hierbas

Las hierbas corresponden un importante recurso, alrededor del 20% de las especies de plantas tienen algún uso etnomédico (Farnsworth and Soejarto 1991). Así también las hierbas constituyen una fuente de productos químicos interesantes. En el trabajo de Vargas (1997), al menos 25 de las especies reportadas como medicinales para los mosetenes en Muchanes son hierbas, encontramos en Sara Ana la mayoría de estas especies.

De manera regular el dengue afecta a los municipios de Palos Blancos y Caranavi y en menor medida a la zona de Alto Beni (SEDES). Esta enfermedad es causada por diferentes serotipos de virus del género *Flavivirus*. Así también existen distintos tipos de dengues, el hemorrágico que parece relacionarse con reinfecciones y puede ser mortal. En el otro tipo de dengue, generalmente el procedimiento es mandar al paciente a casa y recetar abundantes líquidos y paracetamol. En este campo, existen distintas hierbas que podrían resultar como interesantes antipiréticos o analgésicos como *Piper peltatum* (da Silva Pinto *et al.* 2010) y la malvácea *Sida rhombifolia* (Franzotti *et al.* 2000), para lo que resultarían tremendamente útiles estudios al respecto.

Dentro de las enfermedades vinculadas a mosquitos, los mosetenes tradicionalmente utilizaban para tratar la malaria una combinación de la compuesta *Tessaria integrifolia* y la gramínea herbácea *Hymenachne donacifolia*. Evaluando la actividad de varias especies medicinales que utilizan los mosetenes (Muñoz *et al.* 2000) encontró actividad parcial en contra de especies de *Plasmodium*, causantes de la malaria, en las especies herbáceas: *Momordica charantia*, *Phyllanthus acuminatus* y *Triumfetta semitrilobata*. Las últimas dos especies no se han encontrado en Sara Ana pero es bastante probable que se encuentren cerca.

Por otro lado, entre la gran variedad de compuestos químicos que pueden brindar las especies vegetales, cabe recalcar que los aceites esenciales de *Piper callosum* tiene capacidad de inhibir el crecimiento de la “escoba de bruja” *Moniliophthera perniciosa* y otros dos hongos del género *Phytophthora* que causan la “mazorca negra” (Silva and Bastos 2007).

Bibliografía

- Alcántara-de la Cruz, R., A.M. Rojano-Delgado, M.J. Giménez, H.E. Cruz-Hipolito, J.A. Domínguez-Valenzuela, F. Barro & R. De Prado. 2016. First resistance mechanisms characterization in glyphosate-resistant *Leptochloa virgata*. *Frontiers in Plant Science*. 7, 1742.
- Bassett, I.E., R.C. Simcock & N.D. Mitchell. 2005. Consequences of soil compaction for seedling establishment: implications for natural regeneration and restoration. *Austral Ecology*. 30(8), 827-833.
- Bobo, K.S., M. Waltert, N.M. Sainge, J. Njokagbor, H. Fermon & M. Mühlberg. 2006. From forest to farmland: species richness patterns of trees and understorey plants along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. *Biodiversity Conservation*. 15(13), 4097-4117.
- Chen, Z.-H., G. Chen, F. Dai, Y. Wang, A. Hills, Y. L. Ruan, G. Zhang, P. J. Franks, E. Nevo & M.R. Blatt. 2017. Molecular evolution of grass stomata. *Trends in Plant Science*. 22(2), 124-139.
- Cicuzza, D., M. Kessler, Y. Clough, R. Pitopang, D. Leitner & S.S. Tjitrosoedirdjo. 2011. Conservation value of cacao agroforestry systems for terrestrial herbaceous species in central Sulawesi, Indonesia. *Biotropica* 43(6), 755-762.

- Colautti, R. I. & MacIsaac, H. J. 2004. A neutral terminology to define 'invasive' species. *Diversity and distributions*, 10(2), 135-141.
- da Silva Pinto, A. C., F. C. M. Chaves, P. A. dos Santos, C. V. Nunez, W. P. Tadei & A. M. Pohlitz. 2010. *Piper peltatum*: Biomass and 4-nerolidylcatechol production. *Planta medica*, 76(13), 1473-1476.
- Farnsworth, N. R., & D. D. Soejarto. 1991. Global importance of medicinal plants. *The conservation of medicinal plants*, 26, 25-51.
- Franzotti, E. M., C. V. F. Santos, H. Rodrigues, R. H. V. Mourao, M. R. Andrade & A. R. Antonioli. 2000. Anti-inflammatory, analgesic activity and acute toxicity of *Sida cordifolia* L. (Malvaceae). *Journal of ethnopharmacology*, 72(1-2), 273-277.
- Fraser, Lauchlan H., J. Pither, A. Jentsch, M. Sternberg, M. Zobel, D. Askarizadeh, S. Bartha, C. Beierkuhnlein, J. A. Bennett & A. Bittel. 2015. Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. *Science* 349(6245):302-305.
- Gaines, T. A., W. Zhang, D. Wang, B. Bukun, S. T. Chisholm, D. L. Shaner, S. J. Nissen, W. L. Patzoldt, P. J. Tranel & A. S. Culpepper. 2010. Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(3), 1029-1034.
- Gentry, A. H. & C. Dodson. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica*, 149-156.
- Gómez, A. 1990. Las malezas nobles previenen la erosión. Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE), Colombia, 51, 1-4.
- Jørgensen, P. M., M. Nee, & S. G. Beck (Eds.). 2014. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monograph in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, volume 127, 1741 p.
- Klein, A.-M., I. Steffan-Dewenter & T. Tschardt. 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1518), 955-961.
- Linares-Palomino, R., V. Cardona, E. I. Hennig, I. Hensen, D. Hoffmann, J. Lendzion, D. Soto, S. K. Herzog & M. Kessler. 2008. Non-woody life-form contribution to vascular plant

- species richness in a tropical American forest. En *Forest Ecology*, Springer, Dordrecht, 87-99.
- Marconi, L., & L. Armengot. 2020. Complex agroforestry systems against biotic homogenization: The case of plants in the herbaceous stratum of cocoa production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287: 106664.
- McKinney, M.L., & Lockwood, J.L. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in ecology & evolution*. 14(11): 450-453.
- Munoz, V., M. Sauvain, G. Bourdy, J. Callapa, I. Rojas, L. Vargas, A. Tae & E. Deharo. 2000. The search for natural bioactive compounds through a multidisciplinary approach in Bolivia. Part II. Antimalarial activity of some plants used by Mosetene indians. *Journal of ethnopharmacology*, 69(2), 139-155.
- Murillo, J., Méndez-Estrada, V. H., & Brenes Prendas, S. (2016). Efecto de *Geophila macropoda* (Rubiaceae) como arvense de cobertura en la erosión hídrica en bananales de Guápiles, Limón, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8(2), 217-223.
- Ng, C. H., R. Wickneswari, S. Salmijah, Y. T. Teng, & B. S. Ismail. 2003. Gene polymorphisms in glyphosate-resistant and-susceptible biotypes of *Eleusine indica* from Malaysia. *Weed Research*, 43(2), 108-115.
- Nicolson, S. W. 2011. Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46(2), 197-204.
- Puertas, F., E. Arévalo, L. Zúñiga, J. Alegre, O. Loli, H. Soplin & V. Baligar. 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonia Peruana. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 23-28.
- Rich, J. R., J. A. Brito, R. Kaur & J. A. Ferrell. 2009. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: A review. *Nematropica*, 39(2), 157-185.
- Silva, D. M. H. & C. N. Bastos. 2007. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. *Fitopatologia Brasileira*, 32(2), 143-145.
- Stevens, P. F. (2001 en adelante). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [y actualizado más o menos continuamente desde entonces]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

- Tippo, O. 1946. The role of wood anatomy in phylogeny. *The American Midland Naturalist*, 36(2), 362-372.
- Tseng, Y.-H., C.-T Chao. C.-C.Wang & S.-C. Liu. 2010. *Callisia repens* (Jacq.) L.(Commelinaceae), a Newly Naturalized Plant in Taiwan. *Quarterly Journal of Forest Research*, 32(4), 1-6.
- Vargas-Castillo, M. del P. & A. Abdelnour-Esquivel. 2010. Cultivo in vitro de *Geophila macropoda* (Ruiz & Pav. DC) a partir de embriones cigóticos. *Agronomía mesoamericana*, 21(1), 73-83.
- Vargas R.L., 1996. Etnobotánica de los Mosetenes que viven en la comunidad de Muchanes. Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología. UMSA. 111 pp. La Paz
- Waller, D. A. 1982. Leaf-cutting ants and avoided plants: Defences against *Atta texana* attack. *Oecologia*, 52(3), 400-403.
- Wetterer, J. K. 1994. Ontogenetic changes in forager polymorphism and foraging ecology in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Oecologia*, 98(2), 235-238.
- Zhou, Y. D., B. H. Boru, S. W. Wang & Q. F. Wang. 2020. Species richness and phylogenetic diversity of different growth forms of angiosperms across a biodiversity hotspot in the horn of Africa. *Journal of Systematics and Evolution*.



Figura 2: *Heliconia episcopalis*: (A) vista de la inflorescencia y (B) vista de la hoja.



Figura 3: *Iresine diffusa*.

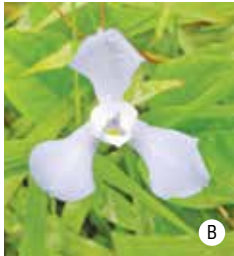


Figura 4: *Cipura paludosa*.



Figura 5: *Euphorbia heterophylla*.



Figura 6: *Euphorbia cf. Poeppigii*: (A) adulto y (B) juvenil.



Figura 7: Detalle de los soros de *Asplenium delitescens*.



Figura 8: Detalle de los soros de *Cyclopeltis semicordata*.



Figura 9: *Tradescantia zanonía* en fruto.



Figura 10: *Amaranthus viridis*.

Figura 11: *Corchorus hirtus*.Figura 12: *Pombalia attenuata*.Figura 13: *Ruellia pearcei*: (A) vista de los haces de las hojas y (B) detalle del envés.Figura 14: *Geophila macropoda*: (A) flor y (B) fruto.Figura 15: *Lycianthes asarifolia*: (A) fruto y (B) flor.Figura 16: Abeja consumiendo polen de *Paspalum notatum*.

CAPÍTULO 7

Leguminosas de Sara Ana

Luis Marconi

1. Características generales del grupo

Las fabáceas o leguminosas son una familia de plantas que reciben su nombre por la forma general del fruto que tienen: una legumbre o *faba* del latín “haba” o “habichuela” (Figura 4). Es un grupo evolutivamente exitoso, debido al número de especies que poseen –son la tercera familia botánica con mayor número de especies–, han conquistado una vasta variedad de ecosistemas, pueden ser ecológicamente importantes y presentan una amplia diversidad morfológica, que involucra distintos sistemas de polinización, mecanismos de dispersión y hábitos de crecimiento (Koenen *et al.* 2013).

Entre las características propias del grupo, encontramos que las semillas están sujetas hacia un sólo costado del fruto (placentación marginal), en un sólo lóculo y se encuentran recubiertas con dos capas de células protectoras. Esto ocurre incluso en frutos alados y de apariencia espinosa, como los del “huasicucho” *Centrolobium microchaete*, que distan de la forma general de legumbre. Las hojas de las leguminosas son alternas, suelen ser casi siempre compuestas (trifoliadas, pinnadas y bi-pinnadas), con estipulas y pulvinulos. Estos últimos se encuentran en la base de las hojas y de los foliolos permitiéndoles cierta movilidad. Un ejemplo ilustrativo y extremo es el de *Mimosa pudica*, que con solo tocar los foliolos, éstos se pliegan. Una característica bastante propia de esta familia es la presencia de nódulos en sus raíces, donde se alojan bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Adams *et al.* 2016).

Históricamente y por más de cien años la familia fabácea se dividía en tres subfamilias: a) Mimosoideas, con flores agrupadas en densas inflorescencias, radialmente simétricas y estambres largos (Figura 5); b) Faboideas o “papilionáceas”, flores con simetría bilateral, con una estructura típica que consiste en dos “alas”, una “quilla” y un “estandarte” (Figura 6); y c) Caesalpinoideas, con mucha variabilidad en la flor, pero generalmente con simetría radial (Figura 7). Con la llegada de la filogenia molecular el Legume Phylogenetic Working Group (Azani *et al.* 2017) o LPWG propuso una nueva clasificación de seis subfamilias: Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Duparquetioideae, Caesalpinoideae (donde se incluyen las mimosáceas) y Papilionoideae.

En Sara Ana las leguminosas se constituyen en la familia con mayor diversidad de especies. Resultan abundantes en cultivos y en bosques secundarios. En los bosques maduros, si bien no llegan a ser dominantes, presentan un número considerable de especies.

En el presente capítulo se detallan algunas características de este grupo, en base a las especies registradas en los inventarios de árboles, en relevamientos realizados en cultivos de cacao y barbechos jóvenes, en las parcelas implementadas en los bosques y las colectas libres alrededor de toda el área. La lista completa de especies se presenta en el capítulo 4 Plantas Vasculares.

2. Riqueza de especies y composición

En Sara Ana se registraron 73 especies de leguminosas pertenecientes a 4 subfamilias: Cercidoideae, Detarioideae, Caesalpinoideae y Papilionoideae (Figura 1). Algunos géneros poseen varias especies como *Senna*, *Machaerium* y *Senegalia*, pero el dato más asombroso al respecto son las 15 especies de “pacay” o *Inga*, llegando a ser éste el género más diverso de leguminosas y de plantas en la localidad. La alta diversidad de *Inga* se ha reportado en distintas partes de América, principalmente en los Andes, donde además existe una marcada tendencia al endemismo dentro del género (Pennington 1997). Esta alta diversidad parece ser resultado de la interacción con sus herbívoros (Kursar *et al.* 2009).

La figura 1 da una idea de las relaciones filogenéticas entre las subfamilias y entre los géneros registrados. De acuerdo a la nueva propuesta de subfamilias (Azani *et al.* 2017), el “paquí” *Hymenaea coubaril* y el “tamarindo” *Tamarindus indica*, pertenecen a la subfamilia Detarioideae; y la “escalera de mono” *Schnella guianensis* (Figura 8) a la subfamilia Cercidoideae.

Existen 33 *Caesalpinoideae sensu stricto*, de las cuales 27 corresponden al clado de las mimosáceas. Se identificaron 37 *Papilionoideae* (faboideas), 18 son árboles pertenecientes a grupos basales de esta subfamilia y 15 son especies trifoliadas generalmente herbáceas del clado que combina *Millettieae*, *Phaseloideae* y *Diocleae*. Dentro de este esquema, es notorio un patrón en el arreglo de folíolos de las hojas de los distintos grupos (Figura 1).

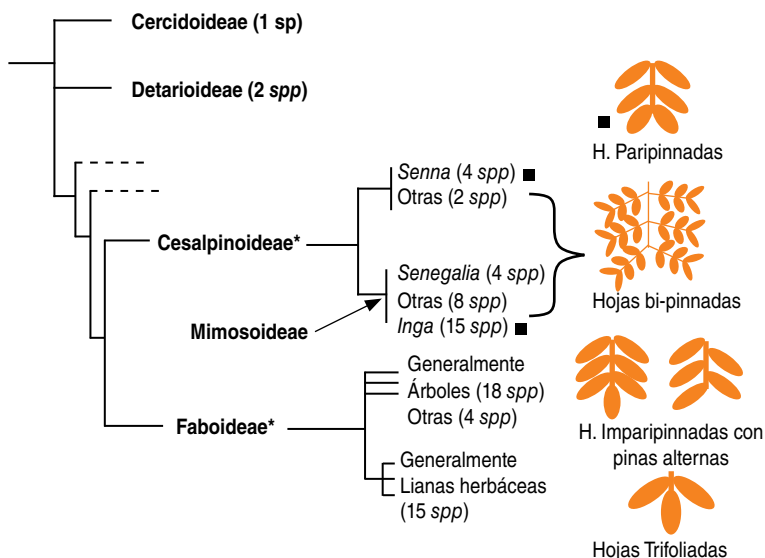


Figura 1: Esquema de la diversidad de leguminosas presente en Sara Ana, relaciones filogenéticas y algunos patrones morfológicos. Elaboración propia. *hace referencia a que se trata de *Caesalpinoideae sensu stricto* en base a la propuesta de LPWG 2017.

Respecto a la abundancia de especies de porte bajo, existen dos grupos de especies que pueden formar parches apreciables: por un lado lianas herbáceas que se usan como coberturas vivas (de las que se comenta más adelante) y, por otro, arbustos del género *Senna* en los pastizales. Específicamente *Senna obtusifolia* (Figura 7) y *Senna hirsuta* que son especies tóxicas para las vacas (Yagi *et al.* 1998). La presencia del ganado favorecería a ambas especies de arbustos, ya que al retirar el ganado estos parches desaparecieron rápidamente.

Existen especies de hierbas con densidades muy reducidas y con hábitos tan localizados que pueden ser vistas como “especies indicadoras”. Por ejemplo, en espacios rocosos prácticamente sin suelo, como las playas y algunos caminos cerca a éstas, se ha registrado a *Indigofera suffruticosa* e *I. microcarpa*. En cultivos relativamente sombreados se puede

ver a *Desmodium axillare*, y en espacios soleados a *Desmodium triflorum*. En suelos compactados es posible ver a *Mimosa pudica*.

En el caso de los árboles, la importancia de éstos depende del tipo de formación (Figura 2). La abundancia porcentual es bastante alta en cultivos, menor en Bosques secundarios jóvenes y únicamente alcanza un 13% en bosques. Aunque tomando en cuenta la biomasa, en los bosques la presencia es superior, donde es posible observar árboles gigantes como el “momoqui” (*Poincianella pluviosa*), la “quina quina” (*Myroxylon balsamum*) y el “jorori” (*Swartzia*). Existen algunos detalles más sobre las leguminosas arbóreas del bosque en el capítulo de árboles.

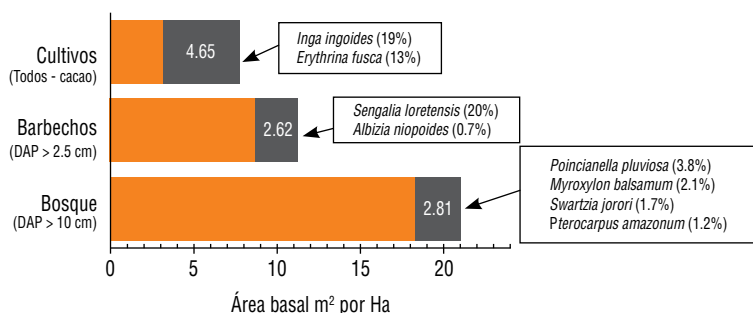


Figura 2: Área basal de las leguminosas arbóreas (en negro) y otros árboles (gris) en tres tipos de hábitats. El valor de área basal del bosque, es mucho mayor en realidad, puesto que no se incluyen a especies con menos de 10 cm de DAP. En los cultivos no se muestran los datos del área basal del cacao (ver Seidel & Nina 2013, ined.).

Básicamente dos tipos de árboles son los más utilizados como sombra para el cacao: diversas especies del género *Inga*, que se les suele denominar como “pacay” o “sikillis” y dos especies de “ceibos”, *Erythrina poeppigiana* y *E. fusca*. En Sara Ana, a partir de un inventario de 144 palos con más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (Seidel & Nina datos no publicados 2013), se encontró que el 63% de éstos, pertenecen al género *Inga*, resaltando *Inga ingoides*, y el 29% corresponden a ceibos (*Erythrina*).

En los primeros años de los bosques secundarios la “Vilca amarilla” *Senegalia loretensis* (Figura 5), resulta bastante importante y en menor medida la “vilca blanca” *Albizia niopoides*. En bosques maduros, presentan pocos individuos que parecen depender de la existencia de claros. El término “vilca” posiblemente hace referencia a los árboles con folíolos muy pequeños. La “vilca” por excelencia es *Anadenanthera colubrina*, una especie registrada en la región de Alto Beni (Jacobi *et al.* 2014) y sorprendentemente no encontrada en Sara Ana.

Existen distintas especies de leguminosas que crecen como lianas o bejucos, como la “escalera de mono” *Schnella guianensis* cf. y otras especies como *Piptadenia peruviana*, *Senegalia* spp. (Figura 10) y *Dalbergia frutescens* que aparecen en bosques secundarios y barbechos. A modo de comentario, un patrón interesante encontrado en la filogenia de las leguminosas es el hecho de que dentro de un linaje pueden existir especies de lianas o árboles y arbustos. Al parecer dentro de estos clados los linajes trepadores suelen ser más diversos que sus “parientes” no trepadores (Gianoli, 2004). En Sara Ana encontramos tres especies trepadoras del género *Senegalia* conocidos con el nombre genérico de “kari karis” y una especie arbórea de este género que en sus estadios juveniles se comporta como una liana. De manera similar, *Machaerium pilosum* es un árbol, y existen al menos dos especies de bejucos del género *Machaerium*.

3. Características biogeográficas

Las leguminosas encontradas en Sara Ana presentan una distribución geográfica variable. La mayoría de las especies –49– restringe su distribución al neo trópico, dentro de estas 22 solo se encuentran en Sudamérica. A la vez seis especies restringen su distribución a algunos puntos de “pie de monte” de los Andes donde resalta *Inga expansa*, que solo se encuentra en Bolivia. Por otro lado entre las especies cultivadas y ampliamente distribuidas observamos al tamarindo, la “chicharrilla” *Cajanus cajan* y el kudzu *Pueraria phaseoloides* que fueron domesticadas en el sur (India) y el sureste asiático. La glicine, *Leucaena leucocephala*, *Canavalia ensiformis* y la *Gliricidia sepium* que proceden de Centroamérica. Existen además especies nativas que se han propagado hacia todo el mundo, como *Senna obtusifolia* e *Indigofera* spp.

Cabe destacar que los árboles del bosque maduro en Sara Ana pueden concebirse como una combinación de especies de bosques húmedos y secos, que se segregan en espacios con diferentes inclinaciones y orientaciones (Campos *et al.* 2010). En el caso de las leguminosas, encontramos el “Momoqui” *Poincianella pluviosa*, que es una especie mucho más abundante en bosques secos (Markesteyn *et al.*, 2007) hacia el sur de Bolivia y el este en Sudamérica. En contraste, también hay leguminosas más orientadas hacia el norte del país y con más frecuencia dentro de la Amazonía, como el caso del *Pterocarpus amazonum* (Figura 13). De una manera más general, 14 especies tienden a tener una distribución

principalmente vinculada a la cuenca amazónica y por ende áreas de mayor humedad. En contraste, 11 especies de leguminosas poseen un patrón más asociado con las áreas un poco más secas de Sudamérica fuera de la cuenca del río Amazonas.

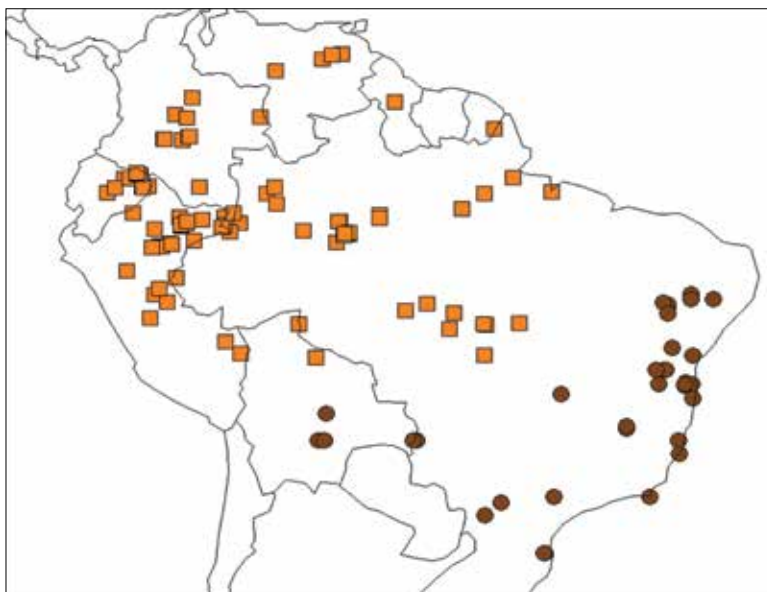


Figura 3: Distribución geográfica del Momoqui *Poincianella pluviosa* (cuadrados) especie relacionada con ambientes más secos y del palo batán *Pterocarpus amazonum* (círculos) especie relacionada a ambientes húmedos.

Elaboración propia en base a los datos *gbif.org*.

La precipitación anual en Sara Ana es de 1.519 ± 220 mm y existen alrededor de cuatro meses casi sin lluvias, estas características corresponden a las de un bosque húmedo estacional. Una característica de este tipo de bosques es que algunas especies pierden todas sus hojas (deciduas) o gran parte de ellas (semi-deciduas) durante los meses más secos del año. En los bosques de Sara Ana varias leguminosas son justamente ejemplos de especies deciduas como el “momoqui” *Poincianella pluviosa* o semi-deciduas como *Sweetia fruticosa*.

4. Importancia ecológica

La importancia en cuanto al uso de las leguminosas arbóreas se presenta en el capítulo 5: Árboles en el bosque de Sara Ana.

Árboles de “sombra”

En 1977, como todo cuando está naciendo, era menester escoger un nombre para la asociación que se estaban formando a partir de las doce cooperativas productoras de cacao en Alto Beni. “El ceibo” fue el nombre elegido; haciendo referencia a las especies de sombra con flores rosadas - rojas hermosas del género *Erythrina* de la familia leguminosa. Al parecer, se escogió este nombre debido a que el ceibo es un árbol que crece rápido, puede cuidarse solo (con sus agujones), mejora las condiciones del suelo y sobre todo, porque protege al cacao.

Resulta interesante que una planta cuide de otra, pero justamente una de las virtudes más importantes de los árboles de sombra es que reducen el estrés hídrico que puede generar la excesiva radiación y el viento sobre el cacao y otras especies (Beer 1987). En Sara Ana se pudo constatar con las mediciones de Niether *et al.* (2017b) y datos no publicados, casi tres grados Celsius de diferencia en la temperatura máxima entre monocultivos y sistemas agroforestales y sobre todo mucha variación en la temperatura del suelo en monocultivos en contraste con la estabilidad que muestran los sistemas agroforestales. Así como los árboles evitan la evaporación, al estar tan cerca de los árboles de cacao se podría especular que estos limitan la cantidad de agua que consume el cacao. Los estudios de Niether *et al.* (2017a) parecen indicar que este problema no llega a ocurrir de manera sustancial en sistemas agroforestales debido a que el cacao y los árboles de sombra utilizan agua de distintos estratos del suelo.

La amplia diversidad de especies del género *Inga* (5 especies en cultivos, 3 introducidas al Alto Beni pero nativas para Bolivia), es una potencialidad para su uso en agroforestería, ya que poseen diversas características morfológicas y ecológicas. En este sentido, Campos (2020) opina después de analizar las copas de los árboles de Sara Ana que se pueden seleccionar especies de *Inga* en base a los niveles de sombra requeridos, específicamente indica que *I. ingoides* e *I. marginata* poseen copas amplias (alto grado de sombra) a diferencia de *I. spectabilis* (Figura 11).

Ciclo del carbono y cambio climático.

Los sistemas agroforestales han sido valorados como una importante estrategia en contra de los efectos del cambio climático porque pueden permitir mayor resistencia a una sequía (Schwendenmann *et al.* 2010) además que fijan carbono atmosférico. En Alto Beni se estima

que monocultivos y sistemas agroforestales pueden albergar 86 y 134 toneladas de carbono por hectárea respectivamente, donde resaltan leguminosas como el “huasicucho” *Centrolobium microchaete*, el “toco” *Schizolobium parabyba* y la “vilca” *Anadenanthera colubrina* (Jacobi *et al.*, 2014). Localmente en Sara Ana en los cultivos se llega a albergar 7 y 26 toneladas de carbono por hectárea en monocultivos y sistemas agroforestales respectivamente (Schneidewind *et al.* 2018). En Sara Ana han implementado leguminosas como el “huasicucho”, el “roble” *Amburana cearensis* (Figura 12) y el “paquí” *Hymenaea courbaril*, de las que se ha observado un rápido crecimiento y que generalmente viven en bosques secos. Así también presentan un rápido crecimiento los “tocos”, el termino que hace referencia a especies con gran cantidad de foliolos medianos, *Schizolobium parabyba* y *Stryphnodendron purpureum*.

En mucha mayor magnitud que los sistemas agroforestales, los bosques fijan importantes cantidades de carbono. Realizando un sencillo cálculo con los datos de un árbol de Sara Ana y las ecuaciones de Chave *et al.* (2005) observamos que solo una *Swartzia* gigante (Figura 13) almacena alrededor de cinco toneladas de carbono, que corresponde a casi la cantidad de carbono que almacenan todos los árboles de cacao en una hectárea de monocultivo (Schneidewind *et al.* 2018).

Fijación de nitrógeno

Muchas especies de leguminosas poseen bacterias simbiotes en los nódulos de sus raíces que les permiten conseguir nitrógeno directamente del aire. La fijación de nitrógeno es importante en etapas iniciales e intermedias de sucesión mientras que en bosques maduros este proceso se da en menor magnitud (Barron *et al.* 2011). Así también la composición de árboles varía en función de la sucesión, desapareciendo las especies fijadoras a medida que transcurre el tiempo (Gehring *et al.* 2005). Quizá por ello *Senegalia* y *Albizia* tienen mucha menor presencia dentro de los bosques maduros y resultan importantes en bosques secundarios.

En el caso de sistemas agroforestales, en Costa Rica, los ceibos *Erythrina poeppigiana* llegan a fijar 60 kg de nitrógeno por hectárea al año y un tipo de pacay extranjero: *Inga jinicuil* de 35–40 Kg hectárea año (Beer *et al.* 1997). En los sistemas agroforestales de Sara Ana las leguminosas generan la mayor parte de la hojarasca y de los restos de la poda. Toda esta materia orgánica retorna al suelo 50 Kg de nitrógeno por hectárea-año (Schneidewind *et al.* 2018). No se conoce que porcentaje de este nitrógeno ha sido fijado atmosféricamente. Es importante acotar que la

principal fuente de nutrientes del suelo proviene de la hojarasca y de los restos de poda. (Salgado-Mora *et al.* 2009). En Alto Beni se identificó entre las especies que más rápido se descomponen, a dos leguminosas: el ceibo *Erythrina poeppigiana* y la “quina quina” *Myroxylon balsamum* (Villegas 2008).

Recursos para animales

Las leguminosas constituyen recursos para distintos grupos de animales, en algunos casos la relación es muy estrecha como el caso de especies de lepidópteros que en sus etapas de oruga se alimentan exclusivamente de leguminosas; *Morpho achilles*, una vistosa mariposa que se encuentra presente en Sara Ana (Cartagena *et al.* 2021) y se alimenta de leguminosas (Blandin *et al.* 2014).

En el caso de la polinización, las relaciones son menos estrechas, pero aun así existe cierta especificidad sobre las leguminosas. Por ejemplo, el “ceibo” posee una flor con una estructura diseñada para colibríes, específicamente una forma algo tubular y de color rojo (los insectos no pueden distinguir este color). Las especies de *Inga* con flores pequeñas suelen ser polinizadas por insectos, mientras que flores más grandes se relacionan con murciélagos (Pennington 1997) e incluso posiblemente con monos (Marín-Gómez 2008). Por otro lado las especies de *Senna* poseen un sistema de polinización por vibración; cuando un abejorro o una melipona “vibran” cerca de las flores rompen las tapaduras de los poros de los estambres de estas especies, liberando así el polen. Esto es importante ya que se mostró en ecosistemas de sabanas que la presencia heliófilas de *Senna* eran primordiales para mantener a los polinizadores del maracuya (planta auto incompatible y que existe en Sara Ana) (Giannini *et al.* 2013).

Similarmente se registraron 29 especies con nectarios extra-florales, sobre todo dentro del clado *Caesalpinoideae sensu stricto*. Esta es una adaptación que permite a las especies reclutar hormigas para defender sus hojas de posibles depredadores (Figura 9 y 10). En las plantas que poseen estas estructuras en Sara Ana generalmente se observan distintas especies de hormigas, (no suelen ser las mismas especies lo que indica una relación con un bajo grado de especificidad). Esta relación podría ser útil de alguna manera. De la Fuente & Marquis (1999) mostraron que aquellos árboles de *Stryphnodendron microstachyum* donde las hormigas no podían ingresar, eran más depredados por herbívoros, crecían más lento y eran más atacados por hongos que aquellos árboles donde las hormigas

ingresaban normalmente, en base a estos resultados sugieren utilizar este tipo de árboles para reducir el daño que generan los herbívoros.

5. Conservación

Una amenaza: Tala selectiva

Como se evidencia en el capítulo de árboles del bosque, además de la deforestación, algunos árboles son amenazados de manera particular por la tala selectiva. El “roble” *Amburana cearensis* (Figura 12) es una leguminosa que a nivel mundial se encuentra “en peligro”, en Bolivia se la considera en preocupación menor en 2005 (Mostacedo & Rumiz 2010) En Alto Beni existen algunos lugares donde existen robles de manera natural, aunque no se conoce si en los Bosques de Sara Ana existía naturalmente.

La “quina quina” *Myroxylon balsamun*, es un árbol con una madera dura (densidad de 0.81g/cm^3), famosa por su durabilidad, que en las últimas décadas ha sido ignorada por que generaba daños en las sierras de carpintería. No obstante, debido a la adquisición de nuevos tipos de sierra en Bolivia, es posible que esta especie así como otras “maderas duras”, se vean amenazadas en un futuro.

¿Leguminosas invasoras?

Algunas especies introducidas en una nueva región (de hecho muy pocas) pueden generar importantes cambios en ecosistemas nivel local, ampliar su rango geográfico rápidamente o ambos. Dicho esto, entran en escena dos especies de “coberturas vivas”, “glicine” *Neonotonia wightii* o el “kudzu” *Pueraria phaseoloides* (Figura 14) que son provenientes de Asia y Centroamérica respectivamente. Se usan para impedir el asentamiento de especies molestas en cultivos de cítricos y cacao, así como enriquecer el suelo. Estas especies han “escapado” de los cultivos. En algunas costas del río Alto Beni se ha visto poblaciones de kudzu en altas densidades, y en los bordes de barbechos a se ha visto a la glicine. No se conoce el impacto que están ocasionando estas especies sobre la flora y fauna local. Es un importante punto a estudiar debido a que el kudzu ha sido reportada como una agresiva invasora en otras regiones del mundo como la India (Sankaran *et al.* 2014) y México (Blanco *et al.* 2012). Así también se ha demostrado, que una intervención temprana

en el manejo de una especie introducida puede ser una gran medida. Por ejemplo en Galápagos, en base al conocimiento de la invasividad de esta especie, se ha realizado importantes campañas para su eliminación y control (Soria *et al.* 2002).

Bibliografía

- Adams, M. A., T. L. Turnbull, J. I. Sprent & N. Buchmann. 2016. Legumes are different: Leaf nitrogen, photosynthesis, and water use efficiency. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4098-4103.
- Azani, N., M. Babineau, C. D. Bailey, H. Banks, A. R. Barbosa, R. B. Pinto, J. S. Boatwright, L. M. Borges, G. K. Brown & A. Bruneau. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny: The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). *Taxon*, 66(1), 44-77.
- Barron, A. R., D. W. Purves & L. O. Hedin. 2011. Facultative nitrogen fixation by canopy legumes in a lowland tropical forest. *Oecologia*, 165(2), 511-520.
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass & E. Somarriba. 1997. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, 38(1-3), 139-164.
- Blanco, J. S., C. S. Blanco, M. S. Sousa & F. J. E. García. 2012. Assessing introduced Leguminosae in Mexico to identify potentially high-impact invasive species. *Acta Botanica Mexicana*, 100, 41-78.
- Blandin, P., C. Ramirez, S. Gallusser & G. Lachaume. 2014. Premières observations de la chenille de *Morpho achilles*: comparaison avec *Morpho belenor* et *Morpho granadensis* (Lepidoptera, Nymphalidae, Morphinae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 119(3), 323-328.
- Campos, C., Paredes, S., Seidel, R. & N. Chapi. 2010. Evaluación de la vegetación arbórea del Bosque de Sara Ana. *Biodiversidad y Ecología en Bolivia –Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología–*, p. 108-125.
- Campos, C. 2020. Características morfométricas de tres especies de pacay (*Inga spp.*) que afectan la calidad de la sombra

- en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*). AGRO-ECOLÓGICA 2:17-17.
- Cartagena, I.L., K. Naoki, A. Rico-Cernohorska, F. Guerra-Serrudo & L.F. Pacheco. 2021. Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Nymphalidae) en bosques y cultivos de cacao en un área de bosque amazónico basimontano en Bolivia. Ecología Austral 31:225-241.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus & T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia, 145(1), 87-99.
- De la Fuente, M. A. S. & R. J. Marquis. 1999. The role of ant-tended extrafloral nectaries in the protection and benefit of a Neotropical rainforest tree. Oecologia, 118(2), 192-202.
- GBIF.org. 2020. GBIF Occurrence download <https://doi.org/10.15468/dl.uaqycx>, <https://doi.org/10.15468/dl.fvbsy8>
- Gehring, C., P. L. Vlek, L. A. de Souza & M. Denich. 2005. Biological nitrogen fixation in secondary regrowth and mature rainforest of central Amazonia. Agriculture, ecosystems & environment, 111(1-4), 237-252.
- Giannini, T. C., A. L. Acosta, C. I. da Silva, P. E. A. M. de Oliveira, V. L. Imperatriz-Fonseca & A. M. Saraiva. 2013. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. Agriculture, ecosystems & environment, 171, 39-46.
- Gianoli, E. 2004. Evolution of a climbing habit promotes diversification in flowering plants. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 271(1552), 2011-2015.
- Jacobi, J., C. Andres, M. Schneider, M. Pillco, P. Calizaya & S. Rist. 2014. Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. Agroforestry systems, 88(6), 1117-1132.
- Koenen, E. J. M., J.M. De Vos, G. W. Atchison, M. F. Simon, B. D. Schrire, E. R. De Souza, de L. P. Queiroz & C. E. Hughes. 2013. Exploring the tempo of species diversification in legumes. South African Journal of Botany, 89, 19-30.
- Kursar, T. A., K. G. Dexter, J. Lokvam, R. T. Pennington, J. E. Richardson, M. G. Weber, E. T. Murakami, C. Drake, R. McGregor & P. D. Coley. 2009. The evolution of antiherbivore defenses and their contribution to species coexistence in the tropical

- tree genus *Inga*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(43), 18073-18078.
- Marín-Gómez, O. H. 2008. Consumo de néctar por *Aotus lemurinus* y su rol como posible polinizador de las flores de *Inga edulis* (Fabales: Mimosoideae). Neotropical Primates, 15(1), 30-32.
- Markesteyn, L., L. Poorter & F. Bongers. 2007. Light-dependent leaf trait variation in 43 tropical dry forest tree species. American Journal of Botany, 94(4), 515-525.
- Mostacedo, B. & D. Rumiz. 2010. Estimación del estado de conservación de las especies maderables de la Chiquitanía en Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 28, 43-52.
- Niether, W., U. Schneidewind, L. Armengot, N. Adamtey, M. Schneider & G. Gerold. 2017a. Spatial-temporal soil moisture dynamics under different cocoa production systems. Catena, 158, 340-349.
- Niether, W., Smit, I., Armengot, L., Schneider M., Gerold G. & E. Pawelzik. 2017b. Environmental Growing Conditions in Five Production Systems Induce Stress Response and Affect Chemical Composition of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Beans. J. Agric. Food Chem. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b04490
- Pennington, T. D. 1997. The genus *Inga*: Botany. Royal Botanic Gardens.
- Salgado-Mora, M. G., S. Espinosa-Zaragoza, S. Moreno-Limón & J. López-Olguín. 2009. Cuantificación, descomposición y contenido nutrimental de hojarasca en dos sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.). Quehacer Científico en Chiapas, 1(7), 10-15.
- Sankaran, K. V., T. V. Sajeev, & T. A. Suresh. 2014. Invasive plant threats to forests in the humid tropics: A case study from Kerala State, India. Invasive Alien Species Management.
- Schneidewind, U., W. Niether, L. Armengot, M. Schneider, D. Sauer, F. Heitkamp & G. Gerold. 2018. Carbon stocks, litterfall and pruning residues in monoculture and agroforestry cacao production systems. Experimental Agriculture, 55(3), 452-470.
- Schwendenmann, L., E. Veldkamp, G. Moser, D. Hölscher, M. Köhler, Y. Clough, I. Anas, G. Djajakirana, S. Erasmi & D. Hertel. 2010. Effects of an experimental drought on the functioning

- of a cacao agroforestry system, Sulawesi, Indonesia. *Global Change Biology*, 16(5), 1515-1530.
- Soria, M., M. R. Gardener & A. Tye. 2002. Eradication of potentially invasive plants with limited distributions in the Galapagos Islands. *Turning the tide: the eradication of invasive species*, 287-292.
- Villegas, R. 2008. Descomposición de las hojas del cacao y de seis especies arbóreas, solas y en mezcla en Alto Beni, Bolivia. Tesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Yagi, S. M., S. E. Tigani & S. E. I. Adam. 1998. Toxicity of *Senna obtusifolia* fresh and fermented leaves (kawal), *Senna alata* leaves and some products from *Senna alata* on rats. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(5), 324-330.



Figura 4: Fruto de leguminosa arbórea.



Figura 5: *Senegalia lorentensis*: (A) flores y (B) tronco con aguijones y (C) Hoja juvenil (en la hoja adulta los folíolos son más pequeños).



Figura 6: Wayruru o *Ormosia bopiensis*: (A) flores y (B) fruto.



Figura 7: Flor de *Senna ruiziana*.

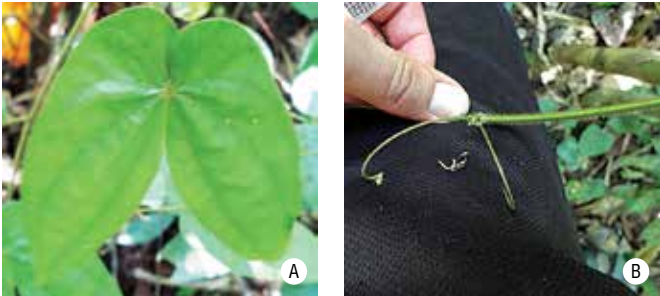


Figura 8: *Schnella guianensis*: (A) hoja y (B) zarcillos.

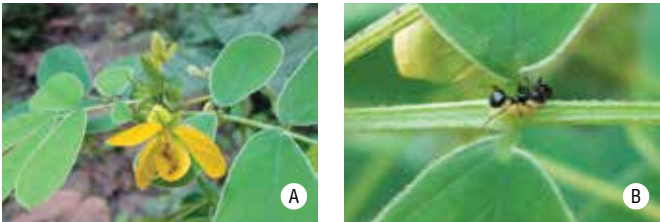


Figura 9: *Senna obtusifolia*; (A) flor y hojas y (B) acercamiento del nectario extrafloral.

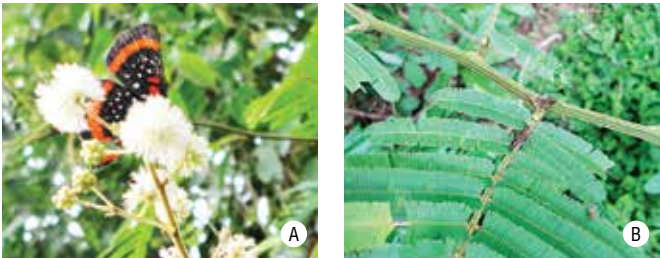


Figura 10: *Senegalia tenuifolia*: (A) flores con mariposas y (B) hojas con hormigas bebiendo de los nectarios extraflorales.



Figura 11. Copa de *Inga spectabilis*.



Figura 12. Tronco y copa del roble *Amburana cearensis*.



Figura 13. Detalle del tronco de una *Swartzia cf.* del bosque.



Figura 14. Kudzu *Pueraria phaseoloides*.

CAPÍTULO 8

Briófitas de Sara Ana

Claudia Aldana M. & Silvia C. Gallegos

1. Características generales del grupo

Las briófitas son plantas muy pequeñas y de estructura sencilla que suelen pasar inadvertidas cuando observamos los paisajes, pero que cumplen funciones ecológicas muy importantes sobre todo para la conservación del agua y el suelo (Gradstein *et al.* 2001). Este grupo reúne a las hepáticas (Marchantiophyta), antoceros (Anthocerotae) y musgos (Bryophyta), y se las considera las plantas terrestres más antiguas (So 1995). Carecen de flores y se reproducen a través de esporas, en lugar de raíces tienen rizoides que sirven más para sujeción que para nutrición, no tienen un tejido conductor especializado ya que realizan la absorción de nutrientes y agua a través de toda su superficie (Churchill & Linares 1995). Habitan sobre rocas, suelo, troncos y ramas de árboles donde pueden formar comunidades extensas (Costa *et al.* 2010)

En todo el mundo se conocen alrededor de 14.000 especies de briófitas. La región Neotropical tiene gran diversidad de briófitas, aproximadamente con 4.000 especies. En Bolivia están registradas 1.450 especies, de las cuales 500 son hepáticas y 950 son musgos. Esta cifra representa un 10% de la riqueza mundial de especies (Churchill *et al.* 2018).

Las briófitas están distribuidas ampliamente en diversos ecosistemas, ya que pueden tolerar condiciones ambientales extremas. Muestran preferencia por sitios húmedos debido a que necesitan agua para su fecundación y tienen poco control sobre la deshidratación. A pesar de esta dependencia hacia el agua, han desarrollado tolerancia a largos periodos

de desecación y luego, al hidratarse nuevamente, activan su metabolismo de manera normal (Costa *et al.* 2010).

Las funciones ecológicas que cumplen las briófitas son variadas. Colonizan áreas sin vegetación donde otras plantas no pueden llegar (como rocas desnudas) y modifican las condiciones del suelo aportando materia orgánica que permite la germinación y establecimiento de plantas vasculares. Interceptan agua de la lluvia evitando escorrentías que erosionan el suelo. Su capacidad de retención de agua las hace importantes en el balance hídrico del bosque, ya que mantienen la humedad atmosférica al evaporarse poco a poco el líquido que atraparon. Además, forman microambientes que son hábitats para artrópodos y otros animales pequeños (Gradstein *et al.* 2001).

Para caracterizar la composición y riqueza de especies de briófitas en los alrededores de la estación de Sara Ana, se colectaron todas las morfoespecies consideradas diferentes dentro del bosque primario y bosque secundario. Además, la lista incluye especies de briófitas encontradas en los alrededores del área de Sara Ana en diferentes expediciones.

2. Riqueza de especies y composición

En el área de Sara Ana y sus alrededores, se identificaron 115 especies de briófitas, de las cuales 52 son hepáticas, 63 musgos y no se registraron antoceros. Se encontró una mayor cantidad de especies de musgos y hepáticas en el bosque, especialmente en la ladera más húmeda, lo cual concuerda con la preferencia de las briófitas por los ambientes más húmedos.

La familia de hepáticas con mayor riqueza de especies fue Lejeuneaceae con 29 especies (Tabla 1 ver anexos). Lejeuneaceae es una gran familia tropical con unas 1.400 especies y 140 especies registradas en Bolivia (Churchill *et al.* 2009). Se caracterizan por ser plantas diminutas, verdes pálidas, amarillentas o blanquecinas, con dos a tres filas de hojas muy pequeñas. La mayoría de las especies son epífitas, se encuentran sobre troncos, ramas y hojas de árboles (Gradstein *et al.* 2001).

Las familias de musgos más ricas en especies fueron Dicranaceae, Pilotrichaceae y Thuidiaceae con cinco especies cada una (Tabla 1 ver anexos). Dicranaceae está distribuida en todo el mundo, reúne a más de 1.000 especies y es considerada la tercera familia más numerosa del país, con aproximadamente 85 especies (Churchill *et al.* 2009). Se caracterizan

por ser musgos verdes, amarillos o dorados, erguidos, generalmente con hojas agregadas. La familia Pilotrichaceae tiene distribución tropical y es una de las familias con mayor riqueza de especies en Bolivia, con 50 especies (Churchill *et al.* 2009). Estos musgos se los reconoce por tener hojas con dos costas (pequeñas nervaduras) cortas (Vaz-Imbassahy & Costa 2008). Finalmente, la familia Thuidiaceae se encuentra en regiones tropicales y templadas, con 14 especies registradas en el país (Churchill *et al.* 2009). Los musgos de esta familia se distinguen por su color verde olivo, amarillento, marrón a dorado, tallos muy ramificados y hojas papilosas (Churchill *et al.* 2018).

3. Características biogeográficas

La diversidad encontrada en la zona es en general baja, lo cual puede responder a la influencia amazónica que tienen los bosques del pie de monte (Beck *et al.* 1993), ya que Gradstein *et al.* (2001) y Churchill *et al.* (2009) señalan que la diversidad de musgos en la Amazonia es relativamente baja, donde normalmente se pueden encontrar entre 40 y 50 especies. Por otro lado, Churchill *et al.* (2009), sugiere que los Andes tropicales son alrededor de 4,4 veces más diversos que la Amazonia, y que tanto musgos como hepáticas alcanzan su máxima diversidad en las regiones montañas de los Andes tropicales. Por estas razones, se esperaba que el número de especies registradas en Sara Ana sea mayor al encontrado en trabajos realizados en el bosque amazónico, puesto que esta localidad se ubica en el pie de monte, el cual presenta influencias florísticas del bosque amazónico y el bosque montano de Yungas (Beck *et al.* 1993, Gradstein *et al.* 2001).

Los musgos encontrados en Sara Ana y sus alrededores tienen amplia distribución en las ecoregiones del país, con varias especies comunes en los bosques montanos (Churchill *et al.* 2009).

4. Preferencia de hábitat de las especies encontradas

En el bosque primario se encontraron 15 especies de hepáticas y 21 de musgos (Figura 1). Dentro del bosque secundario se encontraron cinco especies de hepáticas y cinco de musgos. Solamente una especie de hepática (*Radula* sp.2) y una especie de musgo (*Neckeropsis* cf.

undulata) estuvieron presentes tanto en el bosque primario como en el secundario. Todas las demás especies de musgos y hepáticas se encontraron solamente en un tipo de hábitat (bosque primario o secundario) (Tabla 1 ver anexos).

El 57% de las briófitas dentro del bosque primario fueron encontradas sobre rocas, 33% sobre la corteza de los árboles y el 10% sobre arcilla. El 100% de los individuos encontrados en el bosque secundario se encontraban sobre la corteza de los árboles.

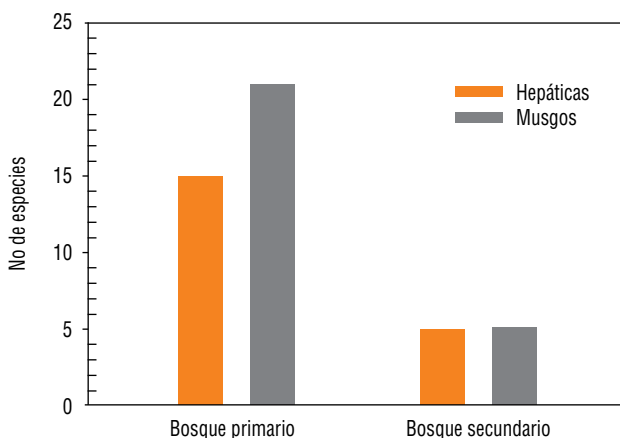


Figura 1. Número de especies de musgos y hepáticas por hábitat

En general, se observó una mayor diversidad y abundancia de especies dentro del bosque primario en comparación con el bosque secundario (Figura 1). Las condiciones de mayor sombra, humedad y diversidad de micro ambientes dentro del bosque primario permiten que exista una mayor representación de las briófitas dentro de él (Gradstein *et al.* 2001, Churchill *et al.* 2009). Por el contrario, la menor humedad y elevada radiación dentro del bosque secundario, además del menor diámetro de los individuos que les sirven como sustrato en comparación a los del bosque primario, hacen que la diversidad de briófitas dentro del bosque secundario sea menor.

Entre las hepáticas colectadas en el bosque primario, se observaron dos especies de *Marchantia* (Figura 2), un género relacionado a sitios muy húmedos, asociado al bosque montano y raro en el bosque amazónico. No es raro que una de las familias más comunes en el bosque primario de Sara Ana haya sido Lejeuneaceae, ya que la mayoría de sus especies son epífitas. Por otra parte, el género *Frullania*, encontrado exclusivamente

en el bosque secundario, está adaptado a sitios expuestos que reciben fuerte radiación (Gradstein *et al.* 2001).

Al analizar los índices de similitud, estos en general fueron muy bajos, entre 4,5% y 8,7%, resaltando la diferencia en la composición de especies del bosque primario y secundario. La elevada disimilitud en la composición de especies, o diversidad beta, encontrada en el presente trabajo responde al patrón encontrado por Churchill *et al.* (1995), quien sugiere que la diversidad alfa en los Andes tropicales es similar a otros bosques (p.e. bosques de tierras bajas), pero que la diversidad beta es significativamente mayor, tomando en cuenta la diferencia de las especies dentro y entre los gradientes altitudinales y ecoregionales presentes en los Andes tropicales. De esta manera, la gran diferencia en la composición de especies entre el bosque primario y secundario responde a la diferencia de temperatura y humedad, y a la mayor variedad de sustratos en el bosque, donde se pudieron encontrar especies habitando en cortezas, rocas y arcilla.

5. Usos de las briófitas

Debido a que son organismos muy sensibles a los cambios ambientales, las briófitas han sido utilizadas ampliamente como bioindicadores (Costa *et al.* 2010). Este grupo de plantas es muy útil en estudios de cambio climático dada su reacción directa ante las variables climáticas y por tener un ciclo de vida corto. También son buenas indicadoras de microclimas y zonación altitudinal. Pueden ser empleadas como indicadoras de polución del aire y agua ya que acumulan moléculas contaminantes en sus células sin incorporarlas en su metabolismo (Frahm 2003). Esta última característica, las convierte en potenciales limpiadoras de residuos tóxicos de efluentes industriales, metales pesados, detergentes, tinturas, aceites e incluso aire de las ciudades (Glime 2007).

La horticultura tiene una larga tradición en el uso de briófitas. En Japón se cultivan musgos para crear una sensación de serenidad en los jardines. Son útiles como enriquecedoras de suelo y para el envío de plantas vivas (Glime 2007). En el cultivo agroecológico de vainilla forman parte de un buen sustrato (Paniagua *et al.* 2013). La presencia de briofitas en el suelo podría retener la humedad de la hojarasca, este factor favorece el incremento de polinizadores en los cultivos agroecológicos de cacao (Bravo *et al.* 2011). Pueden emplearse para acelerar el desarrollo de vegetación para estabilizar taludes a los lados de los caminos.

El musgo más utilizado por tener propiedades absorbentes es *Sphagnum* (Figura 2). Durante la primera guerra mundial se elaboraron vendajes quirúrgicos con *Sphagnum* llegando a ser mejores que los de algodón debido a los compuestos antibióticos que posee. Además, fue aprovechado como relleno de almohadas, colchones, plantillas de zapatos y botas de montaña. En otras especies de briófitas también se encontraron compuestos con actividad antibiótica y antitumoral, su uso medicinal es común en India, China y América desde tiempos inmemoriales (Glime 2007).

6. Conservación y amenazas

Las briófitas son herramientas muy valiosas para evaluar estados de conservación ya que responden a las perturbaciones ambientales. La base para realizar estos estudios es una clasificación en categorías de acuerdo a estándares internacionales para la conservación de especies (Costa *et al.* 2010). Para esta clasificación se necesita tener un buen conocimiento de la frecuencia y distribución de las especies, en Bolivia se conoce el estado de conservación solo de los musgos endémicos. Aún se precisan estudios adicionales para comprender mejor la diversidad de briófitas del país, este entendimiento depende mucho de los avances en taxonomía y del nivel de esfuerzos de inventario que aún se encuentran en etapa de exploración (Aldana *et al.* 2011).

La principal amenaza que tienen las briófitas es la pérdida de hábitat por la deforestación que se ha incrementado de manera acelerada en los últimos años (Churchill *et al.* 2009). Otra amenaza es la extracción de turba formada tras muchos años de acumulación de materia orgánica proveniente de las colonias de briofitas. El uso de musgos en la decoración de arreglos navideños también pone en peligro a este grupo de plantas (Glime 2007).

Bibliografía

- 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.
- Beck, S.G., T.J. Killen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. pp. 6-24. En: Killen, 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.
- Bravo M., J.C., E. Somarriba & G. Arteaga. 2010. Factores que afectan la abundancia de insectos polinizadores del cacao en sistemas agroforestales. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 28(1): 119-131
- Churchill, S.P., C. Aldana M., E. Calzadilla, I. Linneo, S. Carreño & Y. Inturias. 2018. Bolivia Bryophyte Project. Bryophyte of Bolivia. Recuperado de: <http://www.tropicos.org/project-webportal.aspx?pagename=About&projectid=16>
- Churchill, S.P. & E.L. Linares. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo Granatensis: Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Biblioteca José Jerónimo Triana. Tomo I y II. Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 924 p.
- Churchill, S.P., N. Sanjines A. & C. Aldana M. 2009. Catálogo de las Briofitas de Bolivia: La Diversidad, Distribución y Ecología. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. La Rosa Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 340 p.
- Costa, D.P., J. Almeida, N. Dias, S.R. Gradstein & S.P. Churchill. 2010. *Manual de Briología*. Editora Interciencia Ltda. Rio de Janeiro, Brasil. 200 pp.
- Frahm, J.-P. 2003. *Manual of Tropical Bryology*. *Tropical Bryology* 23: 1-195.
- Glime, J.M. 2007. Economic and Ethnic Uses of Bryophytes. En: *Flora of North America Editorial Committee*, eds. *Flora of North America North of Mexico*. New York & Oxford. Vol 27, pp. 14-41.
- Gradstein, S.R., S.P. Churchill & N. Salazar Allen. 2001. A guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of the New York Botanical*, volume 86.
- Paniagua V., A., B. Azofeifa B. & J.A. García G. 2013. Cultivo de la vainilla orgánica en sistemas agroforestales. *Universidad en Diálogo* 3(1): 31-46.
- So, M.L. 1995. *Mosses and Liverworts of Hong Kong*. Heavenly People Depot, Hong Kong Baptist University, Hong Kong. 162 pp.
- Vaz-Imbassahy, T. d. F. & D. P. Costa. 2008. New combinations and new synonyms in Pilotrichaceae (Bryophyta). *Nova Hedwigia* 87: 237-246.



Figura 2: Hepáticas: (A) *Marchantia* sp. (B) *Plagiochila* sp.
Musgos: (C) *Polytrichaceae* (D) *Sphagnum* sp.

ANEXO

Especies de briófitas de Sara Ana y su preferencia de hábitat
La lista también incluye otras especies encontradas en la región de Alto Beni

Familia	Especie	Bosque primario	Bosque secundario
Hepáticas			
Aneuraceae	<i>Aneura</i> cf. <i>pinguis</i>	X	
Frullaniaceae	<i>Frullania</i> sp. 1		X
Frullaniaceae	<i>Frullania</i> sp.		X
Geocalycaceae	<i>Pachyglossa</i> sp. 1	X	
Gymnomitriaceae	<i>Marsupella</i>		
Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
Lejeuneaceae	<i>Amphilejeunea reflexistipula</i>		
Lejeuneaceae	<i>Anoplolejeunea conferta</i>		
Lejeuneaceae	<i>Aphanolejeunea camillii</i>		
Lejeuneaceae	<i>Aphanolejeunea clavatopapillata</i>		
Lejeuneaceae	<i>Archilejeunea auberiana</i>		
Lejeuneaceae	<i>Bryopteris diffusa</i>		

Familia	Especie	Bosque primario	Bosque secundario
Lejeuneaceae	<i>Ceratolejeunea cornuta</i>		
Lejeuneaceae	<i>Cheilolejeunea trifaria</i>		
Lejeuneaceae	<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i>		
Lejeuneaceae	<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i>		
Lejeuneaceae	<i>Diplasiolejeunea unidentata</i>		
Lejeuneaceae	<i>Drepanolejeunea inchoata</i>		
Lejeuneaceae	<i>Frullanoides densifolia</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea caespitosa</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea cephalandra</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea cf. phyllobola</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea flava</i>	X	
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea laetevirens</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea trinitensis</i>		
Lejeuneaceae	<i>Lepidolejeunea eluta</i>		
Lejeuneaceae	<i>Leptolejeunea elliptica</i>		
Lejeuneaceae	<i>Leptolejeunea excellata</i>		
Lejeuneaceae	<i>Leucolejeunea</i> sp. 1	X	
Lejeuneaceae	<i>Leucolejeunea</i> sp.2	X	
Lejeuneaceae	<i>Lopholejeunea subfusca</i>		
Lejeuneaceae	<i>Marchesinia brachiata</i>		
Lejeuneaceae	<i>Odontolejeunea rhomalea</i>		
Lejeuneaceae	<i>Pluvianthus</i> sp.	X	
Lejeuneaceae	<i>Symbiezidium transversale</i>		
Lepidoziaceae	<i>Bazzania bidens</i>		
Lophocolaceae	<i>Leptoscyphus porphyrius</i>		
Lophocolaceae	<i>Lophocolea bidentata</i>		
Marchantiaceae	<i>Marchantia</i> sp. 1	X	
Marchantiaceae	<i>Marchantia</i> sp. 2	X	
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria</i>		
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila disticha</i>		
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> cf. <i>martiana</i>	X	
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> cf. <i>montajnei</i>	X	
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila ovata</i>		
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> sp. 1	X	
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> sp. 2		X
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> sp. 3	X	
Radulaceae	<i>Radula javanica</i>		
Radulaceae	<i>Radula</i> sp. 1		X
Radulaceae	<i>Radula</i> sp. 2	X	X
Ricciaceae	<i>Riccia</i> cf. <i>bahiensis</i>	X	
Ricciaceae	<i>Riccia</i> sp. 1	X	

Familia	Especie	Bosque primario	Bosque secundario
Musgos			
Amblystegiaceae	<i>Campylium chrysophyllum</i>		X
Amblystegiaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>		
Bartramiaceae	<i>Leiomela bartramoides</i>		
Bartramiaceae	<i>Philonotis</i>		
Brachytheciaceae	<i>Meteoridium</i> sp.	X	
Bryaceae	<i>Bryum</i>		
Calymperaceae	<i>Calymperes afzelii</i>		
Calymperaceae	<i>Syrrhopodon</i>		
Daltoniaceae	<i>Actinodontium sprucei</i>		
Daltoniaceae	<i>Lepidopilum amplirote</i>		
Dicranaceae	<i>Atractylocarpus</i>		
Dicranaceae	<i>Campylopus</i>		
Dicranaceae	<i>Dicranella</i>		
Dicranaceae	<i>Holomitrium arboreum</i>		
Dicranaceae	<i>Ochrobryum gardneri</i>		
Entodontaceae	<i>Entodon serrulatus</i>	X	
Fissidentaceae	<i>Fissidens</i> cf. <i>dubius</i>	X	
Fissidentaceae	<i>Fissidens</i> cf. <i>papillosus</i>	X	
Fissidentaceae	<i>Fissidens</i> cf. <i>scariosus</i>	X	
Helicophyllaceae	<i>Helicophyllum torquatum</i>		
Hookeriaceae	<i>Hookeriaceae</i>		
Hypnaceae	<i>Isopterygium jamaicense</i>	X	
Hypnaceae	<i>Isopterygium tenerifolium</i>	X	
Hypnaceae	<i>Isopterygium tenerum</i>	X	
Leptodontaceae	<i>Pseudocryphaea domingensis</i>		
Macromitriaceae	<i>Macromitrium stellulatum</i>		
Macromitriaceae	<i>Macromitrium</i> sp. 1	X	
Meteoriaceae	<i>Meteoridium remotifolium</i>		
Meteoriaceae	<i>Papillaria nigrescens</i>		
Meteoriaceae	<i>Zelometeorium patens</i>		
Meteoriaceae	<i>Zelometeorium patulum</i>		
Neckeraceae	<i>Neckeropsis disticha</i>	X	
Neckeraceae	<i>Neckeropsis</i> sp.	X	
Neckeraceae	<i>Neckeropsis</i> cf. <i>undulata</i>	X	X
Neckeraceae	<i>Pinnatella minuta</i>		
Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i>		
Orthotrichaceae	<i>Groutiella tomentosa</i>		
Phyllogoniaceae	<i>Phyllogonium fulgens</i>		
Pilotrichaceae	<i>Callicostella merkelii</i>		
Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon</i>		
Pilotrichaceae	<i>Lepidopilum</i> cf. <i>carneum</i>	X	
Pilotrichaceae	<i>Lepidopilum</i> sp.	X	
Pilotrichaceae	<i>Thamniopsis</i>		

Familia	Especie	Bosque primario	Bosque secundario
Polytrichaceae	<i>Pogonatum</i>		
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i>		
Polytrichaceae	<i>Porotrichodendron superbum</i>		
Polytrichaceae	<i>Porotrichum lindigii</i>		
Pottiaceae	<i>Weissia jamaicensis</i>	X	
Pottiaceae	<i>Weissia</i> sp. 1	X	
Pottiaceae	<i>Weissia</i> sp. 2	X	
Pterobryaceae	<i>Henicodium geniculatum</i>		
Pterobryaceae	<i>Hildebrandtiella guyanensis</i>		
Pterobryaceae	<i>Jaegerina scariosa</i>		
Pterobryaceae	<i>Pireella pohlii</i>		
Racopilaceae	<i>Racopilum tomentosum</i>		
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum</i> cf. <i>cuspidiferum</i>	X	
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum</i> cf. <i>galipense</i>		X
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum subpinnatum</i>		
Sematophyllaceae	<i>Taxithelium</i> cf. <i>planum</i>		X
Sphagnaceae	<i>Sphagnum boliviae</i>		
Thuidiaceae	<i>Thuidium sharpii</i>		
Thuidiaceae	<i>Cyrto-hypnum involvens</i>		X
Thuidiaceae	<i>Thuidium</i> cf. <i>delicatum</i>	X	
Thuidiaceae	<i>Thuidium</i> cf. <i>urceolatum</i>	X	
Thuidiaceae	<i>Thuidium</i> sp.	X	

CAPÍTULO 9

Líquenes de Sara Ana

Consuelo Campos Villanueva

1. Características generales del grupo

Los líquenes son organismos que surgen de la estrecha relación simbiótica entre una o más algas (mayormente Chlorophyceae^{*1}) y un hongo (Ascomycete^{*2}, rara vez Basidiomycete^{*3}). En esta asociación, el alga (fotobionte) proporciona los nutrientes a partir de la fotosíntesis, y el hongo (mycobionte) se encarga de darle al organismo la estructura y la protección contra la desecación (Fig. 1). Muchos de estos organismos se desarrollan lentamente y dependen del medio aéreo directamente para nutrirse (Rodríguez de Flakus & Flakus, 2015).

Los líquenes están presentes en la mayoría de los ecosistemas terrestres, lo que indica que la liquenización es un proceso muy eficiente que ha permitido a muchas especies de hongos y algas colonizar ambientes que les estaban vedados de forma independiente. En la actualidad se conocen unas 17.000 especies de hongos.

Los líquenes pueden colonizar infinidad de diferentes sustratos como piedra, suelo, corteza de árboles, hojas de plantas, entre los más importantes (Rodríguez de Flakus & Flakus, 2015).

Los tipos morfológicos más comunes son: costrosos^{*6}, fruticosos^{*7} y foliosos^{*8} según la estructura (Figura 1). Sin embargo, la taxonomía del grupo está basada en el micobionte (hongo) por lo que, estos tipos morfológicos son sólo una ayuda para poder reconocerlos en campo.

La Figura 3 muestra la diferencia en cobertura y frecuencia de especies de líquenes en dos tipos de hábitats: un árbol característico de

un bosque semi-natural, cuya corteza está cubierta casi en su totalidad con líquenes y otras plantas inferiores; mientras que el árbol del barbecho presenta talos de líquenes muy jóvenes y pequeños.

Los líquenes tienen características muy particulares que los vuelven excelentes biomonitores pasivos y los diferencian de otros organismos dado que:

- 1) son extremadamente sensibles a la humedad porque su metabolismo depende de la humedad (Kirschbaum, 1995, Steubing & Fangmeier, 1992);
- 2) carecen de raíz y realizan la absorción de sustancias como aire y agua por la superficie del individuo (talo);
- 3) no presentan cutícula, por lo que los contaminantes penetran intactos a las células algales y fúngicas;
- 4) no tienen sistema para excretar las sustancias y/o desechos, por lo que acumulan los contaminantes en el talo; y
- 5) su metabolismo de crecimiento es muy lento y tiene baja capacidad de reparar daños.

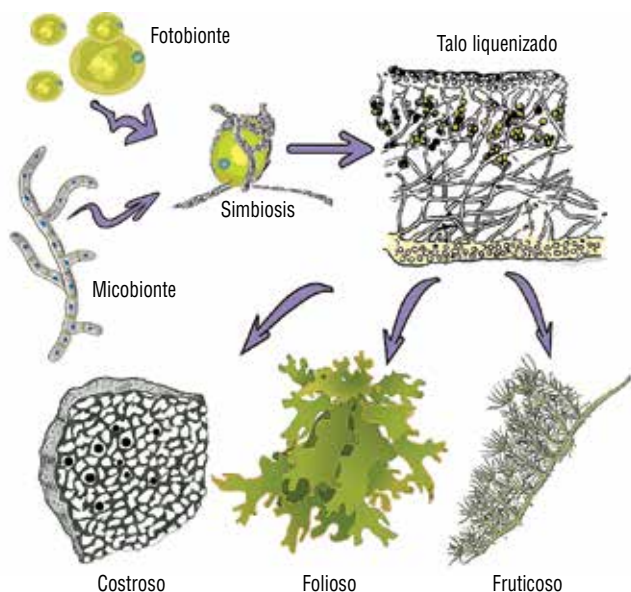


Figura 1: Formación de un líquen y tipos (Dibujo original: C. Maldonado, P. Rodríguez).¹

¹ Véase el Glosario al final del documento para los términos referidos a la descripción de líquenes.

Feurerer y colaboradores (1998) realizaron estudios de diversidad líquénica en Bolivia en 1998, cuando sólo se conocía 150 especies. Describieron 60 especies de líquenes nuevos para Bolivia y ocho nuevas para Sudamérica. Hasta ahora han sido reportadas y descritas alrededor de 1,400 especies adicionales en Bolivia. La diversidad mundial de líquenes tropicales está estimada en 13,000 especies, con alrededor de 7,000 especies presentes en el Neotrópico. Si estos estimadores son correctos, la biota de los líquenes y hongos liquenícolas en Bolivia podría alcanzar alrededor de 4,000 especies liquenizadas*⁴ y 800 especies liquenícolas*⁵ (http://bio.botany.pl/lichens_bolivia/espanol.html).

Al estar presente en casi todos los ecosistemas en el mundo, los líquenes son organismos pasivos que se desarrollan en un determinado lugar o bosque, y que por sus características biológicas absorben del ambiente todos los compuestos incluyendo los nocivos como los contaminantes derivados del chaqueo, de los automóviles, de la práctica de la minería, entre los más importantes. La reacción de estos organismos a estas actividades es morir, dejando solamente las especies más resistentes a estos contaminantes, por lo que la diversidad de especies decrece dramáticamente. Por esta razón, los líquenes son empleados para estudiar el grado de contaminación en el aire en diferentes áreas urbanas y/o forestales según la presencia o ausencia de algunas especies. Por consiguiente, se puede correlacionar directamente que a mayor número de especies de líquenes en determinada área, ésta contendrá menos contaminantes nocivos en el aire para los humanos.

Una de las ventajas del empleo de los líquenes en el biomonitoreo de la calidad del aire en bosques o áreas urbanas, se basa en la facilidad del método, ya que, al ser pasivos, se mantienen en el área por muchos años brindando información del ecosistema a lo largo de todo ese tiempo. En este marco, se puede capacitar fácilmente a personas no especializadas en conocimientos básicos para identificar y monitorear líquenes indicadores, ya que muchos de los líquenes que se usan, o pueden usarse, en el trópico son valiosos indicadores, por ejemplo, de perturbaciones forestales, y solo necesitan ser identificados a nivel de familia o género para cumplir con esa finalidad (Hawksworth *et al.*, 2005).

El estudio de la diversidad de líquenes en bosques montanos es una herramienta muy útil para determinar el estado de conservación y salud del ecosistema, brindándonos respuestas rápidas y económicas (Rodríguez Saavedra, 2009).

Solo se tiene censado el 35 % de la diversidad de líquenes esperada para Bolivia, lo que significa que aún queda mucho trabajo por realizar.

En este sentido es alarmante el hecho de que, a medida que la frontera agrícola se sigue expandiendo, crece el peligro de perder toda esa diversidad de especies sin siquiera haberla descubierto y analizado.

En el caso de los bosques yungueños, el mayor impacto sobre la distribución y abundancia de especies de líquenes es justamente la apertura de la frontera agrícola (Rodríguez Saavedra, 2009). Esta actividad milenaria es primordial para el desarrollo económico en muchas comunidades en Bolivia; sin embargo, genera un impacto fuerte en los diferentes organismos vegetales, animales y fúngicos, entre otros, que habitan estos ecosistemas y que brindan todos los componentes necesarios para que dicha actividad sea sustentable. Por ello, las parcelas de ensayo de producción de cacao a largo plazo en Sara Ana son un espacio ideal para estudiar el impacto de la agricultura en el ecosistema debido a sus características naturales y la posibilidad de monitorearlas durante muchos años.

Teniendo conocimiento de la composición de la diversidad de líquenes en la zona, se podrá determinar –con mediciones rápidas y sin costo económico– el grado de contaminación del aire en las áreas estudiadas y extrapolar esos datos a toda la región; eventualmente, en caso de que se detecte contaminación, se podrán tomar precauciones para mitigarlo y contribuir a mantener el ecosistema saludable.

2. Riqueza de especies y composición

En la región de Alto Beni, Sara Ana y sus alrededores, el mayor número de especies de líquenes se registró en el bosque, lo que posiblemente indica la afinidad de los líquenes con los ambientes más húmedos. Asimismo, se observa menor diversidad en los sitios más perturbados (barbechos). Las especies más resistentes se comportan como colonizadoras y se encuentran en lugares más secos y más expuestos a la luz solar.

Como resultado de un primer muestreo rápido, se registraron un total de 19 géneros que corresponden a 62 especies dentro de los bosques maduros semi-natural, senderos y barbechos de la zona.

Los géneros más representados fueron: *Malcollmiella*, *Pyrenula*, *Coenogonium*, con 10, 8 y 7 registros de especies, respectivamente; mientras que los menos representados fueron: *Letrouitia*, *Parmelia*, *Ochrolechia* (Figura 4, ver Anexo 2).

3. Número de especies presentes según hábitat

Los líquenes foliícolas son buenos indicadores de factores microclimáticos y de perturbaciones antropogénicas y muchas especies se restringen exclusivamente a bosques primarios. No se obtuvieron registros de líquenes foliícolas para lugares cerca a cultivos como los barbechos debido al tipo de vegetación que se encuentra en este sitio, la presencia de varios árboles frutales y la vegetación baja es muy escasa (Figura 2).

Los líquenes cortícolas (individuos que se desarrollan en la corteza de los árboles) fueron el grupo que se estudió en la zona, optando por analizar de manera preliminar los líquenes en la propia corteza del cacao.

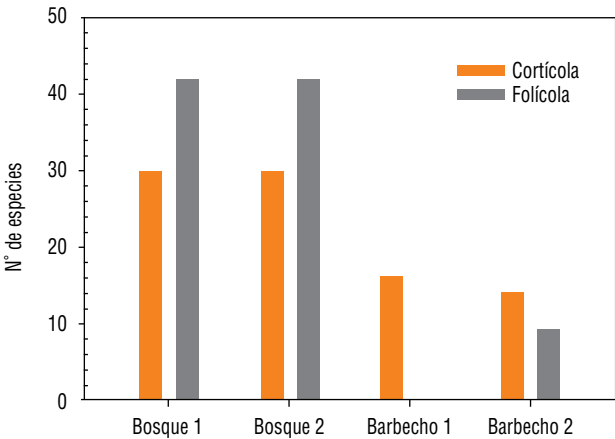


Figura 2: Número de especies de líquenes presentes en los diferentes sitios de muestreo.

En la corteza de cacao se encontraron en mayor abundancia las siguientes especies: *Coenogonium* sp., *Bacidia* sp1., *Graphis* sp. y *Cryptothecia* sp.; mientras que las menos abundantes fueron *Coenogonium* sp2., *Porina* sp., *Bacidia* cf. y *Herpothallon* sp. Estos resultados preliminares demuestran que la presencia o ausencia de los líquenes depende de la humedad, del ph de la corteza y de la estructura de la misma corteza, siendo posible que se reduzca la diversidad en estos 4 géneros nombrados (Campos Villanueva, 2012).

Si bien la edad del árbol basada en el diámetro a la altura del pecho no influye en la diversidad de líquenes, el trabajo de Nöske & Segeberg (2004), muestra que si existe una diferencia según el tipo de bosque primario o intervenido, encontrándose especies específicas de sombra

las mismas ubicadas en la base de los árboles o en las áreas ocultas de la exposición al sol que corresponden a bosque primario cuyas especies serían las más vulnerables en desaparecer por la deforestación.

Por último, es importante tomar en cuenta que con un sistema agroforestal simple a complejo, se alcanza una cobertura cerrada del dosel (70% aprox.) similar a un bosque poco intervenido, donde se podrá contar con especies de líquenes tanto de bosque como de lugares abiertos. De esta manera se podría evaluar a lo largo del tiempo la calidad del sistema a partir de la presencia y abundancia de las especies de líquenes.

Bibliografía

- Campos Villanueva, C. 2012. Informe monitoreo de líquenes en Sara Ana. FIBL. La Paz, Bolivia. 22 p.
- Feurerer T., Ahti, T. & O. Vitikainen 1998. Lichenological investigations in Bolivia. In: Marcelli MP & MRD Seaward (Eds.) Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications. São Paulo, CETESB: p. 71-86.
- Hawksworth, D., T. Iturriaga & A. Crespo 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología* 22: 71-82.
- Kirschbaum, U. 1995. The new Lichen mapping guideline VDI 3957, part 13: Updating of the old VDI 3799. Alemania.
- Nöske, N. & B. Segeberg 2004. Effekte anthropogener Störung auf die Diversität kryptogamischer Epiphyten (Flechten, Moose) in einem Bergregenwald in Südecuador. Gottigen-Alemania. Pp 101-105.
- Rodríguez Saavedra, P. 2009. Evaluación de la calidad del Aire por Bioindicación con el uso de líquenes (Bosque Húmedo Montano) en el valle del Río Huarinilla del PNANMI, Cotapata, La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Tesis de Grado para obtener el título de Licenciatura en Biología. La Paz Bolivia.
- Rodríguez de Flakus, P. & A. Flakus 2015. Líquenes y hongos liquenícolas del valle de La Paz. Pp. 227-235. En Moya, M.I., R.I Meneses & J. Sarmiento (Eds.) 2015. *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Segunda Edición.* Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia. 801 p.

Steubing L. & A. Fangmeier 1992. Líquenes como bioindicadores para la evaluación de la situación de la higiene atmosférica. Eugen Ulmer. Stuttgart, Alemania.



Figura 3: Presencia y cobertura en forofitos de líquenes cortícolas en dos diferentes sitios de muestreo: (A) Árbol cubierto de líquenes (Bosque) y (B) Árbol parcialmente cubierto de líquenes (Barbecho). Foto P. Rodríguez de Flakus



Figura 4: Especies más representativas en Sara Ana. *Malcolliella*, *Pyrenula*, *Coenogonium*.

ANEXOS

Anexo 1: Glosario

Ascomycete: los ascomicetos o Ascomycota son hongos con micelio tabicado que producen ascoporas endógenas. Pueden ser unicelulares y talófitos.

Basidiomycete: los basidiomicetos (Basidiomycota) son una división del reino Fungi que incluye los hongos que producen basidios con basidiosporas.

Biota: conjunto de la flora y la fauna de un lugar determinado.

Chlorophyceae: los clorófitos o clorófitas (Chlorophyta) son una división de algas verdes que incluye alrededor de 8.200 especies de organismos eucariotas en su mayoría acuáticos fotosintéticos.

Cortícula: que se desarrolla sobre la corteza de los árboles o arbustos.

Cutícula: tejido delgado y elástico que tapiza exteriormente el tallo y las hojas de los vegetales; está formada por cutina y evita la pérdida de agua.

Folícula: que se desarrolla sobre las hojas.

Forofito: especie vegetal superior que sirve de sostén para los líquenes epífitos.

Liquenizada: se refiere a los hongos que han tenido una relación simbiótica con una alga y han formado líquenes.

Liquenícola: son especies de hongos que parasitan líquenes, es el grupo menos estudiado.

Liquen Costroso: tipo morfológico con talo similar a una costra, adherido fuertemente al sustrato.

Liquen Folioso: tipo morfológico con el talo en forma de foliosos presenta cara dorsiventral de diferentes colores.

Liquen Fruticoso: tipo morfológico con talo en forma de arbolito cilíndrico puede ser erecto o penduloso, sin diferenciación dorsiventral.

Micelio: aparato vegetativo de los hongos que le sirve para nutrirse y está constituido por hifas, que son filamentos ramificados o no, de tamaño microscópico.

Talo: cuerpos vegetativos en el medio aéreo. Tipos: Heterómeros y homómeros (órgano vegetativo de las plantas en las que no se diferencian la raíz, el tallo y las hojas).

Anexo 2:**Lista de especies de líquenes registradas en la región de Sara Ana**
(Identificadas por: P. Rodríguez de Flakus & A. Flakus)

Nº	Hábito	Familia	Género	Especie
1	Cortícola	Arthoniaceae	Cryptothecia	
2	Cortícola	Bacidiaceae	Bacidia	
3	Cortícola	Coenogoniaceae	Coenogonium	<i>Coenogonium lepriouri</i>
4	Cortícola	Collemataceae	Leptogium	
5	Cortícola	Graphidaceae	Diorygma	
6	Cortícola	Graphidaceae	Glyphis	
7	Cortícola	Graphidaceae	Graphis	
8	Cortícola	Herpothallaceae	Herpothallon	
9	Cortícola	Letrouitiaceae	Letrouitia	
10	Cortícola	Parmeliaceae	Parmelia	
11	Cortícola	Pertusariaceae	Ochrolechia	
12	Cortícola	Pilocarpaceae	Malcolmiella	
13	Cortícola	Porinaceae	Porina	
14	Cortícola	Pyrenulaceae	Pyrenula	
15	Cortícola	Pyrenulaceae	Pyrenula	
16	Cortícola	Ramalinaceae	Phyllopsora	
17	Cortícola	Roccellaceae	Cresponea	
18	Cortícola	Roccellaceae	Opegrapha	
19	Cortícola	Roccellaceae	Dichosporidium	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>
20	Cortícola	Telotremataceae	Chapsa	
21	Foliícola	Arthoniaceae	Arthonia	
22	Foliícola	Arthoniaceae	Cryptothecia	<i>Cryptothecia candida</i>
23	Foliícola	Coenogoniaceae	Coenogonium	<i>Coenogonium subluteum</i>
24	Foliícola	Ectolechiaceae	Sporopodium	
25	Foliícola	Gomphillaceae	Calenia	<i>Calenia phyllogena</i>
26	Foliícola	Gomphillaceae	Echinoplaca	
27	Foliícola	Gomphillaceae	Echinoplaca	
28	Foliícola	Gomphillaceae	Gyalectidium	<i>Gyalectidium filicinum</i>
29	Foliícola	Gomphillaceae	Gyalectidium	<i>Gyalectidium imperfectum</i>
30	Foliícola	Gomphillaceae	Gyalectidium	
31	Foliícola	Graphidaceae	Opegrapha	
32	Foliícola	Microtheliopsidaceae	Microtheliopsis	<i>Microtheliopsis uniseptatum</i>
33	Foliícola	Pilocarpaceae	Byssolecania	<i>Byssolecania hymenocarpa</i>
34	Foliícola	Pilocarpaceae	Byssolecania	<i>Byssolecania variabilis</i>
35	Foliícola	Pilocarpaceae	Fellhanera	
36	Foliícola	Pilocarpaceae	Malcolmiella	<i>Malcolmiella rhodopsis</i>
37	Foliícola	Porinaceae	Porina	<i>Porina nitidula</i>
38	Foliícola	Porinaceae	Porina	<i>Porina papillifera</i>

Nº	Hábito	Familia	Género	Especie
39	Folícola	Porinaceae	Porina	<i>Porina rufula</i>
40	Folícola	Ramalinaceae	Bacidina	<i>Bacidina neotropica</i>
41	Folícola	Ramalinaceae	Bacidina	
42	Folícola	Ramalinaceae	Bacidina	
43	Folícola	Rocellaceae	Mazosia	<i>Mazosia bambusae</i>
44	Folícola	Rocellaceae	Mazosia	<i>Mazosia melanophthalma</i>
45	Folícola	Rocellaceae	Mazosia	<i>Mazosia phyllosema</i>
46	Folícola	Rocellaceae	Mazosia	<i>Mazosia rotulo</i>
47	Folícola	Rocellaceae	Mazosia	<i>Mazosia tennissima</i>
48	Folícola	Strigulaceae	Strigula	
49	Folícola	Strigulaceae	Strigula	
50	Folícola	Thelotremaaceae	Asterothyrium	
51	Folícola	Trichotheliaceae	Trichothelium	<i>Trichothelium africanum</i>
52	Folícola	Trichotheliaceae	Trichothelium	<i>Trichothelium juruense</i>
53	Folícola	Trichotheliaceae	Trichothelium	<i>Trichothelium pallescens</i>
54	Folícola	Trichotheliaceae	Gydictidium	
55	Folícola	Trichotheliaceae	Gydictidium	
56	Folícola	Trichotheliaceae	Keratosphaera	
57	Folícola	Trichotheliaceae	Phyllobathellium	
58	Folícola	Trichotheliaceae	Phyllobathellium	
59	Folícola	Trichotheliaceae	Phyllophielle	<i>Phyllophielle alba</i>
60	Folícola	Trichotheliaceae	Raciborshiella	
61	Folícola	Trichotheliaceae	Tricaria	<i>Tricaria amazonum</i>
62	Folícola	Trichotheliaceae	Tricaria	<i>Tricaria paraguayensis</i>

CAPÍTULO 10

Mamíferos de Sara Ana y sus alrededores

*Adriana Rico C., Isabel Moya D., Luis F. Pacheco,
Susana Revollo-Cadina, Geovana Vargas, Oswaldo Palabral,
Raquel Galeón, José Martínez & Virginia Sánchez*

1. Características generales del grupo

Los mamíferos son animales endotermos, con el cuerpo cubierto de pelos y respiración pulmonar. Las hembras están provistas de glándulas mamarias que suministran leche a sus crías (de donde viene su nombre), la mayoría son vivíparos; es decir, el embrión se desarrolla dentro de la madre y se nutre a sus expensas a través de la placenta. Otra de sus características es que tienen dientes verdaderos, que se diferencian entre sí (heterodoncia) y cuya presencia y organización varía según los diferentes grupos (órdenes) que forman parte de los mamíferos.

Los mamíferos son un grupo de animales muy diverso, presentes en ambientes muy variados (Anderson, 1997). Su tamaño corporal varía entre las 150 toneladas de la ballena azul y los 4 g de ciertas especies de murciélagos y musarañas. Los hábitos alimenticios son también diversos, incluyendo especies carnívoras, insectívoras, herbívoras, granívoras, frugívoras, nectarívoras y hematófagas; lo cual resulta en una amplia variedad de roles ecológicos dentro de los ecosistemas, ya sea como depredadores, polinizadores, dispersores de semillas y/o parásitos. Los mamíferos están presentes en todos los tipos de ecosistemas del planeta, incluidas las regiones polares y zonas desérticas, donde se movilizan por tierra, aire y agua (Wilson y Reeder, 2005).

El número de especies de mamíferos en el mundo varía según los diferentes reportes, entre 5.419 (Wilson y Reeder, 2005) y 5.488 (IUCN 2014). Cinco de esas especies corresponden al grupo de los monotremas

(ornitorrinco y equidnas, que sólo están en Australia y Nueva Guinea, Wilson y Reeder, 2005), alrededor de 272 son marsupiales (canguros y zarigüeyas, Animal Diversity Web - Metatheria) y el resto (≈ 5.213) son los llamados mamíferos placentarios, entre los cuales está el ser humano (Wilson y Mitterneier, 2009).

En Bolivia se habían registrado 327 especies de mamíferos hasta la década de los noventa (Anderson, 1997). La lista se incrementó a 389 especies nativas, además de 12 especies exóticas para la primera década de los 2000 (Tarifa y Aguirre, 2009). El 2019 se publicó la última lista actualizada de los mamíferos de Bolivia, subiendo el número de especies a 406 especies nativas pertenecientes a 11 órdenes, 46 familias y 196 géneros y 14 especies introducidas (Aguirre *et al.*, 2019) y posteriores publicaciones agregaron cinco especies más de murciélagos. Los órdenes con mayor número de especies son los roedores (Rodentia), con 148 especies y los murciélagos (Chiroptera) con 143 especies; que conjuntamente representan el 71% de los mamíferos registrados en el país. Siguen en importancia los marsupiales (Didelphidae) con 35 especies, los carnívoros (Carnívora) con 27 especies, los monos (Primates) con 25 especies, los ungulados (Artiodactyla) con 12 especies y los armadillos (Cingulata) con 11 especies.

Los mamíferos participan de forma determinante en diversos procesos ecológicos: control de poblaciones de otras especies animales y vegetales, estabilizadores de las cadenas tróficas, dispersión y depredación de semillas, generación de espacios abiertos en el bosque, control de insectos (plagas), dispersión de hongos micorriza, polinización, descomposición del material vegetal, determinación de las estructuras de las comunidades de plantas, incremento de la fertilidad de suelo y construcción y mantenimiento del hábitat para otras especies. A nivel ecosistémico, los mamíferos carroñeros aceleran la descomposición de biomasa y reciclaje de nutrientes, mientras que roedores y edentados excavadores (como quirquinchos y tatúes) remueven y airean el suelo mediante la apertura de túneles, que enriquecen los suelos con nutrientes. Murciélagos, marsupiales, primates, carnívoros y chanchos de monte participan en los procesos reproductivos de las plantas, ya sea en la polinización o en la dispersión de semillas. Los mamíferos que se alimentan de otros animales, controlan las poblaciones de éstos. Por ejemplo, los insectívoros son capaces de controlar las poblaciones de insectos, incluyendo aquellos que pueden llegar a ser plagas en los cultivos o aquellos que son vectores de enfermedades (como los mosquitos); mientras que los carnívoros controlan los tamaños poblacionales de sus

presas (como los herbívoros) y evitan, de esta forma, que las cadenas tróficas se desequilibren.

2. Historia natural de los mamíferos en la zona de Sara Ana

En Sara Ana se han registrado 66 especies nativas de mamíferos distribuidas en 8 órdenes, 19 familias y 51 géneros. Considerando el área que abarca Sara Ana alberga una riqueza de especies por demás interesante, representa el 16% del total de especies presentes en todo el país. La familia con mayor número de géneros y especies fue Phyllostomidae con 19 géneros y 31 especies, seguida de la familia Cricetidae con seis géneros y ocho especies, estas dos familias que corresponden a murciélagos y ratones de campo, tienden a ser diversas en todo su rango de distribución. El resto de las familias de mamíferos albergan de uno a cuatro géneros y de uno a cinco especies (Figura 1).

Según los datos de distribución de especies de Anderson (1997), y datos de trabajos realizados en regiones cercanas, y con características similares a las de Sara Ana, se espera que todavía se registre la presencia de hasta 20 especies adicionales, entre roedores (donde unas diez corresponderían solamente a la familia Cricetidae) y murciélagos.

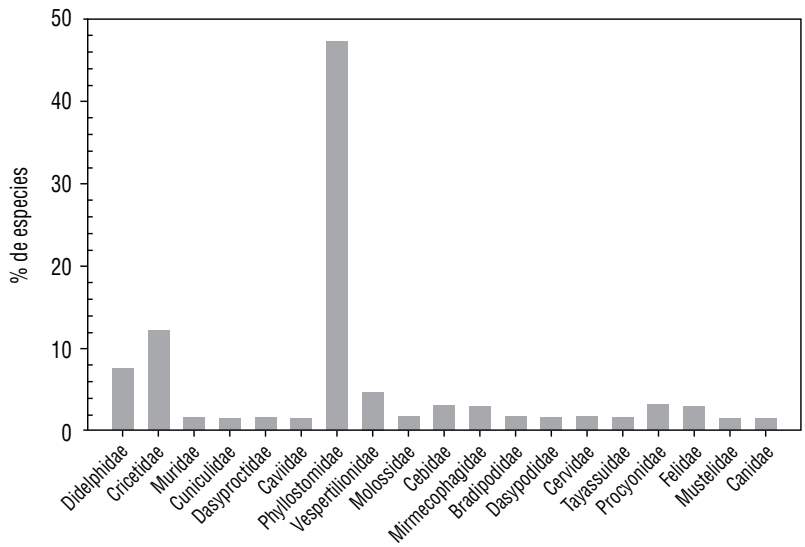


Figura 1. Porcentaje del número de especies que contiene cada una de las 19 familias de mamíferos registrados en Sara Ana.

Al ser los mamíferos un grupo muy diverso en su morfología y ecología, se ha decidido dividir la descripción en tres grupos: a) micromamíferos no voladores, b) micromamíferos voladores y c) mamíferos medianos y grandes. Estas divisiones no corresponden a una categoría taxonómica *per se*, pero es una clasificación muy utilizada en las publicaciones científicas. Los micromamíferos se refieren a las especies de mamíferos de talla pequeña (< 1 kg) (Delany, 1981). Dentro de la denominación de micromamíferos se incluyen los órdenes de los murciélagos (Chiroptera), los conejos (Lagomorpha), los insectívoros (Insectivora) (no hay especies de este orden en Bolivia), los marsupiales (Didelphimorphia) y los roedores (Rodentia), excluyendo las especies de roedores de gran talla, como el sari, el jochi o el capibara, que son incluidos en los mamíferos medianos y grandes.

2.1 Micromamíferos no voladores (roedores y marsupiales)

El orden Rodentia (roedores) es el que tiene mayor número de especies en el mundo, estas están presentes en todos los continentes, con excepción de la Antártida y los ambientes acuáticos marinos; aunque existen especies que viven en estrecha relación con cuerpos de agua dulce. Los roedores son el grupo más diverso en Bolivia (Aguirre *et al.*, 2019), con 148 especies registradas agrupadas en 12 familias nativas (ver Tabla 1) y una introducida. En consecuencia, este orden es también el más diverso en Sara Ana.

El roedor más grande es el capibara (promedio de 50 kg), mientras que el resto son, en su mayoría pequeños, es decir que pesan menos de un kilogramo. Los roedores se caracterizan por tener un único par de incisivos en cada mandíbula (a diferencia de los lagomorfos, que tienen dos pares de dientes incisivos superiores), los cuales son anchos, curvados o semicirculares; tienen el extremo terminado en un borde afilado, a modo de cincel y el animal los utiliza para roer (De Blase y Martin, 1982).

Los roedores son un grupo bastante prolífico, y algunas especies pueden llegar a tener varias camadas en un solo año, por lo cual pueden llegar a constituirse en plagas para las cosechas y los almacenes donde se acopia el grano. Algunas especies de ratones silvestres, además de la rata gris y la rata negra (que son especies introducidas) pueden ser perjudiciales para la salud humana, ya que son reservorios y/o vectores de enfermedades. Sin embargo, los roedores también cumplen importantes funciones ecosistémicas, al ser importantes como depredadores y dispersores de semillas y estar en la base de la cadena trófica.

En el orden Didelphimorphia, se encuentran los marsupiales que habitan el continente Americano y todas las especies presentes (92 especies) se agrupan en la familia Didelphidae (Wilson y Reeder, 2005), con excepción de *Lestoros inca* (zariguellas-musarañas especie endémica del Perú), que pertenece a la familia Caenolestidae (Anderson, 1997, Aguirre, *et al.* 2019). Los marsupiales se caracterizan por tener un desarrollo embrionario corto dentro del útero materno, completando su desarrollo en una bolsa especial (el marsupio), donde se encuentran las glándulas mamarias. En Bolivia se han registrado 35 especies de marsupiales (Aguirre *et al.*, 2019).

Los marsupiales de Sara Ana son de tamaño pequeño a mediano (desde los 20 g hasta los 3 kg - las especies mayores a 2 kg serán descritas en la sección de macromamíferos). A primera vista parecen tener aspecto de rata; poseen patas cortas, cola larga, orejas redondeadas y bien conspicuas, y un hocico alargado, con un cráneo ovalado; el cual posee una cresta ósea que recorre longitudinalmente el centro del mismo (Emmons y Feer, 1999). Existen especies tanto terrestres como arborícolas. Todas poseen cinco dedos en cada extremidad y, como los primates, poseen un dedo oponible en las patas traseras, provisto de una uña en lugar de una garra (Rocha y Rumiz, 2010). La cola es larga y fuertemente prensil en la mayoría de las especies y, a diferencia del resto de los marsupiales, más de la mitad de las especies de esta familia carecen de la bolsa o marsupio (Emmons y Feer, 1999).

Los marsupiales no son un grupo tan prolífico como los roedores, y son menos diversos y abundantes que los mismos. Algunas especies pueden acercarse a poblados humanos y causar cierto daño en los cultivos; sin embargo, el hecho que se alimentan de artrópodos, lombrices y otros invertebrados, hasta pequeños vertebrados, los coloca como potenciales controladores de plagas agrícolas. También forman parte de su dieta los frutos, semillas y néctar (Emmons y Feer, 1999).

a. Diversidad de micromamíferos no voladores en Sara Ana

Hasta la fecha, y de acuerdo al relevamiento realizado por diferentes proyectos llevados a cabo en la zona, se han registrado ocho especies de roedores, y cuatro de marsupiales nativos (Tabla 1). Es importante indicar, que las especies introducidas *Rattus rattus* y *Mus musculus* también están presentes en la zona de Sara Ana, aunque sólo contamos con capturas de la primera.

Tabla 1
Especies de micromamíferos no voladores capturados en la zona de Sara Ana
en el marco de los proyectos realizados durante el 2010 y 2015

	J. Vargas <i>et al.</i> 2010	Rico y Revollo 2010-2014	Hábitos alimenticios
Orden Rodentia			
Familia Cricetidae			
<i>Akodon aerosus</i>		X	H, Gr, Ins ¿?
<i>Akodon mimus</i>	X		Om, Ins, H
<i>Oligoryzomys microtis</i>	X	X	F, G, Ins
<i>Oligoryzomys destructor</i>	X	X	F, H
<i>Nephelomys sp</i>	X		¿?
<i>Hylaeamys perenensis</i>		X	¿?
<i>Euryoryzomys nitidus</i>		X	H, Om
<i>Oecomys bicolor</i>		X	¿?
Familia Muridae			
<i>Rattus rattus</i>		X	Om
Orden Didelphimorfa			
Familia Didelphidae			
<i>Marmosops bishopi</i>	X		F, H
<i>Marmosops cf. noctivagus</i>		X	F, Ins
<i>Monodelphis cf. glirina</i>		X	Om, Gr. H. F, C, Ins
<i>Didelphis marsupialis</i>	X		Om, C

H=herbívoro, F=frugívoro, G=granívoro, Om=omnívoro, Ins=insectos, C = Carnívoro

En la tabla también se presentan los hábitos alimenticios de aquellas especies que se conoce.

La información sobre roedores cricétidos y marsupiales didélfidos para la región de Sara Ana es muy escasa. Esto puede deberse a un escaso éxito en la captura (menor al 2,5%); por debajo del promedio de captura en relación a la literatura (5 al 10%) (Ferro y Barquez, 2008) y no a que la región sea poco diversa para estos grupos de mamíferos. La tasa de captura de roedores y marsupiales pequeños depende de muchos factores (época de muestreo, condiciones ambientales y climáticas, características edáficas, altitud, tipo de cebo, entre otras); es por esta razón que, para su estudio, es necesario colocar un gran número de trampas, por lo menos 100 trampas por noche de muestreo, para garantizar un buen número de capturas. Si bien para el muestreo en la zona de Sara Ana se utilizaron más de 100 trampas por lugar y por noche de muestreo; se obtuvo un muy bajo éxito de captura; esto se refleja en las pocas especies registradas en un lugar donde se esperaba coleccionar una mayor cantidad de especies de roedores, que las colectadas para la zona de Sara Ana (Tabla 1).

La riqueza de especies de roedores y marsupiales esperada en la localidad de Sara Ana se basa en estudios realizados en otras regiones de Alto Beni, donde se registraron dos o tres especies más que en Sara Ana (Tabla 2). Sin embargo, la identidad de las especies varía entre los estudios. Así, para la zona de Alto Beni, se tienen registradas 21 especies de roedores, incluyendo a *R. rattus* (Tabla 2) y por lo menos cinco especies de marsupiales.

Tabla 2
Recopilación de las especies registradas en la zona de Alto Beni,
por diferentes estudios

Especies	Datos Sara Ana	Rico <i>et al.</i> 2016 Datos no pub. Proyecto Ipiri Sara Ana	Rico <i>et al.</i> 2016 Datos no pub. Proyecto Ipiri Tucupí Covendo	Calizaya-Mena <i>et al.</i> 2020 - Palos Blancos	Revollo-Cadima <i>et al.</i> 2020, Unión Ipiri	Hábitos alimenticios
Orden Rodentia						
Familia Cricetidae						
<i>Akodon aerosus</i>	Si		Si			H, Gr, Ins Tirira, 2011
<i>Akodon dayi</i>		Si		Si	Si	Om, Ins, H Calizaya-Mena <i>et al.</i> 2020
<i>Akodon mimus</i>	Si		Si			Om, Ins Vargas, <i>et al.</i> , 2007
<i>Microryzomys minutus</i>				Si		H, Gr ¿? Gómez-Laverde y Delgado, 2008
<i>Oligoryzomys microtis</i>	Si	Si	Si	Si		H, Gr, Ins Calizaya-Mena <i>et al.</i> , 2020
<i>Oligoryzomys microtis chararensis</i>					Si	F, H¿? Revollo-Cadima <i>et al.</i> , 2020- Unión Ipiri
<i>Oligoryzomys n sp</i>					Si	¿?
<i>Oligoryzomys destructor</i>	Si		Si			F, Gr, Ins Tirira, 2011
<i>Nephelomys sp</i>	Si		Si			
<i>Hylaeamys megacephalus</i>				Si		¿?
<i>Hylaeamys perenensis</i>	Si	Si	Si		Si	Gr, F, Ins Patton <i>et al.</i> , 2008; Boada, 2001
<i>Hylaeamys yunganus</i>		Si	Si		Si	F, Gr, H¿?, Ins¿? Patton <i>et al.</i> , 2008

Especies	Datos Sara Ana	Rico <i>et al.</i> 2016 Datos no pub. Proyecto Ipiri Sara Ana	Rico <i>et al.</i> 2016 Datos no pub. Proyecto Ipiri Tucupí Covendo	Calizaya- Mena <i>et al.</i> 2020 - Palos Blancos	Revollo- Cadima <i>et al.</i> 2020, Unión Ipiri	Hábitos alimenticios
<i>Euryoryzomys nitidus</i>	Si	Si	Si	Si	Si	H, Om Calizaya-Mena <i>et al.</i> 2020
<i>Pseudoryzomys simplex</i>				Si		¿?
<i>Oecomys bicolor</i>	Si	Si	Si		Si	¿?
<i>Neacomys spinosus</i>	Si	Si		Si	Si	H, Gr, Ins Eisenberg y Redford, 1999
<i>Neacomys minutus</i>					Si	F, Gr, Ins Emmons y Feer, 1999; Tirira, 2007
<i>Rhipidomys nitella</i>				Si		¿?
Familia Echimyidae						
<i>Proechimys brevicauda</i>			Si	Si	Si	¿?
<i>Proechimys sp 1</i>				Si		¿?
Familia Muridae						
<i>Rattus rattus</i>	Si					Om
Orden Didelphimorphia						
Familia Didelphidae						
Marsupiales		Si				

H=herbívoro, F=frugívoro, G=granívoro, Om=omnívoro, Ins=insectos, ¿?=no se tiene reporte

De los trabajos reportados en la tabla 2, las especies que son reiteradamente más abundantes son *Oligoryzomys microtis* y *Euryoryzomys nitidus*. Ambas especies son principalmente herbívoro-omnívoro, y se las encuentra en cultivos; por lo tanto, pueden llegar a ser un problema para los mismos, si sus números poblacionales aumentan mucho. Otra especie relativamente abundante es *Akodon dayi*, que a diferencia de las otras dos, es una especie más insectívora, pero la materia vegetal es también importante en su dieta; es más común en ambientes poco perturbados, es decir que no se encuentra mucho en los cultivos. De manera similar, *Neacomys spinosus*, que es una especie más herbívora, es relativamente abundante en ambientes de bosque secundario o barbecho.

Otra de las causas de la baja riqueza registrada de marsupiales y roedores caviomorfos, en todos los trabajos reportados, se debería al hecho de no haber podido colocar trampas especiales para este tipo de animales. Probablemente existen muchas especies que tienen hábitos arborícolas, lo cual hace difícil su captura y observación.

Tabla 3
Especies de micromamíferos

Presentes (*) y probables la zona de Alto Beni, según revisión de información secundaria (Anderson 1997; Emmoms y Feer, 1999; Salazar-Bravo *et al*, 2003; Vargas *et al.*, 2010). * Especies reportadas y/u observadas en Sara Ana y sus alrededores

Orden	Familia	Especie que se podrían hallan en la zona de Alto Beni (nombre científico)	Nombre común		
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	Conejo (un solo género en Bolivia (<i>Sylvilagus</i>))		
Rodentia	Sciuridae	Sciurus ignitus S. spadiceus	Ardilla roja Ardilla roja grande		
	Cricetidae (Ratones del nuevo mundo)	Holochilus sciureus Microryzomys minutus Neacomys spinosus spinosus Nectomys apicalis Oligoryzomys bicolor* Oligoryzomys mamorae Oligoryzomys destructor* Oligoryzomys flavescens group, sp.B Oligoryzomys microtis* Hylaeamys megacephalus Hylaeamys perenensis* Hylaeamys yunganus* Euryoryzomys nitidus* Cerradomys subflavus Nephelomys levipes* Rhipidomys austrinus Rhipidomys leucodactilus Akodon aerosus baliolus* Akodon dayi* Akodon fumeus Akodon mimus* Pseudoryzomys simplex	Rata nutria Ratón espinoso Rata nadadora Ratón colilargo Ratón colilargo Ratón colilargo Ratón arrozalero de los yungas Ratón arrozalero acanelado Rata arborícola Rata trepadora de pies blancos Ratón de hierba de yungas Ratón de hierba diurno Ratón ahumado Ratón de hierba de Tespis Rata de estero		
		Erethizontidae	Coendou bicolor ¹	Puerco espín	
		Dinomyidae	Dinomys branickii ¹	Jaipa o jochi con cola	
		Caviidae	Cavia tschudii	Cavias	
		Dasyproctidae	Dasyprocta punctata ¹	Sari o Jochi colorado	
		Cuniculidae	Cuniculus paca ¹	Jochi pintado	
		Echymyidae	Dactylomys boliviensis Mesomys hispidus Proechymys breviceuda	Ratas del bambú Ratas espinosas arbóreas Ratas espinosas	
		Myocastoridae	No presente		
		Muridae¥	Mus musculus Rattus rattus* Rattus norvegicus	Ratón común, Rata negra, Rata parda	
		Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis inca	conejo

Orden	Familia	Especie que se podrían hallan en la zona de Alto Beni (nombre científico)	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Glironia venusta</i> [‡] <i>Chironectes minimus</i> [‡] <i>Didelphis marsupialis marsupialis</i> ^{*‡} <i>Didelphis pernigra</i> [‡] <i>Gracilinanus unduavensis</i> <i>Marmosa murina</i> <i>Marmosops bishopi</i> [*] <i>Marmosops noctivagus</i> <i>Metachirus nudicaudatus bolivianus</i> [‡] <i>Metachirus constantine</i> <i>Micoureus regina</i> <i>Monodelphis kunsii</i> <i>Monodelphis glirina</i> <i>Philander opossum canus</i> [‡]	Zarigüeya de cola tupida Zarigüeya de agua Zarigüeya común o carachupa grande Zarigüeya común de orejas blancas andina Marmosa grácil boliviana Marmosa común Marmosa esbelta de Bishop Marmosa esbelta de vientre blanco Zarigüeya de cuatro ojos marrón Marmosa lanuda de vientre claro Marmosa lanuda de pelo corto Colicorto pigmeo Colicorto de flancos rojos Zarigüeya de cuatro ojos gris común

‡ Especies introducidas
‡ Especies con más de 2 kg de masa corporal

De las especies registradas en Sara Ana, ninguna de ellas está considerada en el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia 2009. Por otro lado, entre las plagas potenciales, están las especies del género *Oligoryzomys*, particularmente *O. microtis*, que es considerado como una plaga de campo de cultivo, principalmente arrozales y en los graneros de almacenamiento (Emmons, 1990). Si bien estos cultivos no se encuentran en la zona del estudio, si existen cultivos de arroz en las zonas colindantes.

2.2. Micromamíferos voladores (murciélagos)

Los murciélagos son los únicos mamíferos capaces de volar verdaderamente y, como lo hacen con las manos se los ha agrupado en el orden Chiroptera que significa “mano alada”. Es así que, para contener la membrana, llamada patagio, que les permite volar, los huesos de las manos se han modificado y se han alargado (Figura 2). Una característica que los diferencia del resto de los mamíferos es su capacidad de realizar la ecolocación, este es un sistema de sonar natural que les permite oír los ecos que se producen cuando las ondas del sonido de sus gritos chocan con algún obstáculo, de esta forma, pueden diferenciar entre una posible presa, como un insecto y cualquier otro objeto. Otras características, como el color del pelaje, el tamaño del cuerpo y

la forma de algunas estructuras de su cuerpo como las orejas y la hoja nasal son muy diversas.

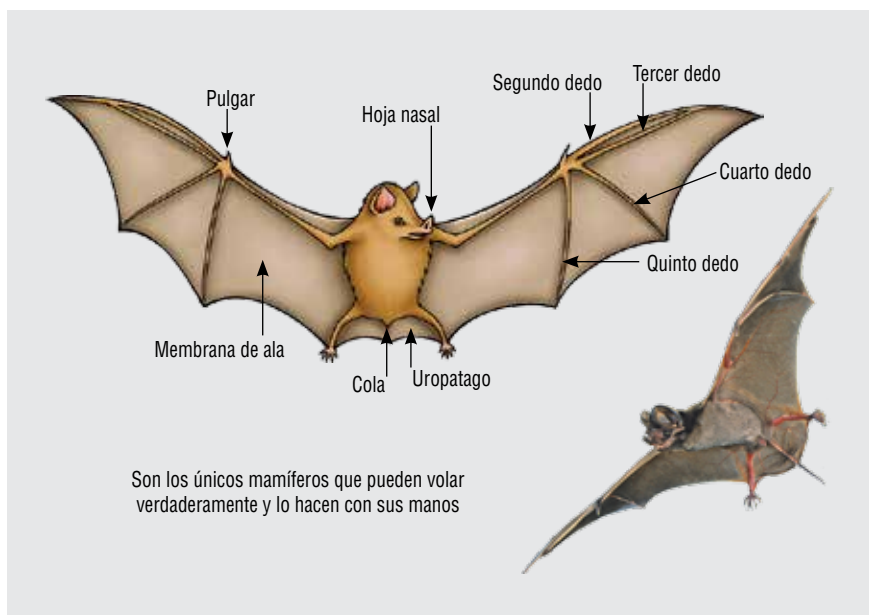


Figura 2: Las manos de los murciélagos están modificadas para sostener la membrana del ala y poder volar.

Los murciélagos son considerados el segundo orden de mamíferos más diverso, después de los roedores. Hasta la fecha se reconocen 1.293 especies de murciélagos en el mundo (Simmons 2005), representando el 24% de los mamíferos. En Latinoamérica y el Caribe han sido listadas 361 especies que representan el 28% de los mamíferos de la región. En Bolivia se han registrado 143 especies, que corresponden al 34.8% de la fauna de mamíferos (Aguirre *et al.*, 2019; Siles y Wallace 2019; Poma-Urey *et al.*, 2021; Siles *et al.*, 2021; Calderon-Acevedo y Muchhala, 2020; Poma-Urey, 2020). Gracias a esta diversidad, a su tipo de alimentación tan variada y a su abundancia en los ecosistemas naturales, los murciélagos participan en funciones ambientales determinantes para el mantenimiento y conservación de los ecosistemas.

Sin embargo, pese a todos los beneficios que brindan, los murciélagos, son asociados a creencias erradas y muchas veces negativas. Como consecuencia, se eliminan grandes cantidades de murciélagos, llevando a la reducción de las poblaciones de algunas especies.

a. Diversidad de los murciélagos en Sara Ana

En Sara Ana se han realizado algunos estudios que nos permiten entender la diversidad de especies de murciélagos presentes; Vargas J. en 2010 realizó un primer estudio generando una línea base, posteriormente en el 2011 el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia realizó capturas en diferentes tipos de hábitat (Moya, 2011) y finalmente, en el 2012, Vargas G. realizó su trabajo de grado muestreando la fauna de murciélagos en los diferentes tipos de hábitat. Gracias a estas iniciativas actualmente contamos con una descripción relativamente completa sobre la quiropteroфаuna en la zona.

Hemos mencionado que la quiropteroфаuna en Sara Ana es diversa, 36 especies fueron registradas, las cuales corresponden al 25% de las especies presentes en todo el país (Tabla 4). Del total de especies, 32 pertenecen a la familia Phyllostomidae, tres a la familia Vespertilionidae y una a la familia Molossidae. En términos generales las especies dominantes tienden a ser frugívoras generalistas, tal es el caso de *Carollia perspicillata* y *Carollia manu* (Tabla 4). Su dieta generalista compuesta aproximadamente de un 50% de frutos es completada con néctar y polen, además de insectos (Terán y Aguirre, 2007); en Sara Ana estos murciélagos se alimentan de especies del género *Cecropia* (*C. membranacea*), *Ficus*, *Piper* y *Solanum* (Vargas, 2016). Las especies que se constituyen en parte importantes de su dieta son plantas consideradas pioneras, por lo que podrían contribuir a la regeneración de los bosques. Al igual que en muchos otros sitios, en Sara Ana se ha observado una estrecha relación entre los murciélagos del género *Carollia* con plantas del género *Piper* (Wibke y Kalko, 2004; ver ANEXO 1), consideradas pioneras de etapas tempranas de la regeneración de estos bosques, debido a que sus semillas germinan rápidamente en ambientes abiertos.

Otros murciélagos frugívoros en Sara Ana, como los del género *Artibeus*, se alimentan principalmente de frutos de árboles como los bibosis (*Ficus*) y ambaibos (*Cecropia membranacea*) (Vargas, 2016). Estos murciélagos vuelan principalmente sobre el dosel del bosque, consumiendo los frutos de estas plantas y se desplazan a grandes distancias. También encontramos murciélagos de hábitos nectarívoros, tal es el caso de *Lichonycteris degener* y *Lonchophylla thomasi*, que son especies que tienen hábito nectarívoro estricto, lo que significa que en su dieta no es posible encontrar otros ítems, además de otros murciélagos nectarívoros

que incluyen en su dieta insectos como *G. soricina*. La importancia de estos murciélagos es que polinizan las flores de las plantas de las cuales se alimentan, permitiendo de esta forma su reproducción.

Otros murciélagos que podemos encontrar son aquellos cuya dieta incluye la ingesta de sangre (especies hematófagas), tal es el caso de *Desmodus rotundus* y *Diaemus youngii* (Vargas *et al.*, 2010), especies que, en ambientes poco intervenidos con la cría de ganado, tienden a ser poco abundantes. Sin embargo, en las zonas aledañas a Sara Ana se cría animales de corral y ganado, como chanchos y reses, lo que proveería de recursos a estas especies.

Se ha confirmado en Sara Ana la presencia de tres especies de la subfamilia Phyllostominae: *Lophostoma brasiliense*, *Phylloderma stenops* y *Trinycteris nicefori*. Tanto *L. brasiliense* como *T. nicefori*, son especies insectívoras de follaje o asechadoras, llamadas así por alimentarse de insectos que se encuentran en las hojas de los árboles o incluso en la hojarasca; por ejemplo, orugas de mariposas o saltamontes. Se diferencian de los insectívoros aéreos de las familias Vespertilionidae y Molossidae, los cuales cazan insectos como mariposas nocturnas o mosquitos, al vuelo. Por otro lado, *P. stenops* es una especie más omnívora, se alimenta principalmente de insectos, aunque su dieta también incluye frutos y néctar de las flores. Debido a estas características en sus hábitos, estas tres especies son muy sensibles a modificaciones en el ambiente, y su presencia puede ser considerada como indicador de bosques aledaños relativamente bien conservados. En Sara Ana estas especies fueron registradas en ambientes cercanos a los ensayos de cultivos de cacao, en bosques secundarios medianamente conservados. Para estas tres especies, sería de gran importancia realizar un estudio detallado para estimar su abundancia y uso de hábitat además de monitorearlas ya que de esta forma podríamos también inferir la salud de los ecosistemas en los cuáles estos murciélagos se encuentran presentes.

Otra especie insectívora registrada en Sara Ana es *Molossus molossus*, cuya captura fue realizada directamente en su refugio. La importancia que tienen los murciélagos insectívoros radica en su capacidad de controlar las poblaciones de insectos, incluyendo aquellos que podrían llegar a ser plagas para los cultivos y otros que podrían transmitir enfermedades como la malaria, fiebre amarilla o dengue.

Tabla 4
Especies de murciélagos registradas en la zona de Alto Beni.

La fuente de registro indica el informe o publicación de donde se obtuvieron los datos.

Especies	Hábitat en el cuál fue registrado en Sara Ana	Hábito alimenticio	Fuente de registro
Phyllostomidae			
<i>Artibeus anderseni</i>		Se alimenta principalmente de frutos e insectos (Anderson 1997), en Sara Ana se alimenta de frutos de ambaibo (<i>Cecropia</i>).	PCMB 2011
<i>Artibeus lituratus</i>	Amplio uso del espacio, individuos capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	En Sara Ana se alimenta de bibosi (<i>Ficus</i>), ambaibo (<i>Cecropia</i> ; Vargas 2016)	PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Artibeus obscurus</i>	Amplio uso del espacio, individuos capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	Murciélago que se alimenta principalmente de frutos de <i>Piper</i> , <i>Ficus</i> y <i>Vismia</i> , y complementa con néctar de flores (Moya y Arteaga 2007). En Sara Ana se alimenta de frutos de ambaibo (Vargas 2016)	PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Artibeus planirostris</i>	Amplio uso del espacio, individuos capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	Murciélago que se alimenta principalmente de frutos, aunque su dieta también incluye néctar de flores (Moya y Arteaga 2007). En Sara Ana se alimenta de frutos de <i>Ficus</i> (Vargas 2016), recurso muy importante en su dieta.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, G. Vargas 2016
<i>Artibeus glaucus</i>	Se conoce que prefiere áreas abiertas y bosques maduros o jóvenes (Moya y Arteaga 2007). En Sara Ana fueron capturados en barbechos.	Se alimenta principalmente de frutos y de pequeños insectos (Moya y Arteaga 2007). No hay datos para Sara Ana, pero probablemente aproveche los frutos de <i>Ficus</i> , <i>Vismia</i> y <i>Solanum</i> .	G. Vargas 2016
<i>Carollia benkeithi</i>	individuos capturados en barbechos y bosques secundarios	Murciélago frugívoro, no se cuenta con información para Sara Ana, pero es posible que se esté alimentando de frutos de <i>Piper</i> y pequeños insectos (Terán y Aguirre 2007)	J. Vargas <i>et al.</i> , 2010, PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Carollia brevicauda</i>	individuos capturados en barbechos	Murciélago frugívoro, en Sara Ana se alimenta principalmente de frutos de <i>Piper</i> (Vargas, 2016)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Carollia manu</i>	Los individuos de esta especie solo fueron capturados en cultivos	En Sara Ana se alimenta de frutos de <i>Cecropia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Piper</i> y <i>Solanum</i> (Vargas, 2016)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Carollia perspicillata</i>	Amplio uso del espacio, individuos capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	En Sara Ana se alimenta de frutos de <i>Cecropia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Piper</i> y <i>Solanum</i> (Vargas, 2016)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Sturnira tildae</i>	Los individuos de esta especie solo fueron capturados en barbechos	Murciélago frugívoro, en Sara Ana se alimenta de <i>Cecropia</i> y <i>Piper</i> (Vargas 2016)	PCMB 2011
<i>Sturnira lilium</i>	Individuos capturada en cultivos y barbechos	Se alimenta principalmente de frutos, en Sara Ana fueron encontrados alimentándose de <i>Cecropia</i> , <i>Piper</i> y <i>Solanum</i> , pero también podría consumir <i>Vismia</i> y <i>Ficus</i> (Arteaga <i>et al</i> 2006, Tordoya <i>et al</i> , 2006)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, G. Vargas 2016
<i>Sturnira erythromus</i>		Es un murciélago frugívoro, no se cuenta con información de sus hábitos alimenticios en Sara Ana, pero probablemente se alimente de frutos <i>Solanum</i> , <i>Vismia</i> y <i>Ficus</i> (Arteaga <i>et al</i> 2006, Tordoya <i>et al</i> , 2006)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010

Especies	Hábitat en el cuál fue registrado en Sara Ana	Hábito alimenticio	Fuente de registro
<i>Sturnira oporaphilum</i>		Es un murciélago frugívoro, no se cuenta con información de sus hábitos alimenticios en Sara Ana, pero probablemente se alimente de frutos <i>Solanum</i> , <i>Vismia</i> y <i>Ficus</i> (Arteaga <i>et al</i> 2006, Tordoya <i>et al</i> , 2006)	J. Vargas <i>et al.</i> 2010
<i>Chiroderma trinitatum</i>	Individuos capturados en cultivos y barbechos	Frugívoro, en Sara Ana se lo encontró alimentándose de frutos de <i>Solanum</i> (Vargas, 2016)	G. Vargas 2016
<i>Enchisthenes hartii</i>	Individuos capturados en ambientes abiertos y cultivos y bosques secundarios. En Sara Ana fue capturado en barbechos.	Frugívoro que se alimenta principalmente de frutos de <i>Ficus</i> (Moya y Arteaga 2007). Es probable que en Sara Ana aproveche estos frutos.	G. Vargas 2016
<i>Mesophylla macconnelli</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en cultivos y barbechos	Murciélago frugívoro que se alimenta de frutos de <i>Solanum</i> y <i>Simplocos</i> (Tordoya 2006). Es posible que en Sara Ana aproveche estos recursos.	G. Vargas 2016
<i>Platyrrhinus incarum</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en barbechos y bosques secundarios.	Es un murciélago cuya dieta es principalmente frutos de <i>Ficus</i> y <i>Cecropia</i> aunque puede complementar su dieta con insectos como mariposas nocturnas.	G. Vargas 2016
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en barbechos y bosques secundarios	Frugívoro, se alimenta principalmente de frutos de <i>Ficus</i> (Moya y Arteaga 2007). Es posible que en Sara Ana esté aprovechando estos recursos.	G. Vargas 2016
<i>Uroderma bilobatum</i>	Amplio uso del espacio, Individuos de esta especie fueron capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	Frugívoro, en Sara Ana se lo encontró alimentándose de frutos de <i>Solanum</i> (Vargas, 2016)	G. Vargas 2016
<i>Uroderma magnirostrum</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en barbechos	Frugívoro que se alimenta de frutos de <i>Cecropia</i> . Es probable que en Sara Ana esté aprovechando este recurso.	G. Vargas 2016
<i>Vampyressa thuyone</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en bosques secundarios	Se alimenta principalmente de frutos de <i>Ficus</i> , aunque también puede consumir frutos de <i>Piper</i> . Es probable que en Sara Ana esté aprovechando estos recursos.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, G. Vargas 2016
<i>Lichonycteris degener</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en cultivos y barbechos	Es un murciélago nectarívoro. No se conocen los hábitos alimenticios en Sara Ana.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, G. Vargas 2016
<i>Anoura geoffroyi</i>	Es una especie altamente tolerante a ambientes intervenidos, en Sara Ana individuos de esta especie fueron capturados en cultivos	Es un murciélago nectarívoro que complementa su dieta con pequeños insectos.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010
<i>Glosophaga soricina</i>	Amplio uso del espacio, individuos de esta especie fueron capturados en cultivos, barbechos y bosques secundarios	Es un murciélago considerado nectarívoro pero que parte importante de su dieta son insectos y algunos frutos	J. Vargas <i>et al.</i> 2010, PCMB 2011, G. Vargas 2016
<i>Hsundaycteris thomasi</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en cultivos	No se conoce muy bien los hábitos alimenticios de esta especie, pero se sabe que es nectarívora y complementa su dieta con pequeños insectos.	G. Vargas 2016
<i>Lophostoma brasiliense</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en bosque secundario poco denso.	Es un murciélago de follaje o asechador que se alimenta principalmente de insectos, aunque también se registraron frutos en su dieta (Handley, 1976)	PCMB 2011

Especies	Hábitat en el cuál fue registrado en Sara Ana	Hábito alimenticio	Fuente de registro
<i>Desmodus rotundus</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en áreas de pastizal y manchones de bosque ribereño.	Es un murciélago que se alimenta exclusivamente de sangre de otros animales. En Sara Ana hay pocos animales de cría, pero en los alrededores es posible encontrar ganado y animales domésticos.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010
<i>Diaemus youngii</i>		Es un murciélago que se alimenta exclusivamente de sangre. En su dieta están principalmente mamíferos silvestres.	J. Vargas <i>et al.</i> 2010
<i>Phylloderma stenops</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en bosque secundario poco denso.	Murciélago considerado omnívoro, se sabe que se alimenta de frutos, insectos y ocasionalmente podría consumir néctar de las flores (LaVal y Rodríguez 2002)	PCMB 2011
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en cultivos y bosques secundarios	Murciélago omnívoro capaz de alimentarse de carne, diversos insectos, néctar y polen de flores y frutos. En Sara Ana se lo encontró alimentándose de frutos de <i>Ficus</i> y <i>Piper</i> (Vargas 2016)	G. Vargas 2016
<i>Trinycteris nicefori</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en bosque secundario poco denso.	Es considerado un insectívoro de follaje o asechador, se sabe que puede complementar su dieta con frutos.	PCMB 2011
Vespertilionidae			
<i>Myotis keaysi</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en áreas de pastizal y bosque ribereño.	Murciélago insectívoro aéreo, se alimenta sobre todo de mosquitos, polillas.	PCMB 2011
<i>Myotis nigricans</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en barbechos y bosques secundarios	Murciélago insectívoro aéreo, se alimenta sobre todo de pequeños, polillas.	G. Vargas 2016
<i>Histiotus sp.</i>		Murciélago insectívoro aéreo	J. Vargas <i>et al.</i> 2010
Molossidae			
<i>Molossus molossus</i>	Individuos de esta especie fueron capturados en entretechos de las casas	Murciélago insectívoro aéreo	PCMB 2011

b. Características biogeográficas de los murciélagos de Sara Ana

De acuerdo a la clasificación biogeográfica de Bolivia (Navarro *et al* 2004) la vegetación en la cuál está inmersa Sara Ana pertenece al sector biogeográfico de los Yungas del Beni, que se caracteriza por la gran amplitud del piso sub andino y con desarrollo de diferentes situaciones topográficas y bioclimáticas. Estas características propician la confluencia de especies de murciélagos que también pueden estar presentes en otras ecorregiones. Para esta descripción utilizamos el análisis zoogeográfico realizado por Aguirre *et al.* (2003), en el cuál se consideran las provincias geográficas propuestas por Navarro y Maldonado (2002). La diversidad de murciélagos en Sara Ana está conformada por especies propias de la provincia geográfica de Acre-Madre de Dios, compartiendo 32 especies (el 89% del total de especies registradas en Sara Ana), pero también encontramos especies que se distribuyen en provincias como Yungas (77%), Cerrado (77%) y Beni (69%) (Figura 3).

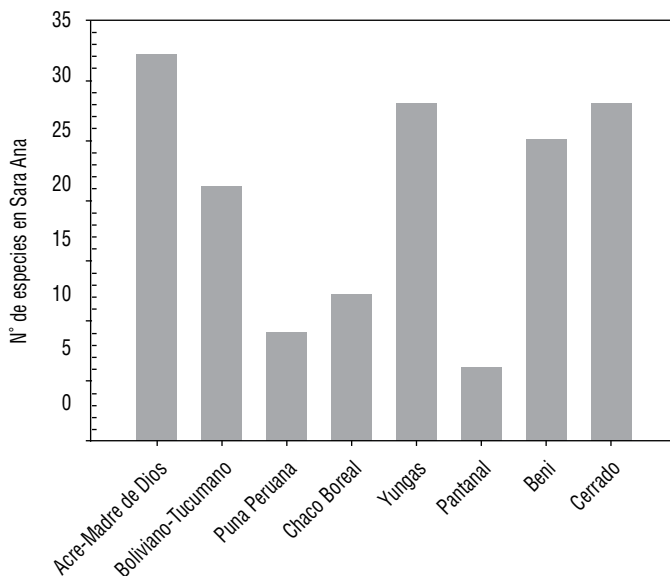


Figura 3: Las provincias biogeográficas donde se observan los murciélagos de Sara Ana, en base a Aguirre *et al.* (2003) y Navarro y Maldonado (2002). Una especie puede estar en una o mas provincias biogeográficas.

La composición de especies que habitan Sara Ana incluye especies de distribución muy amplia, tal es el caso de *Carollia perspicillata*, especie generalista que puede estar presente en diferentes ambientes y elevaciones entre los 0 y 2300 metros sobre el nivel del mar y que, por lo mismo, puede ser potencialmente encontrada en ocho de las nueve provincias biogeográficas del país. De la misma forma, *S. lilium* que también es una especie de hábitos generalistas y que puede estar presente en una gama amplia de hábitats incluyendo la Amazonía, los bosques Boliviano-Tucumanos, el Chaco Boreal, los Yungas, Beni y Cerrado. Otra especie de distribución muy amplia es el vampiro común (*Desmodus rotundus*) que ha sido registrado desde ambientes costeros hasta los 3400 metros sobre el nivel del mar, esta especie puede vivir en diferentes tipos de ambientes incluyendo aquellos muy intervenidos y puede llegar a ser muy común en zonas donde se cría ganado y animales domésticos. Por otro lado, también están presentes especies con distribuciones más restringidas, como aquellas que están presentes en las provincias Acre Madre de Dios, Yungas y Beni, tal es el caso de *Lophostoma brasiliense*, *Lichonycteris degener*, *Vampyressa thuyone* y *Mesophylla macconnelli*, que son especies más sensibles a cambios ambientales.

c. Estado de conservación de los murciélagos

Los murciélagos enfrentan diversas amenazas tales como la pérdida y destrucción de su hábitat, el vandalismo de sus refugios, la matanza indiscriminada por creencias equivocadas, como pensar que todos los murciélagos se alimentan de sangre, que pueden atacar a los humanos o incluso que pueden curar algunas enfermedades. Actualmente, en la lista del libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia se encuentra una especie En Peligro, seis especies categorizadas como Vulnerables y cinco especies Casi Amenazadas. En Sara Ana, el murciélago insectívoro acechador de la especie *Trinycteris nicefori* está catalogado como especie Vulnerable en el Libro Rojo de Bolivia. Es una especie poco común y la principal amenaza es la pérdida de su hábitat, debido a la actividad forestal ilegal (MMyA 2009). A escala global está listada como Preocupación Menor, debido a su amplia distribución. El Plan de acción para la conservación de las especies amenazadas de murciélagos en Bolivia (Aguirre, *et al.* 2010) ha identificado acciones concretas relacionadas a las amenazas y a la ecología de esta especie. Su presencia en Sara Ana fue registrada por una sola captura dentro de los remanentes de bosque, por lo cual no se puede conocer su abundancia o estado de conservación en la zona.

2.3 Mamíferos medianos y grandes

En este grupo incluimos a las especies con masa corporal > 2 kg. Esta agrupación incluye especies de todos los órdenes presentes en Sara Ana, con excepción de Chiroptera. Debido a que los ensayos en Sara Ana consideran escalas espaciales muy reducidas para la mayoría de los macromamíferos (con la posible excepción del sari (*Dasyprocta punctata*), y de algunos marsupiales, como la carachupa (*Didelphis marsupialis*), la información que se presenta en esta sección es una línea base de las especies presentes en el área de trabajo del proyecto FibL.

a. Diversidad de macromamíferos en la zona de Sara Ana

Los resultados presentados en esta sección corresponden a dos tipos de información, aquella proveniente de una corta salida de campo específica para el muestreo de este grupo (junio de 2013) y la información recopilada de investigadores y trabajadores de Sara Ana mediante encuestas. Se ha confirmado la presencia de 19 especies de

macromamíferos y se sospecha que al menos uno más podría estar en la zona (Tabla 5; Figura 5).

b. Especies que posiblemente están o estaban en Sara Ana

Dado que la zona de estudio está en la región de pie de monte, es altamente posible que se encuentren las siguientes especies de la familia Felidae: *Leopardus wiedii*, *L. tigrinus* y *Puma yaguarundi*. Estos felinos habitan en regiones cercanas y el hecho que aún no se les haya registrado en Sara Ana seguramente se debe a que todos los felinos son muy difíciles de detectar. Probablemente ningún felino mantiene todo su territorio en Sara Ana, debido al tamaño del sitio de estudio, pero con seguridad muchos usan el área.

c. Estado de Conservación y Amenazas

La presencia de tres especies con algún grado de amenaza que habitan la zona de Sara Ana (ver Tabla 5) es de suma importancia para este sitio de estudio. Es posible especular que las actividades humanas que se desarrollan en la región permiten que la fauna use los remanentes de hábitat original y los bosques secundarios y barbechos, lo cual implicaría que Sara Ana actúe como refugio temporal o sitio de paso, contribuyendo de esta manera a la conservación de algunas especies de gran tamaño. Al mismo tiempo, la presencia de especies como el taitetú, el jochi, el sari y el mono silbador, alertan sobre un posible conflicto con la agricultura, dado que son especies que pueden alimentarse dentro de cultivos agrícolas (Pérez y Pacheco 2006, 2014). En el caso particular de Sara Ana, los cultivos potencialmente afectados serían los plátanos y el cacao, que la gente suele amontonar para su maduración (registro realizado por los trabajadores de Sara Ana). En el caso de los felinos presentes en Sara Ana, también podrían ser motivo de conflicto, por su potencial de incluir animales domésticos en su dieta; sin embargo, dado que la principal actividad de la región es agrícola, este conflicto podría no llegar a ocurrir.

Por otro lado, también llama la atención la ausencia en Sara Ana de especies que habitan el Alto Beni, cuando el hábitat está bien conservado. Con seguridad que también habitaban la zona de Sara Ana el tigre (*Panthera onca*), el anta (*Tapirus terrestris*, Tapiridae), el tropero (*Tayassu pecari*, Tayassuidae) y el marimono (*Ateles chamek*, Cebidae). Estas especies son muy susceptibles a la perturbación y presencia humanas y su ausencia es un indicativo de que la región ha sido afectada en algún grado, dejando poco espacio para especies de gran porte y amplios requerimientos de hábitat. Si a esto se suma la probabilidad

de que exista cacería en la región, la presencia de estas especies en Sara Ana sería una sorpresa y podría considerarse que esas especies están extintas localmente.

Tabla 5
Lista de especies presentes en Sara Ana, según la fuente de información y el tipo de registro

Especies Presentes en Sara Ana	Familia	Registros por encuestas	Registros de campo muestreo específico (3 días)	Hábitos alimenticios y actividad	Estado de conservación en Bolivia
Zarigüeya común o carachupa (<i>Didelphis marsupialis</i>)	Didelphidae	Visto		Om, Nc	NM
Jochi (<i>Cuniculus paca</i>)	Cuniculidae	Visto y huellas	huellas	H, F, G, Nc.	NM
Sari o Jochi colorado (<i>Dasyprocta punctata</i>)	Dasyproctidae	Visto	huellas	H, F, G, D	NM
Capibara (<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>)	Caviidae	Visto y huellas	huellas	H, Th	NM
Taitetú o chanco de monte (<i>Tayassu tajacu</i> .)	Tayassuidae	Visto y huellas	Oído y huellas	Om, Th	CA
Manechi (<i>Alouatta sara</i>)	Cebidae	Oído	Oído	F,Fo, D	NM
Silbador (<i>Sapajus apella</i>)	Cebidae	Visto y oído		F, G, D	NM
Mono nocturno (<i>Aotus</i> sp.)		Visto		F, Nc	NM
Oso hormiguero (<i>Tamandua tetradactyla</i> .)	Myrmecophagidae	Visto		I, D	NM
Oso bandera (<i>Myrmecophaga tridactyla</i> .)	Myrmecophagidae	Visto		I, D, Th	CA
Venado (<i>Mazama americana</i> **)	Cervidae	Visto y huellas	huellas	H, F, N	NM
Perezoso (<i>Bradypus variegatus</i>)	Bradupodidae	Visto		H, D	NM
Tatú (<i>Dasybus novemcinctus</i>)	Dasypodidae	Visto y huellas	visto y huellas	Om, N	NM
Tejón (<i>Nasua nasua</i>)	Procyonidae	Visto	Visto (muerto)	Om, D	NM
Mapache o zorrino (<i>Procyon cancrivorus</i>)	Procyonidae	huellas	huellas	C, In, Nc	NM
Melero (<i>Eira barbara</i>)	Mustelidae	Visto		Om, D	NM
Puma (<i>Puma concolor</i>)	Felidae	Huellas	huellas	C, Th	LR
Tigresillo (<i>Leopardus pardalis</i>)	Felidae	visto y huellas	huellas	C, N	NM
Zorro (posiblemente <i>Cercodyon thous</i>)	Canidae		Huellas	C, In, N	NM

H=herbívoro, F=frugívoro, G=granívoro, Om=omnívoro, Nc=nocturno D=diurno, In=invertebrados, C=carnívoro, H=herbívoro, Th=activo a todas horas, Fo= folívoro, I=insectívoro
V=vulnerable, NM= No mencionada, CA= casi amenazada, LR= preocupación menor (Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia 2009)
*Especie cuyo registro debe confirmarse, pues algunos trabajadores dudaban del testimonio de su compañero.
**La identidad de la especie debe confirmarse, pues no se tiene espécimen; sin embargo, por el tipo de ambiente, es casi seguro que sea *M. americana* y no *M. guazoubira*.

Bibliografía

- Aguirre, L.F., M.I. Moya, M.I. Galarza, A. Vargas, K. Barboza, D. Peñaranda, J.C. Perez-Zubieta, M. Terán & T. Tarifa. 2010. Plan de acción para la Conservación de los Murciélagos amenazados de Bolivia. MMAA-VBCCGDF-DGB, BIOTA-PCMB, UICN-SSC-BSG, CBG-UMMS. Cochabamba, Bolivia. 90 p.
- Aguirre, L.F., T. Tarifa, R.B. Wallace, N. Bernal, L. Siles, E. Aliaga-Rossel, & J. Salazar-Bravo. 2019. Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 54:107-147.
- Aguirre, L.F., X. Velez-Liendo, A. Moñoz & A. Selaya. 2003. Patrones de distribución y zoogeografía de los murciélagos de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14: 3-17.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History. Number 231, New York. 231 p.
- Arteaga, L., L.F. Aguirre & I. Moya 2006. Seed rain produced by bats and birds in forest islands in a Tropical Savanna. *Biotropica* 38: 718-724.
- Boada, C. 2001. *Hylaeamys yunganus*. En: Mamíferos de Ecuador. Quito, Ecuador. [en línea]. Versión 2015.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/mamiferos/FichaEspecie.aspx?Id=910>
- Calderón-Acevedo, C. & N. Muchhala. 2021. First record of the Broad-toothed Tailless Bat, *Anoura latidens* Handley, 1984 (Chiroptera, Phyllostomidae), in Bolivia. *Check List* 16 (6): 1545-1550.
- Calizaya-Mena, W., A. Rico-Cernohorska, E. García & E. Valenzuela. 2020. Análisis de la dieta de tres especies de roedores sigmodontinos (*Akodon dayi*, *Euryoryzomys nitidus* y *Oligoryzomys microtis*) en tres sistemas de producción de cacao y bosque en Alto Beni, Bolivia. Submitted to *Therya*.
- DeBlase, 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.
- Delany, M. 1981. *Ecología de los micromamíferos*. Omega, Barcelona, España. 64 pp.

- Eisenberg, J.F. & K.H. Redford. 1999. Mammals of the Neotropics. Vol. 3. The central Neotropics: Ecuador, Perú, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press, 609 pp.
- Emmons, L.H & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosque húmedos de América tropical. Una guía de campo. Ed FAN. Santa Cruz, Bolivia. 298 pp.
- Emmons, L.H. Neotropical Rainforest Mammal: A Field Guide. 1990. University of Chicago Press. 180 pp.
- Ferro, L. I. & Barquez, R.M. 2008. Comentarios sobre la distribución de *Abrothrix andinus* y *Calomys lepidus* (Rodentia: Cricetidae) en la provincia de Tucumán, Argentina. Mastozoología neotropical, 15(2), 197-201.
- Gómez-Laverde, M. y C. Delgado. 2008. *Microryzomys minutus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T13408A3891204. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T13408A3891204>.
- Handley, C.O. Jr. 1976. Mammals of the Smithsonian Venezuela project, Brigham Young. Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series. 20: 1-90.
- IUCN. 2009. Mammals on the IUCN Red List-IUCN Red List Status. http://www.iucnredlist.org/mammals/redlist_status [Visitado en junio del 2014].
- LaVal, R.K. & B. Rodríguez. 2002. Murciélagos de Costa Rica. Ed. INBio. Costa Rica, 320 pp.
- Moya, M.I. & L.L. Arteaga. 2007. Sub familia Stenodermatidae (Gervais, 1856). En: Aguirre, L.F. (editor). 2007. Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 416 pp.
- Moya, M.I. 2011. Informe final de consultoría del proyecto PREDICT. Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Fundación Simon I. Patiño, Cochabamaba, Bolivia. 719 pp.
- Patton, J. L., M. da Silva & J. Malcolm. 2008. Mammals of the río Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. Bulletin of the American museum of natural history 244:1-306.

- Pérez, E. & L.F. Pacheco. 2006. Damage by large mammals to subsistence crops in a montane forest of Bolivia. *Crop Protection* 25:933-939
- Pérez, E. & L.F. Pacheco. 2014. Mitigación de daños provocados por fauna silvestre en cultivos agrícolas en un bosque Montano de Bolivia. *Revista de Biología Tropical* 62(4): 1495-1507
- Poma-Urey, J.L., L. Acosta, M.R. Ingala, S.G. Revollo, M.A. Meza, S. Gutierrez-Cruz, J.C. Zabala-Pedraza, M. Peñaranda & J. Salzar-Bravo 2021. Nueva especie de *Peropteryx* (Chiroptera: Emballonuridae) para Bolivia. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos* 3:e21.2.5.
- Revollo-Cadima, S., A. Rico-Cernorska., L.F. Pacheco, & J. Salazar-Bravo. 2020. Community structure and abundance of small rodents at the wave front of agroforestry and forest in Alto Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 55(1): 16-25.
- Rocha, N & D. Rumiz, 2010. Didelphidae. pp. 131-172. En: Wallace, R., H. Gómez, Z. Porcel & D. Rumiz (eds.) Centro de Ecología Difusión Simón Patiño. Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 879 pp.
- Salazar-Bravo, J., T. Tarifa, L.F. Aguirre, E. Yensen & T.L. Yates. 2003. Revised Checklist of Bolivian Mammals. Occasional Papers, Museum of Texas Tech University. 220: 1-27.
- Siles, L. & R. Wallace. 2019. First record of the rare bat *Gardnerycteris koepckeae* (Gardner y Patton, 1972) (Chiroptera, Phyllostomidae) in Bolivia. *Check List* 17 (1): 1-6.
- Siles, L., M. Hidalgo-Cossio, A. Amusquivar-Calustro, T. Camacho & G. Huayta-Sarzuri. 2021. First record of *Peropteryx pallidoptera* (Chiroptera: Emballonuridae) in Bolivia. *Therya Notes*, Vol. 2: 51-55.
- Simmons, NB. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529. En Wilson, DE & DM Reeder (eds.) *Mammal Species of the World*, tercera edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Tarifa, T. & L.F. Aguirre. 2009. Mamíferos. Pp. 419-552. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Terán M. & L.F. Aguirre. Sub familia Carollinae (Millar, 1924). En: Aguirre, L.F. (editor). 2007. Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Editorial

- Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 416 pp.
- Tirira, D.G. 2007. Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Tirira, D.G. 2011. Mamíferos endémicos del Ecuador: Página en Internet. Versión 3.1. Editorial Murciélago Blanco y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito. <www.mamiferosdelecuador.com>
- Tordoya, J.E. 2006. Sobre posición de la dieta de murciélagos frugívoros en cuatro tipos de ambientes en la Estación Biológica Tunquini (EBT). Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 90 pp.
- Vargas, G.V., 2016. Rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en bosques intervenidos por manejo agrícola en el municipio de Alto Beni, La Paz-Bolivia. Tesis de licenciatura. FCPN-UMSA, Bolivia
- Vargas, J., C. Flores & J. Martínez. 2007. Pequeños mamíferos en dos áreas protegidas de la vertiente oriental boliviana, considerando la variación altitudinal y la formación vegetacional. Revista Virtual REDESMA 1(2).
- Vargas, J., J. Tordoya, M.I. Gomez, K. Naoki, J. Aparicio, A. Aguilar & M. Ocampo. 2010. Evaluación de la fauna terrestre en la localidad de Sara Ana. En: Beck, S. N. Paniagua-Zambrana, R. Lopez y N. Nagashiro (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. 700 pp.
- Wibke T & E. Kalko. 2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos*, Volume 104, Issue 2
- Wilson, D. E. & D. M. Reeder (ed). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed). Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press
- Wilson, D.E. & R.A. Mittermeier. 2009. Handbook of the mammals of the world. Lynx. Animal Diversity Web - Metatheria Consultado en junio del 2014. <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Metatheria/>



Figura 4: Murciélagos de Sara Ana: A) *A. anderseni* (Foto: I. Moya); B) *Artibeus* (Foto: I. Moya); C) *Carollia* (Foto: I. Moya); D) *V. thuyne* (Foto: I. Moya); E) *Lophostoma brasiliensis* (Foto: R. Galeon); F) *Phyloderma stenops* (Foto: R. Galeon); G) *G. soricina* (Foto: I. Moya); H) *P. hastatus* (Foto: I. Moya); I) *S. tildae* (Foto: R. Galeon).



Figura 5: Mamíferos de Sara Ana A) *Procyon cancrivorus*; B) *Leopardus pardalis* y C) *Alouata sara* (Fotos: G. Ayala & M. Viscarra/Trampas cámara/WCS-Bolivia)

ANEXO

Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques intervenidos por manejo agrícola en la localidad de Sara Ana-Alto Beni. Bolivia

Giovana Vargas Kübber; Isabel Moya y Adriana Rico

1. Introducción

Las interacciones ecológicas entre plantas y animales constituyen un importante proceso para la regeneración de los bosques (López & Vaughan, 2004), donde el restablecimiento de las plantas depende en gran medida de su capacidad para dispersar sus propágulos y colonizar diversos sitios (Galindo-Gonzales, 1998). Uno de los grupos considerados buenos dispersores de semillas son los murciélagos frugívoros, debido principalmente a su abundancia y diversidad (López & Vaughan, 2004) y que su dieta incluye especies de plantas consideradas pioneras, que intervienen de manera importante en las etapas tempranas de la sucesión vegetal. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el rol de

los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en la localidad de Sara Ana, La Paz-Bolivia.

Se realizaron capturas de murciélagos utilizando redes de neblina, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2012 y abril de 2013 (Época Húmeda a Transición). Cada tipo de hábitat (Cultivo, Bosque Degradado y Bosque Maduro) fue muestreado un total de 12 días en total. Los individuos capturados fueron identificados en campo utilizando la clave de identificación de Díaz *et al.* (2011). Se colectaron las heces en papel filtro y fueron llevadas a laboratorio para realizar la identificación de las semillas, mediante comparación con colecciones ya existentes como las del Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia (Datos no publicados, 2011) y mediante la guía del libro “Seed dispersal by Bats in the Neotropics” (Lobova *et al.* 2009).

Para evaluar la importancia de las especies de murciélagos como dispersores de semillas se calculó el “Índice de Importancia del Dispersor” (IID, Galindo-González *et al.*, 2000). Este índice varía entre 0 y 10. Cero indica heces sin semillas (una especie rara que dispersa pocas semillas tendría un valor cerca de 0) y diez indica una especie de murciélago que dispersa todas las semillas en la comunidad (Galindo-González *et al.*, 2000).

2. Resultados y Discusión

Las especies más abundantes dentro de la comunidad de murciélagos en la zona fueron *Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Artibeus lituratus* y *Platyrrhinus helleri*. Se identificaron 15 especies vegetales en la dieta de los murciélagos (Figura 1), pertenecientes a los géneros *Cecropia*, *Ficus*, *Piper* y *Solanum*. Tres especies pertenecientes del género *Piper* (*Piper hispidum*, *Piper arboreum* y *Piper* sp.), y una especie del género *Cecropia* (*Cecropia* sp.) fueron las más abundantes en las heces colectadas.

Carollia perspicillata es el dispersor más importante de la comunidad (IID= 4.065). Consume ampliamente semillas de *Piper* y *Cecropia*, lo que concuerda con lo observado por otros autores (Loayza *et al.*, 2006; Novoa *et al.*, 2011). El género *Carollia* es muchas veces descrito por tener una dieta primariamente dominada por especies del género *Piper* (Thies & Kalko, 2004), lo que sugiere una relación de mutualismo importante (Fleming, 1988). El segundo dispersor más importante en la comunidad fue *Glossophaga soricina* (IID=3.199), que consume especies de *Piper*, *Cecropia* y *Ficus* (Tabla 1). Esta especie usualmente se alimenta de polen y néctar, sin embargo, también puede consumir

insectos y frutos, dependiendo de la disponibilidad de recursos y su estado reproductivo (Aguirre, 2007).

Tabla 1. Índice de importancia del Dispersor (IID) considerando las especies de murciélagos frugívoros más abundantes en Sara Ana-Alto Beni. Se observan datos de abundancia relativa de las especies que aportaron semillas y el porcentaje de restos fecales aportados. Acrónimos utilizados: *Carollia Perspicillata* (Ca pe); *Glosophaga soricina* (Gl so); *Artibeus jamaicensis* (Ar ja); *Sturnira lilium* (St li); *Sturnira tildae* (St ti); *Phyllostomus hastatus* (Ph ha); *Artibeus obscurus* (Ar ob); *Artibeus planirostris* (Ar pl); *Carollia benkeithi* (Ca be); *Uroderma bilobatum* (Ur bi); *Chiroderma trinitatum* (Ch tr).

Sp de murciélagos Sp. de semillas	Ca pe	Gl so	Ar ja	St li	St ti	Ph ha	Ar ob	Ar pl	Ca be	Ur bi	Ch tr	Total
Cecropia	3,67	2,752	0,917	0,917	0,92		0,92					10,09
Ficus	4,59	1,835				0,92		0,92				8,26
Piper	49,54	15,6		0,917	0,92	0,92			0,92		0,92	69,72
Solanum	3,67			0,917						0,92		5,5
Morfotipo 1	4,59											4,59
Morfotipo 2	0,92											0,92
Morfotipo 3	0,92											0,92
% heces con semillas	67,89	20,18	0,917	2,75	1,83	1,83	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	100
Abundancia murciélagos	59,88	15,85	8,72	3,7	2,5	1,24	2,5	2,1	1,75	1,28	0,48	59,88
IID	4,065	3,199	0,08	0,1	0,05	0,0228	0,0229	0,0193	0,0161	0,012	0,0044	

Tanto *Carollia perspicillata* como *Glosophaga soricina* son murciélagos de talla pequeña, y adicionalmente *G. soricina* es un murciélago de dieta más nectarívora, lo que sugiere que interactúan con frutos y consecuentemente semillas pequeñas (Muscarella & Fleming 2007), características principales de las especies vegetales de sucesión temprana, las cuales a su vez son generalmente de crecimiento rápido, estatura pequeña y de vida corta (Grime, 1979; Swaine & Whitmore, 1988). La importancia de estas especies como dispersores de semillas se da no sólo por la abundancia de las mismas, sino también por la riqueza y abundancia de especies vegetales consumidas, ya que la importancia de un dispersor va a depender tanto del número de semillas que disperse como de la probabilidad de que esta semilla dispersada se establezca (Schupp, 1993). Por lo tanto, la importancia del dispersor es un término relativo, que se corresponde sólo con respecto al número de semillas transportadas en relación a otras especies de murciélagos (Loayza *et al.*, 2006).

Bibliografía

- Aguirre, L.F. 2007. Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Editorial: Centro de Ecología y Difusión Simon I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia. 416 pp.
- Díaz, M.M., L.F. Aguirre & R.M. Barquez. 2011. Clave de Identificación de los Murciélagos del Cono Sur de Sudamérica. Centro de estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia. 94 pp.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 73: 57-74
- Galindo-Gonzalez, J., S. Guevara & V.J. Sosa. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.
- Grime, J.P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley & Sons, Chichester, UK
- Loayza A. P., R.S. Ríos & D.M. Larrea. 2006. Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41: 7-23.
- Lobova, T. A., C.K. Geiselman & S.A. Mori. 2009. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. The New York Botanical Garden Press: New York, NY, USA.
- López J.M.I. & C. Vaughan. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta Chiropterologica* 6: 111-119
- Muscarella, R. & T.H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82: 573-590.
- Schupp, E.W. 1993. Cantidad, calidad y efectividad de la dispersión de semillas por animales. *Vegetatio* 107/108: 15-29.
- Swaine, M.D. & T.C. Whitmore. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rainforests. *Vegetatio* 75, 81-86.

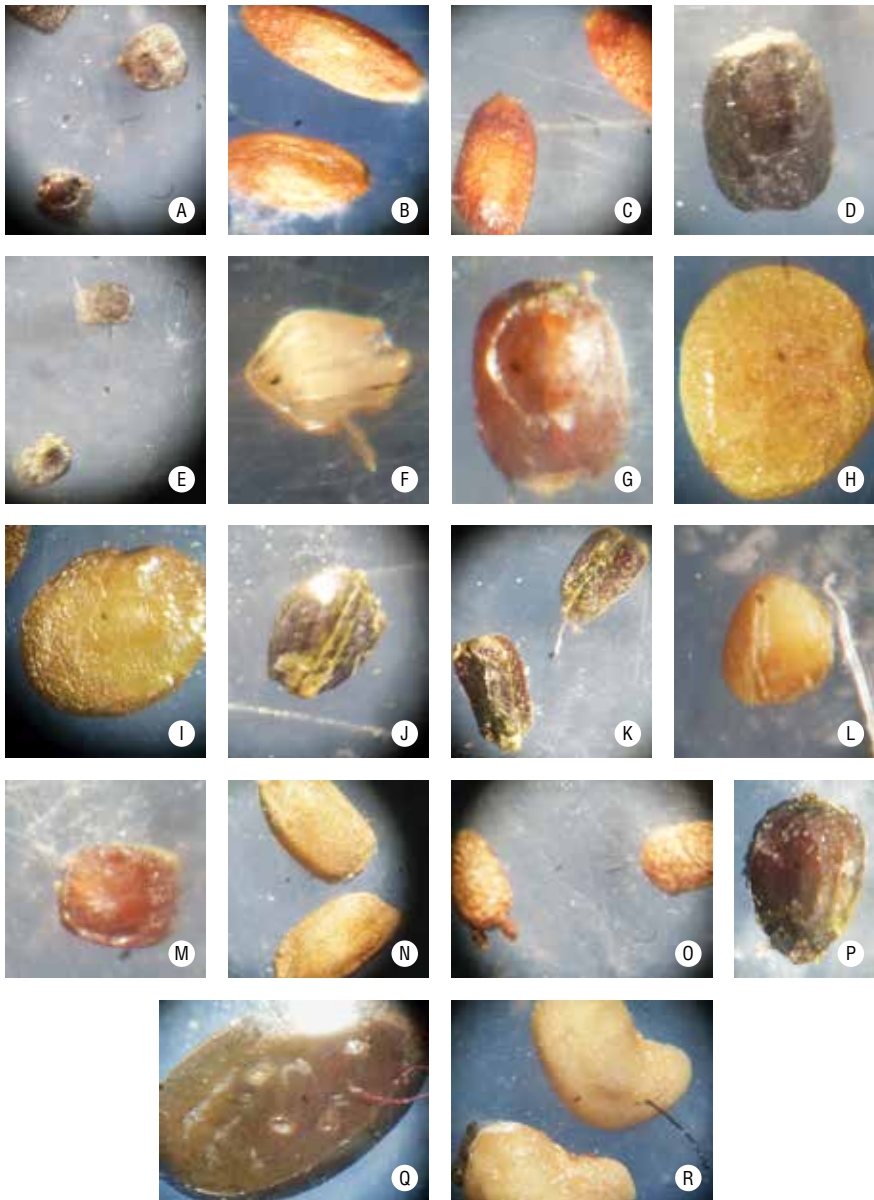


Figura 1: Morfotipos de especies vegetales (semillas) identificados en heces de murciélagos. *Piper aduncum* (A); *Cecropia* sp.1 (B); *Ficus* sp. 1 (C); *Piper* sp.1 (D); *Piper hispidum* (E), *Dsp.*1 (F); *Piper* sp.2 (G); *Solanum* sp.1 (H); *Solanum leucocarpon* (I); *Piper* sp.3 (J); *Piper reticulatum* (K); *Solanum* sp.2 (L); *Piper* sp.4 (M); *Ficus insipida* (N); *Ficus pertusa* (O), Morfotipo 2 (P), Morfotipo 3 (Q) y *Ficus maxima* (R).

CAPÍTULO 11

Aves de Sara Ana y sus alrededores

M. Isabel Gómez & Kazuya Naoki

1. Características generales del grupo

Las aves pertenecen a un grupo de vertebrados que se caracteriza por la presencia de plumas, las cuales son cruciales para el vuelo, la regulación de la temperatura corporal y además les permite mostrar increíbles patrones de color, desde colores crípticos para camuflarse, hasta colores llamativos que juegan un rol importante en la reproducción. Las aves presentan numerosas modificaciones que no se encuentran en otros vertebrados como: la transformación de sus extremidades anteriores en alas, que les proporcionan fuerza para volar; la pérdida de dientes y la formación del pico para la alimentación; la temperatura corporal elevada y constante; el incremento de la masa muscular pectoral, y el cambio de varios huesos que facilita la adhesión de los músculos. La mayoría de estas modificaciones son adaptaciones para el vuelo: les permiten reducir su peso corporal, aumentar su metabolismo y mejorar su aerodinamicidad. En otras palabras, las aves son máquinas sofisticadas para volar, lo cual realizan mejor que ningún otro grupo de animales en la Tierra.

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres más numeroso; se estima que actualmente existen por lo menos 9.700 especies de aves en el mundo, ocupando diversos hábitats de todos los continentes (Gill 2006). La mayoría de las especies de aves son diurnas, y muchas son llamativas por lo vistoso de su plumaje y por la variedad de sus cantos. Por la facilidad de observarlas y escucharlas, las aves han atraído a numerosos biólogos y naturalistas; por lo cual, se convirtieron en uno de los grupos

mejor estudiado. Además de su importancia biológica, las aves ocupan un lugar especial en la cultura humana y han sido la inspiración para numerosos poetas, pintores, músicos y fotógrafos.

En Bolivia se han registrado 1.435 especies de aves (Herzog *et al.* 2017), lo cual nos sitúa como el sexto país con más diversidad de aves en el mundo (BirdLife International 2019). Esta extraordinaria diversidad de aves se debe a nuestra ubicación geográfica, así como a las características climáticas y topográficas del país. Bolivia está ubicada en la latitud tropical, entre 9 y 22 grados sur, dentro de la región zoogeográfica neotropical, que comprende el sur de México, Centroamérica y Suramérica. La región neotropical es la más diversa del mundo, posee 3.376 especies de aves (Herzog *et al.* 2017) y contiene cuatro de los cinco países más diversos de las aves en el mundo (BirdLife International 2019). Además, Bolivia posee un rango altitudinal muy amplio, entre 100 y 6.500 m sobre el nivel de mar, el clima es altamente variable, desde un clima cálido y húmedo que se encuentra en el departamento de Pando, un cálido y seco en el Chaco, hasta un clima frío y seco en el departamento de Potosí. Esta variabilidad climática permite la existencia de diversos tipos de vegetación, lo cual mantiene una avifauna muy distinta en cada parte del país. Por otra parte, la extraordinaria complejidad topográfica de la cordillera de los Andes facilitó numerosos eventos de especiación (Bates & Zink 1994) y evitó la extinción durante la fluctuación climática (Fjeldså 2007), permitiendo la presencia de varias especies a nivel continental (Fjeldså & Irestedt 2009).

Alto Beni es una región poco estudiada con relación a su avifauna. Para elaborar la lista de especies de aves de Sara Ana y sus alrededores y obtener información sobre su historia natural, se realizaron varias actividades entre el año 2008 y 2021. (a) Se realizó la observación directa de aves con caminatas en los diferentes tipos de hábitats previamente reconocidos como: vegetación ribereña, formaciones boscosas de tierra firme, áreas de cultivo y pastizales (ver el mapa de unidades de vegetación). La observación fue realizada con binoculares de 10x40 todo el día entre 06:00 y 18:00 hrs. (b) Se realizó el conteo de puntos a través de observaciones directas con binoculares para cuantificar la composición de aves en parcelas de cacao en el marco del proyecto “Ensayo de comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo” en la localidad Sara Ana y en cultivos de cacao en áreas cercanas. (c) Se llevó a cabo la captura y la colecta de algunos individuos de aves utilizando redes de neblina. (d) Se realizaron observaciones adicionales no sistematizadas en el área de estudio. La información de varios aspectos de la

historia natural de las diferentes especies fue obtenida a través de fuentes bibliográficas: ecorregiones y migración (Hennessey *et al.* 2003), dieta (Fjeldså & Krabbe 1990, Schulenberg *et al.* 2007), hábitat (Stotz *et al.* 1996) y la cual también fue complementada con observaciones en campo.

2. Historia natural

a. Riqueza de especies y composición

En Sara Ana y sus alrededores, se han registrado en total 214 especies de aves (la lista completa se encuentra en el Anexo). Estas especies pertenecen a 170 géneros que representan 50 familias y 23 órdenes. A pesar de que Sara Ana y sus alrededores abarcan un área relativamente pequeña (aprox. 500 ha), cuenta con el 15% de las especies de aves de Bolivia. Las familias con mayor número de especies son: los atrapamoscas (Tyrannidae, 39 especies), las tangaras (Thraupidae, 23 especies), los hormigueros (Thamnophilidae, 19 especies), los horneros (Furnariidae, 12 especies) y los picaflores (Trochilidae, 11 especies) (Figura 1). Estas cinco familias son endémicas del Nuevo Mundo y se distribuyen ampliamente en toda Bolivia.

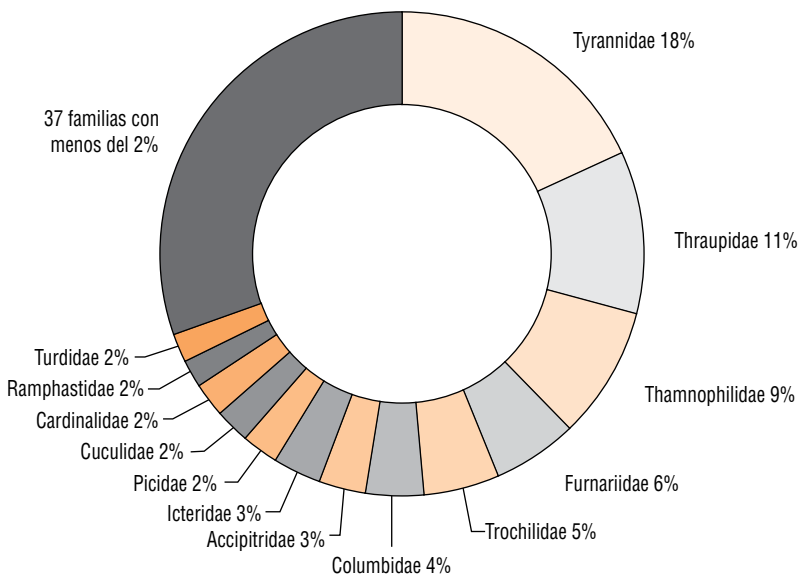


Figura 1: Porcentaje de especies por familia registrada en Sara Ana y sus alrededores

La familia de los atrapamoscas (Tyrannidae) es una de las familias con mayor número de especies en Suramérica, contiene más de 200 especies en Bolivia y es la familia más numerosa en Sara Ana, con 39 especies registradas. Los tiranos, mosqueros, copetones y pibis (géneros *Tyrannus*, *Myiozetetes*, *Megarynchus*, *Myiarchus*, *Contopus*, *Myiodynastes*), se encuentran frecuentemente posados en ramas de los árboles del borde del bosque secundario o en los cercos de los cultivos y pastizales. Son aves de tamaño pequeño a mediano, entre 14 a 23 cm, con la parte superior del cuerpo de color café o verduzco y la parte inferior amarilla en muchas especies. Son principalmente insectívoros, aunque algunas especies también se alimentan de frutos; se los observa principalmente posados en ramas esperando y atrapando insectos en el aire con rápidos movimientos y muchas veces retornando a la misma rama. Otros como los mosqueros, picoplanos y atilas (géneros *Mionectes*, *Rhynchocyclus*, *Ramphotrigon*, *Attila*), habitan en el sotobosque del bosque primario ligeramente intervenido, son silenciosos y muchas veces capturan artrópodos de la parte inferior de las hojas y ramas delgadas, y otros como los tirano-todi y las espatulillas (géneros *Hemitriccus*, *Todirostrum* y *Poecilatriccus*) son de tamaño pequeño, entre 8 a 11 cm, y se los puede observar capturando artrópodos con vuelos cortos en el follaje del dosel (Figura 5).

En la familia de las tangaras (Thraupidae) se encuentran aves de tamaño pequeño, entre 14 a 17 cm, e incluye especies con coloraciones muy llamativas como las tangaras, dacnis y pepiteros (géneros *Tangara*, *Thraupis*, *Ramphocelus*, *Dacnis* y *Saltator*) (Figura 6). Es la segunda familia más numerosa en Sara Ana, y la mayoría de las 23 especies registradas habita en el dosel y borde de los bosques secundarios, pero también se las observa cerca de las casas o cultivos, cuando hay árboles con frutos. En cuanto a su dieta, pueden consumir frutos, artrópodos, néctar o semillas, en una dieta mixta que incluye más de uno de estos alimentos, por lo que también podemos encontrar una gran variación de formas de picos. La familia incluye especies predominantemente residentes, una migratoria austral, y otras que pueden realizar movimientos locales según la disponibilidad de alimentos.

La familia de los hormigueros (Thamnophilidae) está conformada por aves de tamaño pequeño, de 13 a 20 cm, y su plumaje tiene una coloración principalmente blanca, marrón, gris o negra y presentan dimorfismo sexual, es decir que el plumaje del macho es diferente al de la hembra (Figura 7). Es la tercera familia más numerosa en Sara Ana, y las 19 especies registradas en la zona habitan principalmente en el

sotobosque del bosque primario ligeramente intervenido y se mueven constantemente para buscar los artrópodos de los que se alimentan. Generalmente son difíciles de observar, aunque frecuentemente se escucha su vocalización cerca del bosque primario o bosque secundario, especialmente cuando forman bandadas mixtas y ruidosas en el sotobosque. La mayoría de los registros de esta familia fue por medio de vocalizaciones o por captura con redes de neblina.

La familia de los horneros y trepadores (Furnariidae) está conformada por aves pequeñas y medianas, insectívoras, de 15 a 28 cm, su plumaje en general no tiene colores brillantes, sino que predominan los tonos marrones y rojizos (Figura 8). La mayoría de las 12 especies de esta familia en Sara Ana pertenecen a la subfamilia de los trepatroncos (Dendrocolaptinae), los cuales trepan árboles de manera vertical, como un pájaro carpintero, buscando insectos en la superficie o dentro de las grietas del tronco en los bosques primarios ligeramente intervenidos. La especie que frecuentemente se observa es el Hornero de Pata Pálida (*Furnarius leucopus*) que construye su nido con la forma de un horno, de donde proviene su nombre común, en los bosques secundarios o pastizales con árboles.

La familia de los picaflores (Trochilidae) contiene a las aves más pequeñas, de 7 a 18 cm, presentan plumajes de color verde o azul iridiscente, tienen un pico largo, con el cual se alimentan del néctar de las flores (Figura 9). Se encuentran en diversos hábitats, en el bosque primario ligeramente intervenido, el bosque secundario, vegetación ribereña y en los cultivos. Son importantes polinizadores de muchas plantas en Sara Ana. Los ermitaños (géneros *Threnetes* y *Phaethornis*), son comunes en los cultivos de cacao cuando las plantas de plátano y piña tienen flores. Se han registrado 11 especies en Sara Ana.

La familia de las palomas (Columbidae), contiene aves pequeñas a medianas, de 17 a 30 cm, que se caracterizan por un cuerpo redondeado, cabeza pequeña y patas cortas, tiene especies tanto terrestres como arbóreas, ocupando varios hábitats como bosques, cultivos y áreas abiertas (Figura 10). Generalmente tienen una coloración poco vistosa, aunque algunas especies presentan plumas iridiscentes en el área del cuello o nuca. Su vocalización es muy particular para cada especie y es muy útil para poder identificarlas. En la zona se han reportado ocho especies.

Las águilas y gavilanes pertenecen a la familia Accipitridae, se caracterizan por tener picos ganchudos y fuertes, patas con garras largas y curvas y una excelente vista, lo que les permite encontrar y capturar eficientemente a sus presas (Figura 11). Se alimentan de pequeños

vertebrados como ratones, aves, lagartijas y también de insectos. En la zona se han registrado siete especies.

La familia Icteridae alberga a las oropéndolas y caciques, son aves medianas, de 17 a 42 cm, con picos cónicos y punteagudos (Figura 12). Presentan dimorfismo sexual, siendo las hembras de menor tamaño. Se alimentan principalmente de frutos, insectos y también del néctar de flores de *Erythrina* y del árbol balsa (*Ochroma pyramidale*). Sus rituales de cortejo son muy elaborados y su vocalización es compleja, incluso algunas especies, como el Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*), puede imitar la vocalización de otras especies de aves. Algunas especies construyen sus nidos colgantes en colonias. En la zona se han registrado siete especies.

Los pájaros carpinteros pertenecen a la familia Picidae, tienen hábitos particulares para poder vivir en un entorno arbóreo. Pueden perforar huecos en los árboles para buscar y obtener su alimento. Su pico es recto y fuerte y su lengua es muy larga para así poder extraer los insectos de los huecos. Las patas son cortas y fuertes para poder trepar, y las plumas de su cola están reforzadas sirviéndoles de apoyo mientras trepan por el tronco de los árboles. Además de insectos y larvas, los carpinteros también consumen frutos (Figura 13). En la zona se han registrado cinco especies.

La familia de los cucos y cuclillos (Cuculidae), alberga aves delgadas y de cola larga, son de tamaño mediano, de 25 a 31 cm, y se las puede observar saltando de rama en rama buscando insectos en el follaje (Figura 14). En la zona se han registrado cinco especies tanto residentes como migratorias.

Las pirangas y picogrueros se encuentran en la familia Cardinalidae, son aves de tamaño pequeño, de 15 a 20 cm. Tienen un plumaje vistoso, con coloraciones rojas o amarillas, presentan dimorfismo sexual, teniendo los machos plumajes diferentes a los de las hembras (Figura 15). Se alimentan principalmente de artrópodos y frutos. En la zona se han registrado cinco especies, incluyendo especies migratorias.

Los tucanes y tucancillos (familia Ramphastidae) se caracterizan por sus picos grandes y coloridos. Son de tamaño mediano, de 24 a 42 cm (Figura 16). Son principalmente frugívoros, se alimentan de frutos del ambaibo (*Cecropia*), *Coussapoa*, *Ficus* y *Ocotea* y también de insectos. En la zona se han registrado cuatro especies.

La familia de los zorzales (Turdidae) incluye aves medianas, de 15 a 21 cm, que presentan un cuerpo alargado y erguido y en su plumaje predominan los colores negros y marrones (Figura 17). Se alimentan de invertebrados y frutos. Durante la época reproductiva los machos

vocalizan continuamente y se caracterizan porque tienen cantos complejos y melódicos. En la zona se han registrado cuatro especies, tanto residentes como migratorias.

b. Características biogeográficas

La información sobre la distribución de cada especie proviene de la guía de campo, Aves de Bolivia (Herzog *et al.* 2017), la cual divide a Bolivia en 12 ecorregiones (Figura 2). Como muchas especies de aves se encuentran en más de una ecorregión, la guía presenta la lista de ecorregiones para cada especie. La avifauna en Sara Ana y sus alrededores está predominantemente conformada por especies de la ecorregión de Suroeste de la Amazonía, la cual se encuentra en la distribución de 206 especies (el 96% de especies registradas en Sara Ana). Esta fuerte influencia de la avifauna amazónica no es sorprendente, considerando su elevación de 450 m s.n.m., la alta precipitación y su ubicación en la falda de montaña de los Andes cerca de Río Beni. La segunda ecorregión más frecuente en la distribución de aves es Yungas (177 especies, 83%). Como Sara Ana está cerca de las serranías que alcanzan hasta 1.500 m s.n.m., también se observó la presencia de algunas especies típicas de la ecorregión de Yungas.

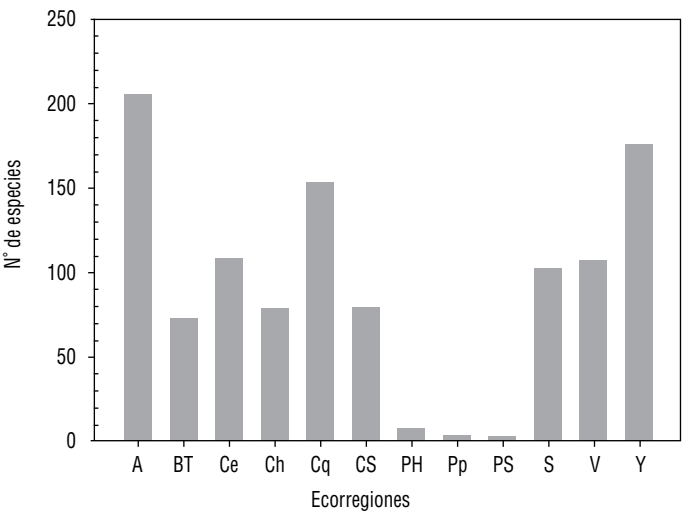


Figura 2: Las ecorregiones donde se observan las aves de Sara Ana, en base a Herzog *et al.* (2017). Una especie puede estar presente en varias ecorregiones (A: Amazonía, BT: Bosque Boliviano-Tucumano, Ce: Cerrado, Ch: Chaco, Cq: Chiquitanía, CS: Chaco Serrano, PH: Puna Húmeda, Pp: Prepuna, PS: Puna Seca, S: Sabanas Inundables, V: Valles Secos Interandinos, Y: Yungas)

c. Especies características de hábitats

La mayoría de especies de aves se encuentran sólo en determinados hábitats (los cuales se encuentran identificados en el mapa de unidades de vegetación, presentado en el capítulo 2), de acuerdo con el análisis del uso de hábitat realizado en 2008, el 64% de las especies son especialista de cada hábitat, en cambio el 36% utiliza más de un tipo de hábitat. El mayor número de especies (72) se encuentra en los bosques primarios ligeramente intervenidos, que están ubicados alrededor de los cultivos de cacao y en la zona del bolsón (parte norte de Sara Ana) (Figura 3), posiblemente porque albergan variedad de microhábitats y también una estructura vertical compleja, presentando un dosel, subdosel y sotobosque.

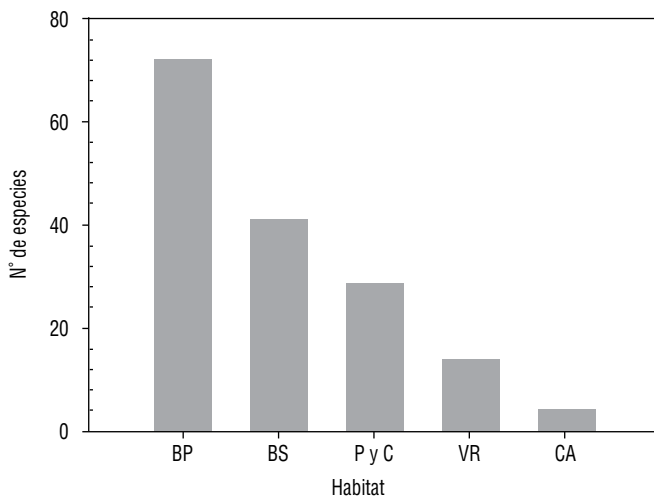


Figura 13: Número de especies de aves observadas en cada tipo de hábitat (BP: bosques primarios ligeramente intervenidos, BS: bosques secundarios y degradados, P y C: pastizal y cultivos, VR: vegetación ribereña y CA: cuerpos de agua como ríos y meandros)

Como especies indicadoras de estos bosques se pueden mencionar al Tucán Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*), a los trogones (*Trogon* spp.), los hormigueros (*Myrmoborus* spp.), los hormiguieritos (*Myrmotherula* spp.), y las atilas (*Attila* spp.) entre otros (Figura 18). El bosque secundario es el siguiente en riqueza de especies, y las especies características son la Chachalaca Jaspeada (*Ortalis guttata*), la Monja Frente Negra (*Monasa nigrifrons*), las oropéndolas (*Psarocolius* spp.), el Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*), el Loro Cabeza Azul (*Pionus menstruus*), el Cuco

Ardilla (*Piaya cayana*), Tangaras (*Tangara* spp.) y el Copetón Cresta Corta (*Myiarchus ferox*) (Figura 19). En el pastizal y en los cultivos se registró a la Tangara Azuleja (*Thraupis episcopus*), la Tangara Pico Plateado (*Ramphocelus carbo*), el Mauri Común (*Crotophaga ani*), la Garcita Bueyera (*Bubulcus ibis*), el Cucarachero Común (*Troglodytes aedon*) y el Gorrión Ceja Amarilla (*Ammodramus aurifrons*) (Figura 20). Finalmente, el menor número de especies fue registrado en la vegetación ribereña y en los cuerpos de agua.

d. Importancia ecológica

En Sara Ana, las aves cumplen varias funciones ecológicas, ya sea controlando las poblaciones de invertebrados y vertebrados que son plagas, limpiando el sistema de animales muertos, dispersando las semillas y polinizando las flores. La depredación se considera un servicio ecosistémico, ya que las aves rapaces nocturnas reducen las plagas agrícolas como roedores y aumentan el rendimiento del cultivo (Skercioglu 2006), especies como la Lechuza Común (*Tyto alba*) pueden consumir hasta cuatro roedores diarios en las zonas cercanas a los cultivos. Por otro lado, varios estudios sugieren que las aves insectívoras, como los atrapamoscas, son importantes en el control de la población de invertebrados. Los impactos de las aves insectívoras varían en el tiempo y dependerán del tamaño de la población inicial de invertebrados (Holmes 1990). Una revisión reciente mostró que, si se quitan las aves insectívoras del sistema, a menudo resulta en un aumento de los herbívoros y hay un mayor consumo de plantas que puede reducir el rendimiento de los cultivos (Skercioglu 2006) (Figura 21A). Los carroñeros como los buitres y gallinazos (*Cathartes aura*, *Coragyps atratus* y *Sarcorampus papa*), prestan servicios sanitarios, a través de la eliminación de cadáveres y el reciclaje de residuos; además, controlan las poblaciones de manera indirecta al reducir los vectores de enfermedades (Figura 21B).

Se considera a las aves como “agentes altamente eficaces en el transporte de semillas”; la dispersión de semillas reduce su mortalidad y es esencial para el mantenimiento de la diversidad vegetal (Stiles 1985) y para la regeneración de muchas especies de plantas. La dispersión de semillas por las aves es una función que afecta a diversas especies de plantas, y es importante en los procesos de sucesión (Skercioglu 2006). Las tangaras y pavas al consumir frutos enteros tienen un rol importante en la dispersión de varias plantas como los ambaibos (*Cecropia* sp.), diferentes especies de Melastomataceae (p.e. *Miconia*), e higos (*Ficus*) (Figura 21C).

La polinización es realizada por las aves nectarívoras como picaflores, oropéndolas y algunas tangaras. Como las aves nectarívoras deben cumplir con sus altas necesidades energéticas, deben visitar numerosas flores con regularidad, lo que aumenta el flujo de genes entre plantas (Schuchmann 1999). La polinización aviar es importante a nivel ecológico, económico, evolutivo y también de conservación, especialmente para ciertos grupos de plantas, como las que se encuentran en el sotobosque tropical (Skercioglu 2006). Los ermitaños (*Threnetes niger* y *Phaethornis* spp.) son clave para la polinización de las flores de los cultivos de plátanos y piña (Figura 21D).

e. Dieta

La dieta de aves es muy variable e incluye a las especies que se alimentan de brotes de hojas, frutos, néctar, invertebrados de todos los tamaños y de los diferentes tipos de vertebrados, incluyendo la carroña. Sin embargo, los frutos, semillas e insectos son los alimentos principales de las aves terrestres, y en algunas especies se dio una radiación adaptativa junto con especies de plantas que tienen flores. De acuerdo a la variedad de dietas, también se da una variedad de picos, y podemos encontrar diferentes formas y tamaños que están relacionados con el modo de alimentarse de cada especie (Gill 2006) (Figura 22 y Anexo).

La mayoría de las especies de Sara Ana son insectívoras (41%), principalmente representantes de las familias de los atrapamoscas (Tyrannidae), de los hormigueros (Thamnophilidae) y de los horneros (Furnariidae), y se alimentan de insectos, arañas y otros invertebrados que encuentran en los diferentes sustratos; como aire, ramas, troncos, hojas y en el suelo del sotobosque y los cultivos. Otro gremio dominante es el de las aves que se alimentan tanto de frutos como de insectos, las aves frugívoras-insectívoras (37%), que pertenecen a las familias de las tangaras (Thraupidae), oropéndolas (Icteridae), trogones (Trogonidae), carpinteros (Picidae), saltarines (Pipridae) y algunas especies de los atrapamoscas (Tyrannidae). Hay un 5% de aves nectarívoras que son principalmente picaflores, aunque otras especies como las oropéndolas también consumen el néctar de flores. Un 7% de aves son carnívoras, incluyendo a las aves rapaces que se alimentan de pequeños vertebrados terrestres, como las águilas y gavilanes (Accipitridae), lechuzas (Tytonidae) y búhos (Strigidae); a las aves piscívoras, como los martines pecadores (Alcedinidae) y a las aves carroñeras como los gallinazos o buitres (Cathartidae). Además, hay un 9% de aves granívoras que incluye a palomas (Columbidae), loros (Psittacidae), y gorriones (Emberizidae) (Figura 4).

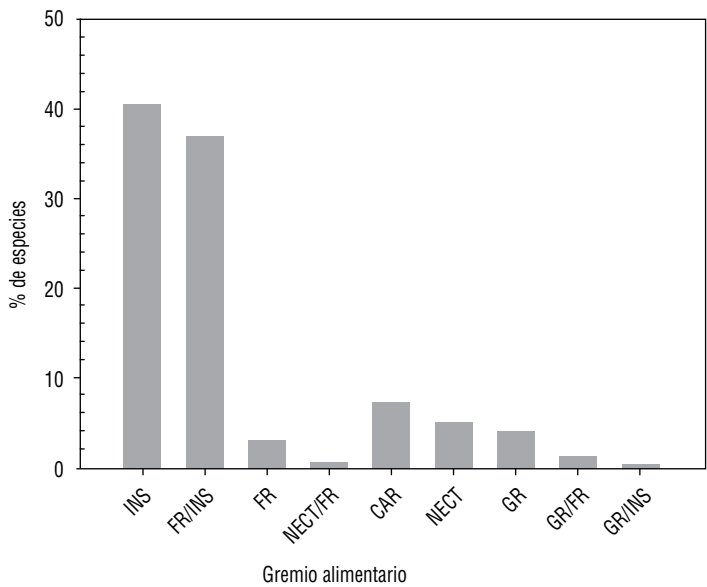


Figura 4: El porcentaje de especies de aves según la categoría de dieta principal (INS: insectívoro; FR/INS: frugívoro-insectívoro; FR: frugívoro; NECT/FR: nectarívoro-frugívoro; CAR: carnívoro; NECT: nectarívoro; GR: granívoro; GR/FR: granívoro-frugívoro; GR/INS: granívoro-insectívoro)

f. Reproducción

Todas las aves son ovíparas, es decir se reproducen a partir de huevos que depositan las hembras, y cada especie tiene una estrategia de reproducción particular, que abarca desde escoger el territorio, construir del nido, hasta el cuidado parental de los polluelos. Las aves de Sara Ana construyen una amplia variedad de nidos: pueden ser contruidos en el suelo (perdices), sobre los arbustos o árboles, pueden utilizar los huecos de los árboles (loros, búhos, carpinteros), en rocas o paredes arcillosas. La estructura de los nidos también es muy variable, y pueden construirlo con diversos materiales como ramas, hojas, distintos tipos de fibra vegetal, pelos o incluso barro. Pueden llegar a ser enormes estructuras esféricas con una entrada al costado como de los horneros (*Furnarius leucopus*), nidos colgantes como de las oropéndolas (*Psarocolius* spp.) o pueden ser nidos pequeños a manera de copa (atrapamoscas, hormigueros y pica-flores). Entre las aves también existen diferencias según sean los dos progenitores o solo uno de ellos (macho o hembra) quien se encargue de los cuidados parentales (construcción del nido, incubación de los huevos, cuidado y alimentación de los polluelos).

En Sara Ana, la mayoría de las especies de aves, principalmente las insectívoras y las frugívoras-insectívoras, se reproducen durante la época húmeda, desde noviembre hasta marzo. En cambio, las especies nectarívoras y piscívoras se reproducen en otras épocas, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se registraron algunos eventos reproductivos de manera ocasional y no de manera sistemática. Se observaron parejas del Trogon Corona Azul (*Trogon curucui*) anidando en termiteros abandonados en julio y agosto (Figura 23A). En enero y en agosto se observaron individuos de la Tangara de Palmeras (*Thraupis palmarum*) reuniendo material vegetal para la construcción de sus nidos (Figura 23B). Se observó a varios individuos de la Oropéndola Dorso Bermejo (*Psarocolius angustifrons*) llevando material para construir sus nidos en marzo y hasta julio se observaron despliegues y cuidado parental en los nidos colgantes (Figura 23C). Entre junio y octubre se observó a varios individuos del Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*) realizando cortejos, construyendo nidos y cuidando a los pichones (Figura 23D). En julio se observó un individuo del Cucarachero Común (*Troglodytes aedon*), reuniendo material seco para la construcción de su nido. En julio se registró la construcción de un nido del Colibrí Pecho Zafiro (*Chionomesa lactea*) en un árbol de un cítrico (Figura 23E) y en diciembre se registró la construcción de nido del Hornero de Pata Pálida (*Furnarius leucopus*) (Figura 23F).

3. Especies de aves migratorias

La migración es un fenómeno muy común en la naturaleza y las aves son un grupo representativo por su capacidad de volar y recorrer grandes distancias. Existen especies migratorias de corta distancia, que tienen movimientos altitudinales, y pueden desplazarse de las áreas montañosas para buscar en ciertas épocas áreas bajas más favorables, y las especies migratorias de larga distancia, que recorren a menudo miles de kilómetros cruzando toda clase de barreras como montañas, océanos y desiertos. Además, dentro de una misma especie puede haber distinto comportamiento migratorio dependiendo de la edad o la población de origen.

El ciclo de las aves migratorias Neotropicales está basado en la utilización de los recursos en los lugares donde éstos abundan. Se pueden distinguir dos tipos de migración: (1) La migración boreal. Varias especies de aves empiezan su viaje hacia los trópicos, Centro y Suramérica, a finales de septiembre y principios de octubre, durante el invierno del

norte, cuando el alimento comienza a escasear por el frío, pero está disponible en la zona tropical gracias a la ausencia de estaciones. En la zona de invernada, en los trópicos, las aves se dedican a alimentarse y a recuperarse de su viaje. Una vez terminado el invierno del norte, a finales de febrero y principios de marzo, estas especies viajeras emprenden una vez más el vuelo hasta sus zonas de reproducción. (2) La migración austral. Las especies viajan desde el sur de Suramérica hasta el centro o norte del continente durante el invierno austral (desde junio hasta agosto). Ambos ciclos se repiten año tras año, pues es un comportamiento innato. Para saber cuándo deben migrar, las aves perciben cambios sutiles en el largo del día y el clima, señal que les indica cuando empezar su vuelo (Gill 2006).

Bolivia es uno de los sitios para la llegada de varias especies de aves migratorias y tenemos: migrantes boreales, migrantes australes, migrantes australes parciales y migrantes altitudinales. En la zona de Alto Beni y Sara Ana se han registrado especies migrantes de corta y de larga distancia, muchas de ellas se detienen para descansar y alimentarse a lo largo de sus rutas y de esta forma pueden ser observadas en determinados meses. Se ha registrado ocho especies migrantes boreales, el Cuculillo Pico Amarillo (*Coccyzus americanus*), el Playero Coleador (*Actitis macularius*), el Mosquerito Alisero (*Empidonax alnorum*), el Pibí Oriental (*Contopus virens*), el Mosquero Vientre Azufrado (*Myiodynastes luteiventris*), el Tirano Boreal (*Tyrannus tyrannus*) (Figura 24A), el Zorzalito de Swainson (*Catharus ustulatus*) y la Piranga Escarlata (*Piranga olivacea*), que están en la zona desde octubre hasta febrero. Dos especies migrantes australes: el Mosquerito Bermellón (*Pyrocephalus rubinus*) y el Tirano Ceja Amarilla (*Satrapa icterophrys*) (Figura 24B). Por otra parte, en Sara Ana se han registrado especies que tienen poblaciones que están presentes todo el año (residentes) pero que también podrían tener un aumento temporal de las poblaciones migratorias, como es difícil distinguir estas poblaciones se las ha categorizado como especies migratorias australes parciales, y en esta categoría se han registrado a 24 especies (ver Anexo).

4. Estado de conservación

a. Amenazas

En el Alto Beni una extensión considerable de los bosques se ha desaparecida o se ha degradada por medio de las actividades humanas.

Estas actividades incluyen la colonización, la deforestación para la apertura de carreteras o para realizar cultivos y la extracción de madera. Los impactos de la extracción selectiva de madera de los años 80 y 90, han causado el empobrecimiento de los bosques; además, de un impacto en la fauna por la caza. La colonización en la zona también afecta a los ecosistemas boscosos con escasa vocación agrícola, los cuales han sido severamente deteriorados, como es el caso de los bosques montañosos y subandinos de la región de Alto Beni. Otra actividad importante que causa la pérdida de los bosques es la ganadería, la cual ha afectado a los ecosistemas en el norte amazónico del país (LIDEMA 2010). El cambio de cobertura de tierra pudo haber tenido impacto en la avifauna local, causando la disminución de las especies más sensibles a la alteración del hábitat o a la fragmentación. Aunque no hay estudios específicos, la densidad muy baja de algunas especies como el Paujil Común y la ausencia de especies grandes como las parabas parece indicar una degradación de la avifauna de la región. La disminución de las poblaciones de aves, especialmente las especies de tamaño grande y las más vulnerables a cambios y que cumplen funciones ecológicas irremplazables pueden afectar rápidamente a los procesos de un determinado ecosistema. La degradación y fragmentación del hábitat, puede afectar a las interacciones ecológicas como la dispersión de semillas y la polinización. Especialmente la disminución de las aves polinizadoras y dispersoras podría tener grandes consecuencias para las plantas que dependen de las aves para cumplir sus ciclos biológicos o para las plantas que son poco comunes (Skercigliu 2006).

Bibliografía

- Bates, J. M. & R. M. Zink. 1994. Evolution into the Andes: molecular evidence for species relationships in the genus *Leptogon*. *Auk* 111: 507-515.
- BirdLife International. 2019. Country profile: Bolivia. Disponible en <http://www.birdlife.org/datazone/country/bolivia>, revisado en noviembre de 2019.
- Fjeldså, J. 2007. The relationship between biodiversity and population centres: the high Andes region as an example. *Biodiversity and Conservation* 16: 2739-2751.
- Fjeldså, J. & M. Irestedt. 2009. Diversification of the South American avifauna: patterns and implications for conservation in the

- Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 398-410.
- Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1990. *Birds of the high Andes*. Apollo Books, Svendborg, Denmark. 876 pp.
- Gill, F. B. 2006. *Ornithology*. 3rd Ed. Edic. W. H. Freeman and Company, New York.
- Hennessey, A. B., S. K. Herzog & F. Sagot. 2003. *Lista Anotada de las aves de Bolivia*. 5th Edic. Asociación Armonía/BirdLife International, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Herzog, S., R. S. Terrill, A. E. Jahn, J. V. Remsen Jr, O. Maillard, V. H. García-Soliz, R. MacLeod, A. Maccormick & J. Q. Vidoz. 2017. *Aves de Bolivia, Guía de campo*. Asociación Armonía y Agencia Suiza del Desarrollo y la Cooperación COSUDE, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 238 pp.
- Holmes, R. T. 1990. Ecological and evolutionary impacts of bird predation on forest insects: an overview. *Studies in Avian Biology* 13: 6-13.
- LIDEMA. 2010. *Informe del Estado Ambiental de Bolivia 2010*. La Paz, Bolivia.
- Schuchmann, K. L. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). pp. 468-682. En: del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal (eds.) *Handbook of the birds of the world*. Vol. 5. Barnowls to hummingbirds. Lnyx Edicions, Barcelona, Spain.
- Schulenberg, T. S., D. F. Stotz, D. F. Lane, J. P. O'Neill & T. A. Parker, III. 2007. *Birds of Peru*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 656 pp.
- Skericioglu, C. H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 464-471.
- Stiles, F. G., editor. 1985. *On the role of birds in the dynamics of Neotropical forests*. International Council for Bird Preservation. 49-59 pp.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker, III & D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.



Figura 5: Especies pertenecientes a la familia de los atrapamoscas (Tyrannidae): (A) Copetón Cresta Oscura (*Myiarchus tuberculifer*); (B) Pibí Tropical (*Contopus cinereus*); (C) Mosquero Picudo (*Megarynchus pitangua*); (D) Mosquero Rayado (*Myiodynastes maculatus*); (E) Espatulilla Ceja Amarilla (*Todirostrum chrysocrotaphum*); (F) Espatulilla Frente Rojiza (*Poecilotriccus latirostris*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 6: Especies representativas de la familia de las tangaras (Thraupidae): (A) Tangara Azuleja (*Thraupis episcopus*); (B) Tangara Pico Plateado (*Ramphocelus carbo*); (C) Tangara Turquesa (*Tangara mexicana*); (D) Tangara Urraca (*Cissopis leverianus*); (E) Saltator Grisáceo (*Saltator coerulescens*); (F) Saltator Garganta Anteada (*Saltator maximus*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).

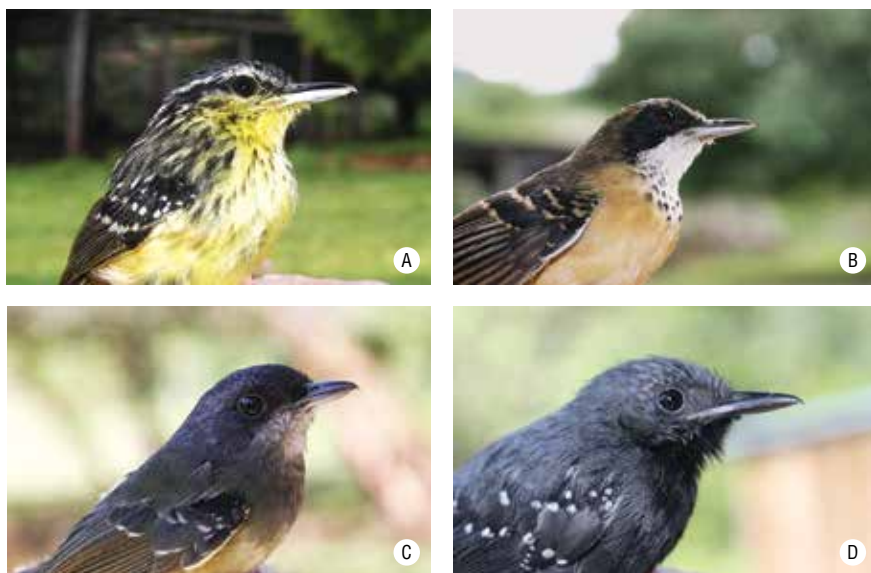


Figura 7: Especies representativas de la familia de los hormigueros (Thamnophilidae): (A) Hormiguero Pecho Amarillo (*Hypocnemis subflava*); (B) hembra de Hormiguero Cara Negra (*Myrmoborus myotherinus*); (C) macho de Batarito Cabeza Gris (*Dysithamnus mentalis*); (D) macho de Hormiguerito Adornado (*Epinecrophyllos ornata*) (Fotografías: Kazuya Naoki)



Figura 8: Especies representativas de la familia de los horneros (Furnariidae): (A) Colaespina Corona Parda (*Synallaxis gujanensis*); (B) Pico-Guadaña Pico Rojo (*Campylorhynchus trochilirostris*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 9: Especies representativas de la familia de los picaflores: (A) Ermitaño Pico Grande (*Phaethornis malaris*); (B) Ninfa de Cola Ahorquillada (*Thalurania furcata*) (Fotografías: Gabriela Villanueva).



Figura 10: Especies representativas de la familia de las palomas (A) Paloma Puntas Blancas (*Leptotila verreauxi*); (B) Tortolita Rojiza (*Columbina talpacoti*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 11: Aguilucho Caminero (*Rupornis magnirostris*), de la familia de las águilas, buscando presas al borde del camino (Fotografía: M. Isabel Gómez).



Figura 12: Especies representativas de la familia de las oropéndolas y caciques: (A) Oropéndola Dorso Bermejo (*Psarocolius angustifrons*) empezando a construir su nido; (B) Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 13: Especies representativas de la familia de los pájaros carpinteros: (A) Carpintero Penacho Amarillo (*Melanerpes cruentatus*); (B) Carpintero Chico (*Dryobates passerinus*), ambos buscando insectos en los troncos (Fotografía: M. Isabel Gómez).



Figura 14: Mauri Común (*Crotophaga ani*), de la familia de los cucos y cuclillos, es una especie característica de pastizales y bordes de cultivos (Fotografía: M. Isabel Gómez).

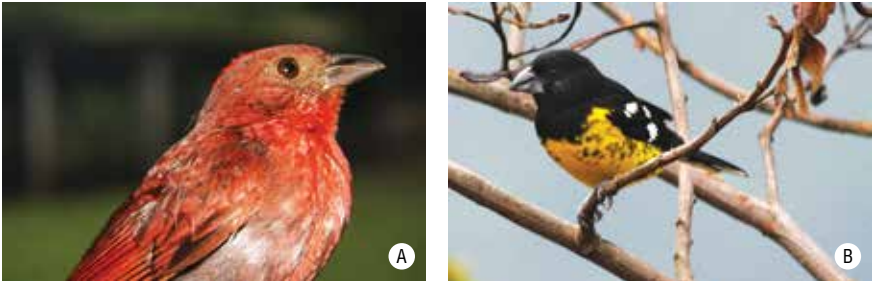


Figura 15: Especies representativas de la familia las pirangas y picogruesos: (A) Tangara Hormiguera Corona Roja (*Habia rubica*); (B) Macho del Picogrueso Dorso Negro o Rey del bosque (*Pheucticus aureoventris*) (Fotografías: M. Isabel Gómez).

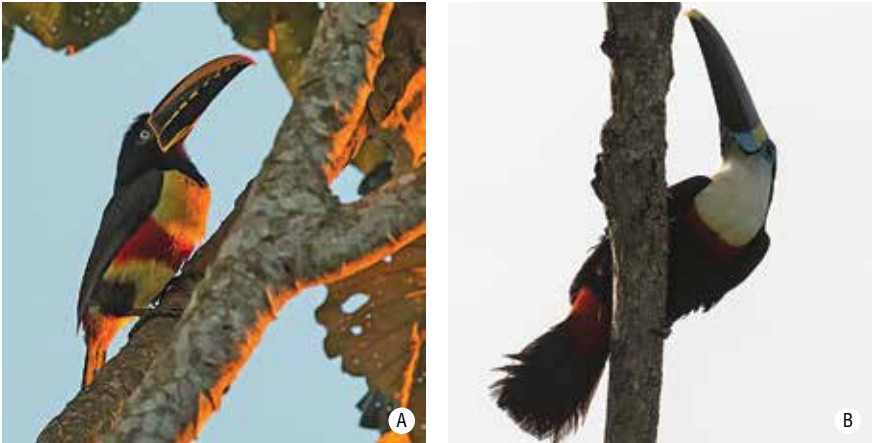


Figura 16: Especies representativas de la familia de los tucanes y tucancillos: (A) Arasari Oreja Castaña (*Pteroglossus castanotis*) (B) Tucán Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*) (Fotografías: Gabriela Villanueva).



Figura 17: El Zorzal Pico Negro (*Turdus ignobilis*), de la familia de los zorzales, una especie de bosques húmedos y ribereños (Fotografía: M. Isabel Gómez).



Fig. 18: Especies de bosques primarios ligeramente intervenidos:
 (A) Trogon Corona Azul (*Trogon curucui*), se encuentra en el sotobosque alto y subdosel de bosques y arbustales, (B) Hembra del Hormiguero Ceja Blanca (*Myrmoborus leucophrys*)
 (Fotografías: M. Isabel Gómez).

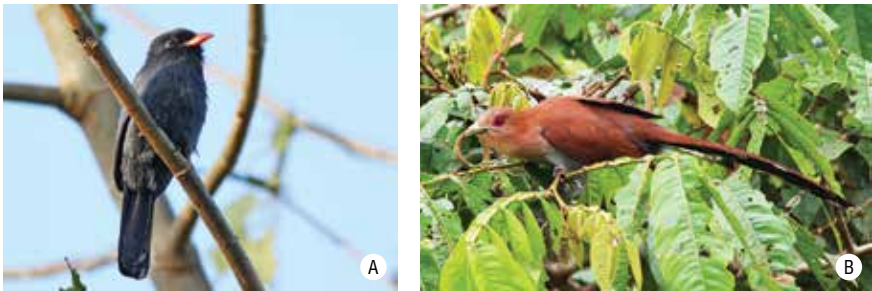


Fig. 19: Especies de bosques secundarios: (A) Monja Frente Negra (*Monasa nigrifrons*), especie característica de bosques secundarios; (B) Cuco Ardilla (*Piaya cayana*) buscando insectos en las hojas (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 20: Especies de pastizales y cultivos (A) Gorrión Ceja Amarilla (*Ammodramus aurifrons*), una especie común en pastizales y matorrales, (B) Cucarachero Común (*Trogodytes aedon*), se encuentra en bordes de bosque, pastizales y zonas agrícolas (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 21: Ejemplos de aves que cumplen una función ecológica: (A) el Tirano Tropical (*Tyrannus melancholicus*) y otras especies de atrapamoscas contribuyen al control de insectos en cultivos, (B) el Gallinazo Cabeza Negra (*Coragyps atratus*), se alimenta de carroña y mantiene el ecosistema limpio, (C) la Chachalaca Jaspeada (*Ortalis guttata*), dispersa variedad de frutos; (D) El Colibrí Nuca Blanca (*Florisuga mellivora*) y otros picaflores son los principales polinizadores de varias plantas silvestres y cultivadas (Fotografías: (A-C) M. Isabel Gómez, (D) Gabriela Villanueva).



Figura 22: Ejemplos de la variedad de dieta que tienen las aves: (A)Tangara Pico Plateado (*Ramphocelus carbo*), se alimenta de variedad de frutos, (B) el Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*) puede consumir el néctar de flores, (C) el Batará Mayor (*Taraba major*) se alimenta de invertebrados que encuentra en el suelo y follaje, (D) el Picogruero Amazónico (*Cyanoloxia rothschildii*) se alimenta de diferentes tipos de semillas (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 23. Tipos de nidos que se registraron: (A) Hembra de Trogon Corona Azul (*Trogon curucui*) ingresando al nido en agosto de 2016, (B) Tangara de Palmeras (*Thraupis palmarum*) con material de construcción en agosto de 2012, (C) Colonia de nidos de Oropéndola Dorso Bermejo (*Psarocolius angustifrons*), julio de 2011, (D) Colonia de nidos de Cacique Lomo Amarillo (*Cacicus cela*) en julio de 2011 (E) Colibrí Pecho Zafiro (*Chionomesa lactea*) construyendo su nido en forma de copa en julio de 2018, (F) Nido del Hornero de Pata Pálida (*Furnarius leucopus*) construido con barro en un árbol aislado (Fotografías: M. Isabel Gómez).



Figura 24. Especies de aves migratorias: (A) Tirano Boreal (*Tyrannus tyrannus*), una especie migratoria boreal alimentándose de frutos en Sara Ana; (B) Tirano Ceja Amarilla (*Satrapa icterophrys*), una especie migratoria austral (Fotografías: M. Isabel Gómez).

ANEXO

Lista de especies de aves observadas en y alrededor de Sara Ana, departamento La Paz, Bolivia.
Dieta: FR: frugívoro; GR: granívoro; INS: insectívoro; NEC: nectarívoro; CAR: carnívoro;
FR/INS: frugívoro-insectívoro; **GR/INS:** granívoro-insectívoro; **GR/FR:** granívoro-frugívoro;
NEC/FR: nectarívoro-frugívoro.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz Chica	FR/INS	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus undulatus</i>	Perdiz Ondulada	FR/INS	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	Perdiz Tataupá	FR/INS	
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato Criollo	GR/INS	
Galliformes	Cracidae	<i>Pipile cumanensis</i>	Pava Garganta Azul	FR	
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	FR	
Galliformes	Cracidae	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil Común	FR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma Escamada	FR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma Colorada	FR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	FR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-Perdiz Rojiza	GR/FR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Puntas Blancas	GR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma Frente Gris	GR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azul	GR	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza	GR	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Mauri Común	INS	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Cuculillo Listado	INS	Migratoria austral parcial
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzua minuta</i>	Cuco Chico	INS	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Playa cayana</i>	Cuco Ardilla	INS	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuculillo Pico Amarillo	INS	Migratoria boreal
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius aethereus</i>	Guajojó Cola Larga	INS	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Guajolito Común	INS	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>	Atajacaminos Común	INS	
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Collar Blanco	INS	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí Nuca Blanca	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño Pecho Canela	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Threnetes leucurus</i>	Ermitaño Cola Pálida	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis stuarti</i>	Ermitaño Ceja Blanca	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño Barba Blanca	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño Pico Grande	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliothryx auritus</i>	Colibrí-Hada Oreja Negra	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Helioaster longirostris</i>	Colibrí Pico Largo	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa de Cola Ahorquillada	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chrysornis oenone</i>	Zafiro Cola Dorada	NEC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chionomesa lactea</i>	Colibrí Pecho Zafiro	NEC	
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Taracoé	INS	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus cayanus</i>	Leque Leque de los Ríos	INS	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	INS	Migratoria boreal
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de Agua (Jacana)	INS	
Charadriiformes	Lariidae	<i>Phaetusa simplex</i>	Gaviotín Pico Grande	CAR	
Eurypygiformes	Eurypygidae	<i>Eurypyga helias</i>	Ave Lira	INS	
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Biguá	CAR	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Buayera	INS	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Pileolus pileatus</i>	Garza Pileada	CAR	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Cóndor de los Llanos	CAR	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Cabeza Negra	CAR	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabeza Roja	CAR	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Milano Perla	CAR	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano Tijereta	INS	Migratoria
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila Negra	CAR	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio Plomizo	INS	Migratoria austral parcial
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter superciliosus</i>	Gavilán Enano	CAR	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho Caminero	CAR	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguilucho Cola Corta	CAR	
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	CAR	
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita Ferruginosa	CAR	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanurus</i>	Trogon (Aurora) Cola Negra	FR/INS	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	Trogon (Aurora) Corona Azul	FR/INS	
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogon (Aurora) Acolarado	FR/INS	
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Burgo Amazónico	FR/INS	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín Pescador Amazónico	CAR	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	CAR	
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco Cuello Blanco	INS	
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja Frente Negra	INS	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Buco Golondrina	INS	
Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo Brilloso	FR/INS	
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán Garganta Blanca	FR/INS	
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán Pico Acanalado	FR/INS	
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus inscriptus</i>	Arasari Letrado	FR/INS	
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari Oreja Castaña	FR/INS	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero Penacho Amarillo	FR/INS	
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates passerinus</i>	Carpintero Chico	INS	
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus rubricollis</i>	Carpintero Cuello Rojo	INS	
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	INS	
Piciformes	Picidae	<i>Celeus spectabilis</i>	Carpintero Cabeza Rufa	INS	
Falconiformes	Falconidae	<i>Ibycter americanus</i>	Caracara Garganta Roja	CAR	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro Cabeza Azul	GR/FR	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Paraba Frente Castaña	GR/FR	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra Ojo Blanco	FR	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Taraba major</i>	Batará Mayor	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará Barrado	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará Ala Llana	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus aethiops</i>	Batará Hombro Blanco	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	Batarito Cabeza Gris	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnomanes schistogynus</i>	Batará Azul Pizarra	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Epinecrophylla ornata</i>	Hormiguero Adornado	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula sclateri</i>	Hormiguero de Sclater	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula axillaris</i>	Hormiguero Flanco Blanco	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hypocnemis subflava</i>	Hormiguero Pecho Amarillo	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Cercomacroides serva</i>	Hormiguero Negro	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Cercomacra cinerascens</i>	Hormiguero Gris	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Pyriglena maura</i>	Ojo de Fuego Dorso Blanco	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus leucophrys</i>	Hormiguero Ceja Blanca	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero Cara Negra	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Sciaphylax hemimelaena</i>	Hormiguero Cola Castaña	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmophylax atrothorax</i>	Hormiguero Garganta Negra	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Hylophylax naevius</i>	Hormiguero Dorso Moteado	INS	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	Ojo Pelado Moteado Negro	INS	
Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Gallito-Hormiguero Cara Negra	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sclerurus obscurior</i>	Tirahojas Garganta Leonada	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Deconychura longicauda</i>	Trepador Cola Larga	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepador Pardo	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	Trepador Vientre Bandeado	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepador Garganta Anteada	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	Trepador Pico Recto	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Campylorhamphus trochilostrius</i>	Pico-Guadaña Pico Rojo	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes fatimalimae</i>	Trepador de Inambari	INS	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	Picolezna Llano	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Automolus rufipileatus</i>	Hojarasquero Corona Castaña	INS	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis gujanensis</i>	Colaespina Corona Parda	INS	
Passeriformes	Pipridae	<i>Neopelma sulphureiventer</i>	Saltaín-Tirano Vientre Azufrado	FR/INS	
Passeriformes	Pipridae	<i>Lepidothrix coronata</i>	Saltaín Corona Azul	FR/INS	
Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra chloromeros</i>	Saltaín Cola Redonda	FR/INS	
Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Siringuero Gritón	FR/INS	
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira Corona Negra	FR/INS	
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	FR/INS	
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón Ala Blanca	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Onychorhynchidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero Real	INS	
Passeriformes	Onychorhynchidae	<i>Terenotriccus erythrurus</i>	Mosquerito Cola Rojiza	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito Vientre Ocráceo	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Mosqueterito Gorro Sepia	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	Picoplano Oliváceo	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias assimilis</i>	Picoancho Ala Amarilla	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Picoancho Pecho Amarillo	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus flammulatus</i>	Tirano-Pigmeo Flamulado	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus iohannis</i>	Tirano-Todi de Johannes	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Poecilotriccus latirostris</i>	Espatulilla Frente Rojiza	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum chrysocrotaphum</i>	Espatulilla Ceja Amarilla	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Inezia inornata</i>	Inezia Sencilla	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Fiofio Vientre Amarillo	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia spectabilis</i>	Fiofio Grande	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fiofio Cresta Blanca	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Serpophaga hypoleuca</i>	Mosqueta de los Torrentes	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila bolivianus</i>	Atila Ojo Blanco	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila Polimorfo	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	Mosquero Pirata	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ramphotrigon megalophthalmum</i>	Picoplano Cabezón	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ramphotrigon fuscicauda</i>	Picoplano Cola Oscura	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero Picudo	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero Vientre Azufrado	FR/INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Mosquero Rayado	FR/INS	Migratoria austral parcial

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero Gorro Gris	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Conopias trivirgatus</i>	Mosquero Tirrayado	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Boreal	FR/INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón Cresta Oscura	FR/INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus ferox</i>	Copetón Cresta Corta	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón Cresta Parda	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Colonia colonus</i>	Tirano Cola Larga	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquerito Pecho Rayado	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquerito Bermellón	INS	Migratoria austral
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Satrapa icterophrys</i>	Tirano Ceja Amarilla	INS	Migratoria austral
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthornis littoralis</i>	Tirano Ribereño	INS	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lathrotriccus euleri</i>	Mosquerito de Euler	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	Mosquerito Alisero	FR/INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí Tropical	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón Ceja Rufa	FR/INS	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	Verdillo Corona Leonada	FR/INS	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojo Rojo	FR/INS	Migratoria
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax cyanomelas</i>	Urraca Morada (Cacaré)	FR/INS	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Atticora fasciata</i>	Golondrina Faja Blanca	INS	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Ala Rasposa Sureña	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina Ala Blanca	INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	INS	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius genibarbis</i>	Cucarachero Bigotudo	INS	
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Solterillo Pico Largo	INS	
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzalito de Swainson	FR/INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus hauwelli</i>	Zorzal de Hauxwell	FR/INS	
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Zorzal Vientre Cremoso	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Zorzal Pico Negro	FR/INS	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Eufonia Garganta Púrpura	FR/INS	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia chrysopasta</i>	Eufonia Vientre Dorado	FR/INS	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	Dieta	Migración
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia Pico Grueso	FR/INS	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Gorrion Ceja Amarilla	GR	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremon taciturnus</i>	Gorrion Pectoral	GR	
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorso Bermejo	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius bifasciatus</i>	Oropéndola Olivácea	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus solitarius</i>	Cacique Solitario	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomo Amarillo	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cayanensis</i>	Oriol Hombro Amarillo	FR/INS	
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus oryzivorus</i>	Tordo Parásito Grande	FR/INS	
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita Lomo Anteado	INS	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Piranga Bermeja	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga Escarlata	FR/INS	Migratoria boreal
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Tangara Hormiguera Corona Roja	FR/INS	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus aureoventris</i>	Picogrueso Dorso Negro	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanoloxia rothschildii</i>	Picogrueso Amazónico	GR	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero Verde	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Negro Azulado	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Thraupidae	<i>Loriotus rufiventer</i>	Tangara Cresta Amarilla	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara Pico Plateado	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tersina viridis</i>	Tangara Golondrina	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Thraupidae	<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis Vientre Amarillo	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	Dacnis Azul	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila castaneiventris</i>	Espiguero Vientre Castaño	GR	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	Semillero Vientre Castaño	GR	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltator Garganta Anteada	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltator Grisáceo	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thlypopsis sordida</i>	Tangara Cabeza Naranja	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero Común	NEC/FR	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Asemospiza obscura</i>	Semillero Pardo	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Schistochlamys melanopis</i>	Tangara Cara Negra	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Pipraeidea melanonota</i>	Tangara Pecho Anteado	FR/INS	Migratoria austral parcial
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara mexicana</i>	Tangara Turquesa	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara de Paraíso	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	Tangara Cabeza Baya	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de Palmeras	FR/INS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ixothraupis xanthogastra</i>	Tangara Vientre Amarillo	FR/INS	

CAPÍTULO 12

Reptiles y Anfibios de Sara Ana

*James Aparicio, Mauricio Ocampo, Alvaro J. Aguilar-Kirigin,
Alejandro Bruno Miranda-Calle, Jehan Ninon Ríos-Ríos
& Marita A. Paredes-Rodríguez*

1. Características generales del grupo

Los anfibios son un grupo de vertebrados, compuesto por 8.238 especies a nivel mundial, agrupados en tres órdenes: Anura (ranas/sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (caecilias). Son descendientes altamente especializados de los primeros vertebrados terrestres que aparecieron en el período Devónico, hace aproximadamente 370 millones de años atrás (Savage 2002, Aparicio *et al.* 2015a). En general son suaves y húmedos a excepción de las caecilias, que tienen pequeñas estructuras quitinosas en los pliegues exteriores del cuerpo. La parte interior de la piel presenta abundantes vasos sanguíneos, que contribuyen a la respiración y multitud de glándulas que pueden segregar fluidos, a menudo irritantes y venenosos. Las células cromatóforas de la piel pueden, por contracción o expansión, producir cambios en la coloración, como ocurre en el caso de algunas ranas arborícolas, en general como adaptaciones miméticas. Por lo general, en la mayoría de los anfibios, el macho y la hembra presentan dimorfismo sexual, es decir, difieren en tamaño, coloración y la presencia o ausencia de estructuras vocales o dérmicas asociadas a cada sexo (Zug *et al.* 2001).

Los reptiles son vertebrados tetrápodos, ectotermos, que no experimentan metamorfosis, carecen de glándulas cutáneas y presentan un revestimiento externo de piel escamosa, coraza ósea, piezas córneas y piezas óseas además de piel coriácea. Es impermeable al agua y a los gases, por lo que la respiración es siempre pulmonar. Este grupo con

11.341 especies, dividido en 1.206 géneros de 92 familias (ver <http://www.reptile-database.org>, noviembre 2020), incluye los vertebrados tetrápodos que no pueden ser considerados anfibios, ya que tienen un huevo amniótico; ni ave, ya que carecen de plumas; ni mamíferos, porque carecen de glándulas mamarias y pelo (Oceano 1984, Savage 2002, Vitt & Cadwell 2014).

Se tiene un total de 346 especies de reptiles y 271 especies de anfibios reportadas para Bolivia (Aparicio *et al.* 2015, Abdala *et al.* 2019; Gonzales *et al.* 2020). La ecorregión de la Amazonia Suroccidental, donde se ubica Sara Ana, es una de las menos estudiadas en el país. Para conocer las especies de anfibios y reptiles presentes en Sara Ana se utilizó el método de captura libre, que consiste en caminatas diurnas y nocturnas realizando el registro de especies en hábitats y microhábitats con alta probabilidad de presencia de individuos (Heyer *et al.*, 1994). Se emplearon diferentes técnicas que van desde el uso de cedazos para capturar anfibios, palos viboreros para culebras y serpientes, resorteras, lagartijeras y bandas de goma para lacértidos, hasta simplemente la captura manual (Scrocchi & Kretzschmar, 1996). Para el registro de especies crípticas se instalaron trampas pitfall con barrera conocidas como “baterías” (Heyer *et al.*, 1994), constituidas por dos baldes de un galón semienterrados e interconectados por una barrera de 10 m de largo por 60 cm de alto. Se instaló la primera batería en la formación charal (trampa 1), la segunda en el bosque secundario (trampa 2), la tercera en la zona de los cultivos de cacao (trampa 3) y la cuarta en el bosque secundario del tanque de agua (trampa 4), las cuales estuvieron abiertas por un tiempo de cuatro días después de su instalación, durante las épocas seca y húmeda anualmente (Figura 1).

Para cada especie se determinó su abundancia de manera cualitativa en cada época (seca y húmeda) registrada como “común” (C): varios individuos registrados en cada campaña, “frecuente” (F): registrado por lo menos dos veces en cada campaña, “raro” (R): registrado no más de cinco individuos en todo el período de estudio y “excepcional” (E): registrado sólo una vez durante el diagnóstico. Se colectaron algunos especímenes como referencia de Sara Ana los cuales fueron depositados en la Colección Boliviana de Fauna (CBF), siendo preparados y transportados según técnicas estándares para los estudios relacionados a la herpetología (Pisani & Villa 1974, Gaviño *et al.* 1979). La identificación se realizó empleando claves taxonómicas, descripciones de la especies reportadas en la bibliografía y comparaciones con especímenes depositados en la colección científica de herpetología de la CBF.

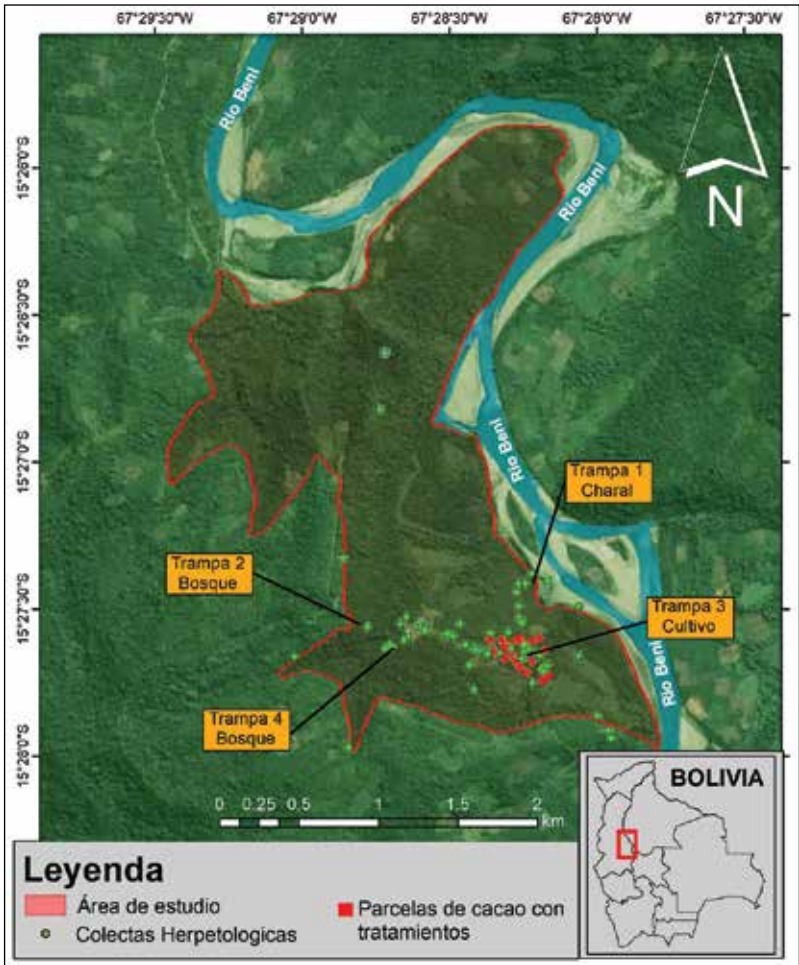


Figura 1. Localización de las baterías de trampas pitfall para especies crípticas y registros de colecciones herpetológicas.

2. Historia natural

2.1. Riqueza y composición

En Sara Ana, se han registrado 22 especies de anfibios que pertenecen a 14 géneros de 7 familias y 31 especies de reptiles representando a 21 géneros de 10 familias. El mayor número de especies de anfibios registrados corresponden a la familia *Hylidae* (Tabla 1) y para los reptiles, destacan las lagartijas del género *Anolis* (Tabla 2).

Tabla 1
Lista de especies de anfibios registrados en Sara Ana

Familia/ Género	Especie	Época Seca Abundancia	Época Húmeda Abundancia	Nuevo Registro
Bufonidae				
<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella margaritifera</i>	E		
	<i>Rhinella marina</i>	C	F	
Craugastoridae				
<i>Oreobates</i>	<i>Oreobates cruralis</i>		F	
<i>Pristimantis</i>	<i>Pristimantis fenestratus</i>	F	R	
Dendrobatidae				
<i>Ameerega</i>	<i>Ameerega picta</i>	R	F	
Hylidae				
<i>Boana</i>	<i>Boana boans</i>		R	
	<i>Boana geographicus</i>		F	Ecorregión
	<i>Boana lanciformis</i>		F	
<i>Dendropsophus</i>	<i>Dendropsophus acreanus</i>		F	Departamento
	<i>Dendropsophus riveroi</i>		R	
	<i>Dendropsophus salli</i>		E	
<i>Scinax</i>	<i>Scinax ruber</i>		C	
<i>Trachycephalus</i>	<i>Trachycephalus typhonius</i>		F	Ecorregión
Leptodactylidae				
<i>Adenomera</i>	<i>Adenomera andreae</i>		F	
<i>Leptodactylus</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>		C	Ecorregión
	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>		E	
	<i>Leptodactylus knudseni</i>		E	Departamento
	<i>Leptodactylus didymus</i>		F	Departamento y Ecorregión
<i>Physalaemus</i>	<i>Physalaemus albonotatus</i>		C	Departamento y Ecorregión
Microhylidae				
<i>Elachistocleis</i>	<i>Elachistocleis</i> sp.	C		Departamento y Ecorregión
Phyllomedusidae				
<i>Phyllomedusa</i>	<i>Phyllomedusa camba</i>		F	Ecorregión
<i>Pithecopus</i>	<i>Pithecopus palliata</i>		R	Ecorregión

Abundancia cualitativa: común (C), frecuente (F), raro (R), excepcional (E). Registro de la especie en la Amazonía Suroccidental (Ecoregión) y en el departamento de La Paz. Ver explicación en el texto.

Se registraron 20 especies de anfibios durante la época húmeda, con mayor actividad de sus especies en comparación a la época seca con sólo 5 registros. Para los reptiles, este patrón de comportamiento es menos evidente por su independencia a la humedad, registrándose 16 especies activas para la época seca. Este estudio nos permitió incrementar 5 especies de anfibios y 2 de reptiles para el departamento de La Paz, así como el registro de la especie endémica *Atractus boettgeri*, después de más de 23 años.

Tabla 2
Lista de especies de reptiles registrados en Sara Ana

ORDEN/ Familia/ Género	Especie	Época Seca Abundancia	Época Humeda Abundancia	Nuevo Registro
SQUAMATA				
Dactyloidae				
Anolis	Anolis fuscoauratus		F	Ecorregión
	Anolis ortonii	R		
	Anolis punctatus		R	
	Anolis sp.		E	
Tropiduridae				
Tropidurus	Tropidurus melanopleurus	C	C	Ecorregión
Stenocercus	Stenocercus caducus	R	R	
	Stenocercus prionotus	R	R	
Gymnophthalmidae				
Cercosaura	Cercosaura argula	F	F	
	Cercosaura ocellata		F	
	Cercosaura schreibersii		R	
Mabuyidae				
Copeoglossum	Copeoglossum nigropunctatum		R	
Teiidae				
Ameiva	Ameiva ameiva	C	C	
Salvator	Salvator merianae	E		Departamento
SERPENTES				
Boidae				
Boa	Boa constrictor		F	
Epicrates	Epicrates cenchria	F		
Colubridae				
Chironius	Chironius carinatus		R	
	Chironius fuscus		R	
	Chironius multiventris		E	Departamento Ecorregión
Oxyrophus	Oxyrophus guibei	F	F	
	Oxyrophus melanogenys	R	F	Ecorregión
Phrinonax	Phrinonax polylepsis		F	Ecorregión
Spilotes	Spilotes sulphureus	R		Ecorregión
Dipsadidae				
Atractus	Atractus boettgeri		R	
Clelia	Clelia clelia		R	Ecorregión
Dipsas	Dipsas catesbyi	R	F	
Erythrolamprus	Erythrolamprus typhlus	F		Ecorregión
	Erythrolamprus dorsocorallinus		R	Ecorregión
Leptodeira	Leptodeira annulata	F	F	Ecorregión
Philodryas	Philodryas offersii		R	Ecorregión
Elapidae				
Micrurus	Micrurus lemniscatus	F	F	Ecorregión
TESTUDINES				
Testudinidae				
Chelonoidis	Chelonoidis denticulatus	F	F	Ecorregión

Abundancia cualitativa: común (C), frecuente (F), raro (R), excepcional (E). Registro de la especie en la Amazonía Suroccidental (Ecoregión) y en el departamento de La Paz. Ver explicación en el texto.

2.2. Características biogeográficas

La región de estudio se ubica dentro la provincia biogeográfica del Acre-Madre de Dios (Amazónica Suroccidental), sector Amazónico del Piedemonte y distrito biogeográfico Amazónico del Alto Beni (Navarro & Maldonado 2002). Esta provincia comprende las cuencas de los ríos Alto Acre, Abuná, Orthon, Madre de Dios, medio y bajo Beni, alto Madera, bajo Mamoré y bajo Iténez, extendiéndose por la franja preandina y el subandino inferior, semejando un corredor aledaño a la base de los Andes, aproximadamente hasta la zona de Yapacaní en el centro oeste de Santa Cruz. En La Paz este sector contacta hacia el este con el Sector Biogeográfico del Madre de Dios, del que se diferencia por su geomorfología, su bioclima y su biodiversidad. Su límite occidental se sitúa aproximadamente entre los 1.200 a 1.300 m de altitud, a partir de esas cotas desaparecen numerosos elementos termófilos amazónicos de tierras bajas, características de los ecosistemas zonales, persistiendo sólo algunos elementos amazónicos de comportamiento ecológico más amplio.

Este distrito, incluye el piedemonte andino de la cuenca interandina oriental del río Beni (Alto Beni y Kaka), así como la cuenca del Yacuma, hasta las laderas orientales del extremo sureste de la serranía del Pílon en la región de las nacientes del río Sécore. Presenta un bioclima pluvies-tacional y pluvial húmedo, con termotipo tropical y una precipitación pluvial media entre los 2500 a 3000 mm (Navarro & Maldonado 2002), donde se observan mosaicos complejos de hábitats que permiten la presencia de una alta diversidad de anfibios y reptiles.

Las regiones biogeográficas y la determinación de la mayor o menor similitud de unas con otras no son al azar, son el resultado de una historia evolutiva (López 2015). En este entendido, los patrones biogeográficos que explican la presencia de la comunidad herpetológica de Sara Ana según Ab'Saber (1977) son el resultado de una confluencia de herpetozoos con diversas distribuciones como el Neotropical, con especies tales como *Scinax ruber*; Sudamericano con *Boana geographica*; Orinoco-Amazónico con *Ameerega picta*; Amazónico-Occidental con *Dendropsophus riveroi* y con elementos de los Yungas como *Leptodactylus griseigularis* y *Pristimantis fenestratus*, que vienen a compartir la región Amazónico Suroccidental con *Dendropsophus acreanus* y *Rhinella marina* (De la Riva 1993, Kohler 2000, Vargas Mattos *et al.* 2010).

2.3. Presencia de la hereptofauna por tipo de hábitat presente en Sara Ana

La herpetofauna en Sara Ana está presente en todos los tipos de hábitat (Figura 3), pero principalmente en el área antrópica donde hay mayor cantidad de registros de especies (45 %). Esto puede estar influenciado por la simplicidad de este hábitat que hace más fácil la observación de los reptiles y anfibios presentes. Por el contrario, el hábitat con menos registro fue el arroyo, sin embargo, se encontraron elementos interesantes en éste, como la lagartija de dosel *Anolis fuscoauratus*, que desciende hasta este hábitat durante la noche para dormir, como una estrategia anti predadora (Figura 2).

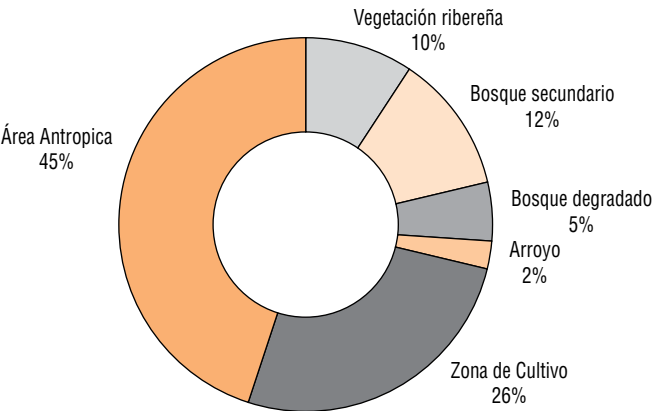


Figura 2: Presencia de herpetofauna por tipo de hábitat en Sara Ana

2.4. Importancia ecológica de la herpetofauna

Los anfibios y reptiles en Sara Ana y en los bosques del trópico en general desempeñan un papel funcional clave en los ecosistemas y son importantes, de manera directa o indirecta, para el ser humano. Este grupo indica y sostiene la salud del ecosistema a través de diferentes procesos: ayudan a mantener las aguas limpias, soportan las cadenas tróficas como “*Leptodactylus didymus*”, son excelentes controladores de plagas de cultivos como el sapo de caña “*Rhinella marina*”; de mosquitos que son vectores de enfermedades para los humanos como la rana

“*Pristimantis fenestratus*”; influyen en la producción primaria y el ciclaje de nutrientes, polinizan los órganos florales y dispersan (y viabilizan) semilla; incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua (bioturbación); y en general, mantienen el flujo de materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres, así como entre el dosel de los bosques y el suelo en el caso de la rana de árbol “*Trachycephalus typhonius*”. En este sentido, es un grupo que requiere la conservación y manejo integrado de ambientes acuáticos y terrestres para lograr la conectividad en los procesos ecosistémicos (Pianka 1974, Vitt *et al.* 2000, Broennimann *et al.* 2012, Urbina-Cardona *et al.* 2015, Wollenberg *et al.* 2019).

2.5. Modos reproductivos de anfibios y reptiles presentes en Sara Ana

La vida de los anfibios (amphi = doble, bios = vida) transcurre entre dos medios; de esta manera, el ciclo reproductivo considera una fase acuática (huevos y larvas) y otra terrestre (juveniles y adultos). A pesar de encontrarse adaptados para la existencia terrestre, sus huevos sin cáscara y sus larvas con branquias, los obligan a un desarrollo forzosamente acuático (o por lo menos en sitios de alta humedad). La reproducción de los anfibios es siempre bisexual. Para evitar la mezcla de diferentes especies (hibridación) y también el acoplamiento entre machos, existen varios mecanismos muy efectivos, como las paradas nupciales en tritones europeos, las señales olorosas específicas de muchas especies de salamandras nocturnas y el reconocimiento por el canto en los anuros como los reportados en Sara Ana, que pueden variar desde cantos diurnos de *Ameerega picta* hasta cantos nocturnos en coros de *Leptodactylus fuscus*. Basta con oír uno de esos conciertos de ranas tan frecuentes en los trópicos, para comprender la importancia que pueden tener estos medios sonoros de reconocimiento para asegurar el aislamiento de las distintas especies. Si no fuera por estas señales altamente específicas, difícilmente, podrían encontrarse en la oscuridad las hembras y machos de una especie dada en medio del gran número de anuros distintos que coexisten y están activos al mismo tiempo en estos ecosistemas tropicales. Así mismo, la atracción de las hembras por la vocalización de los machos de una especie es vital, en áreas donde se presentan bajas densidades poblacionales o bien en especies que tienen épocas o tiempos de reproducción diferencial (Duellman & Trueb 1994, Garin & Lobos 2008, Aparicio *et al.* 2015a).

Por lo general en la mayoría de los anfibios, el macho y la hembra presentan dimorfismo sexual, es decir, difieren en tamaño, siendo las

hembras de la mayoría de los anuros más grandes, ya que ello permite una mayor producción de huevos; los machos de muchas especies de anuros presentan sacos vocales para el canto, el gran desarrollo de ciertas glándulas cutáneas y el desarrollo de órganos o estructuras para sujetar a las hembras durante el amplexo. Con pocas excepciones, los anuros tienen fecundación externa, es decir que las hembras depositan los huevos con diferentes estrategias de protección, por ejemplo, en el agua y posteriormente el macho los fecunda depositando su esperma sobre ellos, como se da en la rana de Sara Ana *Leptodactylus fuscus* (Figura 4). Para que esto sea posible, dado que los adultos de la mayoría de las especies son terrestres, el macho casi siempre más pequeño, sube al dorso de la hembra y es transportado por la misma hasta el sitio de ovoposición. Este abrazo sexual recibe el nombre de amplexus como ejemplifica la especie *Physalaemus albonotatus* (Figura 5) y puede durar, dependiendo de la especie, desde varias horas hasta varias semanas. Las crías dependiendo las especies pueden presentar desarrollo directo o indirecto. Cuando depositan huevos de los que nacen larvas acuáticas o renacuajos, éstos respiran por medio de branquias y sufren una metamorfosis, es decir sus cuerpos cambian y se transforman hasta convertirse en adultos que respiran por la piel y pulmones (Duellman & Trueb 1994, Garin & Lobos 2008, Aparicio *et al.* 2015a).

La reproducción es el carácter más conspicuo en la biología de los anfibios, presentando unos 40 modos reproductivos, de los cuales 30 se han desarrollado en la región neotropical en la cual esta inserta la localidad de Sara Ana. Las estrategias reproductivas pueden ser definidas como la combinación de atributos fisiológicos, morfológicos y conductuales, que conllevan a la producción de un número óptimo de descendientes en una especie, en relación a las condiciones ambientales en las cuales ésta habita. Estos modos reproductivos son el resultado de la combinación de factores relacionados con la oviposición y el desarrollo, incluyendo lugar de oviposición, características del huevo y de la puesta, tiempo y duración del desarrollo, estadio y tamaño de las larvas al momento de su eclosión y tipos de cuidado parental, (Duellman & Trueb 1994, Soto *et al.* 2008, Zaracho *et al.* 2008).

La fecundación de los reptiles es interna: los óvulos se unen con el esperma del macho dentro del cuerpo de la hembra. Las tortugas como la especie terrestre presente en Sara Ana *Chelonoides denticulatus* (Figura 6) y los cocodrilos machos sólo tienen un pene, mientras que los machos de lagartijas como *Ameiva ameiva* (Figura 7), anfisbénidos y serpientes como la culebra *Chironius multiventris* (Figura 8) presentan dos, llamados hemi-

penes, que se encuentran protegidos por pliegues y espinas que mantienen al órgano copulador en posición durante el apareamiento. Estos animales sólo utilizan un hemipene cada vez que se aparean, alternándolos cuando ocurren apareamientos sucesivos. La mayoría de los reptiles llevan a cabo ritos de apareamiento, como es el caso de los machos de las lagartijas del género *Anolis*, que despliegan su pliegue gular colorido (Figura 9) para impresionar a las hembras e intimidar a sus rivales (Aparicio *et al.* 2015b, Zug *et al.* 2001). Las hembras de las serpientes atraen a sus compañeros expulsando aromas químicos llamados feromonas, lo que desencadena un comportamiento reproductivo en el macho (danzas nupciales), que pasa por encima de la hembra varias veces, hasta alinear sus colas de manera que se pueda producir el apareamiento (Altamirano-Benavides *et al.* 2010, Aparicio *et al.* 2015b, Garin & Lobos 2008).

Según el modo de paridad, los reptiles en su mayoría pueden ser ovíparos (reproducción por huevo) como nuestro lagarto-peni *Salvator merianae* (Figura 10), o vivíparos como varias especies de serpientes y lagartos (alumbran crías vivas), como es el modo de la boa arcoíris *Epicrates cembria* (Figura 11). El huevo con cáscara dura que presentan los reptiles les permitió independizarse del medio acuático. En Sara Ana, de las 17 especies de serpientes, el 88% son ovíparas de las familias Colubridae y Dipsadidae, y el 12% son vivíparas con representantes de la familia Boidae. El número de huevos o crías de los reptiles varía mucho de una especie a otra e incluso dentro de una misma especie (Altamirano-Benavides *et al.* 2010, Aparicio *et al.* 2015b, Garin & Lobos 2008).

3. Estado de conservación del grupo en la zona

3.1. Amenazas sobre la herpetofauna

Actualmente de las 8.238 especies de anfibios y de los 11.341 de reptiles a nivel mundial, un gran porcentaje se encuentran en peligro de extinción debido a factores directos (enfermedades emergentes, plaguicidas, tráfico ilegal, pérdida de hábitat), indirectos (cambio climático, especies invasoras, deforestación, degradación de hábitat) y efectos sinérgicos que reducen la viabilidad de las poblaciones e incrementan su vulnerabilidad. Otra gran parte de estas especies están poco estudiadas y no se cuenta con información sobre el estado de conservación de sus poblaciones (Stuart *et al.* 2004, Hof *et al.* 2011, Vitt & Cadwell 2014, Aparicio *et al.* 2015a, Urbina-Cardona *et al.* 2015).

En la región del pie de monte andino, donde se encuentra Sara Ana, las actividades antrópicas influyen fuertemente sobre los cambios en la diversidad de los anfibios y reptiles, dentro de las cuales las principales causas son la ganadería, la continua ampliación de la frontera agrícola mediante la remoción del sustrato y la tala selectiva de bosques, produciendo fragmentación, pérdida de hábitat y degradación de la calidad en coberturas nativas, derivando en el aislamiento ecológico de muchas poblaciones y ocasionando fuertes impactos en la estructura y composición de la herpetofauna (Rudel *et al.* 2005, Diaz *et al.* 2006, Gardner *et al.* 2007, Cortés-Gómez *et al.* 2013, Aparicio *et al.* 2015, Urbina-Cardona *et al.* 2015).

Asimismo, la construcción de obras civiles y la sobreexplotación de arroyos eliminan hábitats acuáticos, la construcción de presas reduce la generación de charcas temporales y permanentes aguas abajo de estos embalses, siendo esta una de las principales amenazas actualmente sobre la localidad de estudio, por los grandes proyectos de represas como son el Chepete y el Bala que inundarían completamente la región de Sara Ana. La canalización de ríos para riego y consumo humano elimina posibles áreas de ovoposición de anfibios, la contaminación actual de los ríos de la zona por la minería aurífera cooperativista es otro peligro inminente para la herpetofauna. En este sentido, el impacto de la transformación del paisaje sobre las poblaciones y especies puede ser variado; pero en general, los valores de diversidad previos a la transformación son reemplazados por una muestra comparativamente menor en su riqueza y abundancia. Adicionalmente, no solo las poblaciones se ven afectadas por la fragmentación del paisaje, también se ven afectados los servicios ecosistémicos que estas prestan, dada la dominancia y extirpación local de especies con cierto tipo de características funcionales y su influencia en los procesos ecosistémicos. (Rudel *et al.* 2005, Diaz *et al.* 2006, Gardner *et al.* 2007, Cortés-Gómez *et al.* 2013, Aparicio *et al.* 2015, Urbina-Cardona *et al.* 2015)

3.2. Especies de reptiles y anfibios en categorías de amenaza

Dentro de las especies de anfibios presentes en Sara Ana, se han registrado 17 dentro de la categoría UICN de preocupación menor (LC). Mientras que no hay ninguna especie registrada hasta la fecha dentro de la lista del Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia, ni en los apéndices de la convención CITES (Tabla 3) (MMAyA 2009, CITES 2019, UICN 2019). Estas especies son sensibles a la pérdida o fragmentación de hábitat y daño de los sistemas acuáticos lacustres y palustres.

Tabla 3
Especies de anfibios en categorías de amenaza presentes en Sara Ana

ORDEN/Familia/ Genero	Especie	UICN 2019			
		CR	EN	VU	LC
ANURA					
Bufonidae					
Rhinella	Rhinella margaritifera				1
	Rhinella marina				1
Craugastoridae					
Oreobates	Oreobates cruralis				1
Pristimantis	Pristimantis fenestratus				1
Dendrobatidae					
Ameerega	Ameerega picta				1
Hylidae					
Boana	Boana lanciformis				1
Dendropsophus	Dendropsophus acreanus				1
	Dendropsophus riveroi				1
Scinax	Scinax ruber				1
Trachycephalus	Trachycephalus typhonius				1
Leptodactylidae					
Adenomera	Adenomera andreae				1
Leptodactylus	Leptodactylus fuscus				1
	Leptodactylus labyrinthicus				1
	Leptodactylus knudseni				1
	Leptodactylus didymus				1
Physalaemus	Physalaemus albonotatus				1
Phyllomedusidae					
Phyllomedusa	Phyllomedusa camba				1

Categorías de Amenaza UICN: en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), preocupación menor (LC).

En cuanto a las especies de reptiles presentes en Sara Ana, se han registrado 9 dentro la categoría de preocupación menor (LC) según la UICN (2019). Por otro lado, este grupo de vertebrados presenta especies como *Tropidurus melanopleurus*, *Epicrates cenchria* y *Chelonoidis denticulatus*, dentro la categoría casi amenazadas (NT) del libro Rojo de Vertebrados de Bolivia (MMAyA 2009) y cinco especies como la culebra *Clelia clelia*, en el Apéndice II de la convención CITES (2019) (Tabla 4). Estas especies son sensibles a la deforestación, pérdida de hábitat y alteración de los sistemas acuáticos palustres.

Tabla 4
Especies de reptiles en categorías de amenaza presentes en Sara Ana

ORDEN/Familia/ Género	Especie	UICN 2019				Libro Rojo	Convención CITES
		CR	EN	VU	LC	NT	
SQUAMATA							
Dactyloidae							
Anolis	Anolis punctatus				1		
Tropiduridae							
Tropidurus	Tropidurus melanopleurus				1	1	
Stenocercus	Stenocercus prionotus				1		
Gymnophthalmidae							
Cercosaura	Cercosaura schreibersii				1		
Teiidae							
Salvator	Salvator merianae				1		II
SERPENTES							
Boidae							
Boa	Boa constrictor						II
Epicrates	Epicrates cenchria					1	II
Dipsadidae							
Atractus	Atractus boettgeri				1		
Clelia	Clelia clelia						II
Dipsas	Dipsas catesbyi				1		
Erythrolamprus	Erythrolamprus dorsocorallinus				1		
Leptodeira	Leptodeira annulata				1		
TESTUDINES							
Testudinidae							
Chelonoidis	Chelonoidis denticulatus					1	II

Categorías de Amenaza UICN: en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), preocupación menor (LC). Libro Rojo Vertebrados de Bolivia 2009: casi amenazada (NT). Convención CITES: II, Apéndice dos.

3.3. Especies esperadas no presentes

Los viperidos (yopes, yoperobobos, pucara, etc.) es un grupo de serpientes venenosas que se esperaba registrar en Sara Ana; sin embargo, desde el inicio del relevamiento el año 2008 hasta principios del 2017, ni un solo ejemplar de este taxón fue reportado. En la ecorregión y más precisamente en el sector Amazónico del Piedemonte y distrito biogeográfico Amazónico del Alto Beni (Navarro & Maldonado 2002) en el cual está asentada la localidad de Sara Ana, deberían estar presentes 9 especies de serpientes venenosas (Viperidae) que representan un 47 % de esta familia para el país.

Durante varios años en Sara Ana, sus trabajadores agrícolas mencionaban la presencia de la Pucarara (*Lachesis muta*) en el área, describiendo una especie de serpiente de color amarillo y negro, con manchas alternadas en el dorso del animal, aspecto que coincidía con la especie de serpiente venenosa, pero luego se registró varios ejemplares de la especie de culebra *Spilotes sulphureus* (Figura 12), que presenta un diseño similar e igual coloración, descartándose por ahora la presencia de la pucarara u otra especie de la familia Viperidae en esta localidad.

4. Conclusiones

Los anfibios y los reptiles son grupos taxonómicos en general muy sensibles a los cambios o disturbios en su hábitat, respondiendo fuertemente a las actividades antrópicas. Esto se debe a que sus especies poseen necesidades biológicas y ecológicas particulares que los hacen sensibles a los cambios de la estructura vegetal y microclimática de sus hábitats; por lo tanto, vulnerables a la transformación o degradación de los ecosistemas en los cuales habitan. Razón por la cual han sido propuestos como grupos a monitorear, dentro de los sistemas de producción agrícola de cacao que se desarrollan en Sara Ana.

Los estudios de la diversidad en las poblaciones de anfibios y reptiles relacionada a la agricultura orgánica y convencional en plantaciones de cacao en Sara Ana, según la composición de sus especies por tipo de hábitat y por época, permitieron registrar especies endémicas de anfibios y registros nuevos de reptiles para la ecorregión de la Amazonía Suroccidental, lo que muestra la complejidad de este ecosistema con diferentes unidades de vegetación que se entremezclan con la agricultura de cacao y sus diferentes tratamientos.

Sara Ana es la primera localidad de la región de los Yungas bajos de La Paz, donde se ha realizado un relevamiento de la herpetofauna a largo plazo, lo cual ha permitido reportar la presencia de 53 especies (22 anfibios y 31 reptiles). Incrementándose 5 especies de anfibios y 2 de reptiles para el departamento de La Paz, así como el registro de la culebra endémica *Atractus boettgeri*, después de más de 23 años.

Tenemos en Sara Ana 22 especies de anfibios y no han sido reportadas sus estrategias reproductivas, por lo que se desconocen los aspectos de su biología siendo necesario realizar estudios sobre este y otros aspectos básicos de las especies presentes en esta localidad del pie de monte de los Yungas de La Paz.

Escasos estudios de relevamiento de la herpetofauna se han desarrollado en la región de los yungas bajos del departamento de La Paz. Siendo uno de estos el presentado por Perry *et al* (1996) para la Reserva de la Biosfera – Territorio Indígena Pilon Lajas. En este estudio después de 11 campañas de inventario reportan la presencia de 14 especies de anfibios, por el contrario, en el estudio de Sara Ana reportamos 22 especies de anuros, varios de los cuales son nuevos para el departamento y la ecoregión. Esto nos muestra la elevada riqueza herpetológica existente en esta región de los Yungas bajos de La Paz.

Bibliografía

- Ab'Saber, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximacao. Geomorfología 53: 1-23.
- Abdala, C.S., A.J. Aguilar-Kirigin, R.V. Semhan, A.L. Bulacios Arroyo, J. Valdes, M.M. Paz, R. Gutiérrez Poblete, P. Valladares Faundez, R. Langstroth & J. Aparicio. 2019. Description and phylogeny of a new species of *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) endemic to the south of the Plurinational State of Bolivia. PloS ONE 14 (12): e0225815.
- Altamirano-Benavides, M., M. Ortega-Andrade & 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
- Aparicio, J., M. Ocampo, A. Aguilar-Kirigin, L.F. Pacheco, A.B. Miranda-Calle, J.N. Ríos-Ríos, M.E. Pérez & S. Villarreal. 2015a. Anfibios del valle de La Paz. Pp. 507-521. En: Moya, I., Meneses R. I. & J. Sarmiento (eds.). Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Segunda Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz - Bolivia. 801 pp.
- Aparicio, J., M. Ocampo, A. Aguilar-Kirigin, L.F. Pacheco, A.B. Miranda-Calle & S. Villarreal. 2015b. Reptiles del valle de La Paz. Pp. 522-538. En: Moya, I., Meneses R. I. & J. Sarmiento (eds.). Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Segunda Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz - Bolivia. 801 pp.
- Broennimann, O., M.C. Fitzpatrick, P.B. Pearman, B. Petitpierre, L. Pellissier, N.G. Yoccoz, W. Thuiller, M.J. Fortin, C.

- Randin, N.E. Zimmermann, C.H. Graham, & A. Guisan. 2012. Measuring ecological niche overlap from occurrence and spatial environmental data. *Global Ecology and Biogeography*. Vol 21: 481-497.
- CITES. 2019. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. <https://www.cites.org/esp/app/index.php> (revisado 29 de julio 2019).
- Cortés-Gómez, A. M., F. Castro-Herrera & J.N. Urbina-Cardona. 2013. Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science* 6 (6):749-769.
- De la Riva, I. 1993. Ecología de una comunidad neotropical de anfibios durante la estación lluviosa. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 365pp.
- Díaz S., J. Fargione, F.S. Chapin & D. Tilman. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS biology* 4 (8): 1300-1305.
- Duellman, W.E. & L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press. USA. 678 pp.
- Gardner T.A., J. Barlow & C.A. Peres. 2007. Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 138: 166-179.
- Garin, C.F. & G.A. Lobos. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. Pp 53-75. En: Vidal, M. A. & A. Labra (Eds.). *Herpetología de Chile*. GráficaAndes, Santiago, Chile.
- Gaviño, G., C. Juárez & H.H. Figueroa. 1979. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo*. LIMUSA. México. 251 pp.
- Gonzales, L., S. Reichle & O.M. Entiauspe-Neto. 2020. A new species of *Oxyrhopus* Wagler, 1830 (Serpentes: Dipsadidae) from the Bolivian Andes. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 92 (2): e20191428.
- Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L-A. Hayek & M. Foster. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians*. Smithsonian Institutions Press, Washington. DC. 364 pp.
- Hof C., M.B. Araújo, W. Jetz & C. Rahbek. 2011. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature* 480: 516-519

- Kohler, J. 2000. Amphibian diversity in Bolivia: A study with special reference to montane forest regions. Bonner zoologische monographien N° 48. Bonn, Germany. 243 pp.
- López, R.P. 2015. Biogeografía del Valle de La Paz. Pp. 62–69. En: Moya, I., Meneses R. I. & J. Sarmiento (eds.). Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Segunda Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz - Bolivia. 801 pp.
- MMayA. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz., Bolivia. 571 pp.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 719 pp.
- Oceano. 1985. Anfibios y Reptiles: Guías Visuales Océano. OCEANO Grupo Editorial S.A. Barcelona, España. 240 pp.
- Perry, A., A.B. Hennessey & B. Rios. 1996. Evaluación biológica de la región Beni-Suapi-Beu-Chepite, Reserva de Biosfera-Territorio Indígena Pilón Lajas. TREX. 66 pp. (Informe no publicado).
- Pianka, E.R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 71(5): 2141-2145.
- Pisani, G. & J. Villa. 1974. Guía de técnicas de preparación de anfibios y reptiles. Society for the study of amphibians and reptiles. Micellaneos Publications. University of Kansas, USA. 24 pp.
- Rudel T. K., O.T. Coomes, E. Moran, F. Achard, A. Angelsen, J. Xu & E. Lambin. 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. Global Environmental Change 15 (1): 23-31.
- Savage, J.M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two continents, between Two Seas. The University of Chicago Press. Chicago. 934 pp.
- Scrocchi, G. & S. Kretzschmar, 1996. Guía de métodos de captura y preparación de anfibios y reptiles para estudios científicos y manejo de colecciones herpetológicas. Miscelania 102. Fundación Miguel Lillo, Tucumán. 43 pp.
- Soto, E.R., M. Sallaberry, J.J. Núñez & M.A. Mendez. 2008. Desarrollo larvario y estrategias reproductivas en anfibios. Capítulo 12. 333-357 p. En: M. Vidal & A. Labra (Eds.). Herpetología de Chile. Science Verlag, Chile.

- Stuart S., J. Chanson, N.A. Cox, B.E. Young, A.S.L. Rodrigues, D.L. Fishman & R.W. Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.
- UICN, 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/es/> (revisado 28 junio 2019).
- Urbina-Cardona, J.N., E.A. Bernal & A. Echeverry-Alcendra. 2015. El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. p 134-147. En: Aguilar-Garavito M. & W. Ramírez (eds.). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.
- Vargas Mattos, J., J. Tordoya, M.I. Gómez, K. Naoki, J. Aparicio, A. Aguilar & M. Ocampo. 2010. Evaluación de la fauna terrestre en la localidad de Sara Ana. A126-141 p. En: Beck, S.G., Paniagua-Zambrana, N., López, R.P. & Nagashiro, N (eds.). Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Vitt, L.J., S.S. Sartorius, T.C.S. Avila-Pires, M.C. Espósito & D.B. Miles. 2000. Niche segregation among sympatric Amazonian teiid lizards. *Oecologia*. 122: 410-420.
- Vitt, L.J. & J.P. Cadwell. 2014. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Elsevier. London. 757 pp.
- Wollenberg Valero, K.C., J.C. Marshall, E. Bastiaans, A. Caccone, A. Camargo, M. Morando, M.L. Niemiller, M. Pabija, M.A. Russello, B. Sinervo, F.P. Werneck, J.W. Sites Jr., J.J. Wiens & S. Steinfartz. 2019. Patterns, mechanisms and genetics of speciation in reptiles and amphibians. *Genes*. 10(9): 646.
- Zaracho, V.H., J.A. Céspedes & B.B. Álvarez. 2008. Diversidad de modos reproductivos de anfibios de Corrientes, Chaco y Formosa. Pp. 137-143. En: Casco, S. L. (Comp.). *Manual de Biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa - 1ªed.* Universidad Nacional del Nordeste. 346 pp.
- Zug, G.R., L.J. Vitt, & J.P. Cadwell. 2001. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Second Edition. Academic Press. San Diego. 630 pp.



Figura 3: Tipos de hábitats presentes en Sara Ana: a) Zona de cultivo, b) Vegetación riverieña, c) Arroyo, d) Bosque degradado, e) Bosque secundario y f) Área antrópica (Fotos J. Aparicio).



Figura 4. Puesta de la rana *Leptodactylus fuscus* en una charca temporal a lado del camino que comunica Sara Ana con el río Altobeni (Foto J. Aparicio).



Figura 5. Pareja de *Physalaemus albonotatus* en amplexo, en la zona de cultivo en Sara Ana (Foto M. Ocampo).

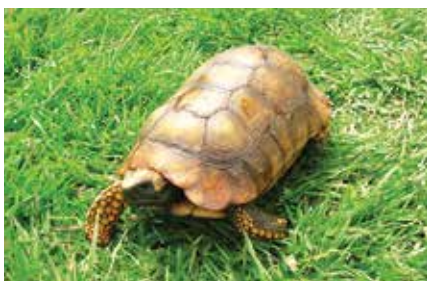


Figura 6; Ejemplar macho de la tortuga de tierra *Chelonoides denticulatus*, registrada en la zona de bosque de Sara Ana (Foto J. Aparicio).



Figura 7: Macho de lagartija *Ameiva ameiva*, registrada en las áreas antrópicas de Sara Ana (Foto M. Ocampo).



Figura 8: a) Vista ventral de los Hemipenis de la culebra *Chironius multiventris*; b) Ejemplar macho de la culebra *Chironius multiventris*, registrada en la zona de cultivo de Sara Ana (Fotos J. Aparicio).



Figura 9: a) Ejemplar macho de *Anolis fuscoauratus*, registrado en la zona del arroyo; b) Despliegue del pliegue gular de esta especie dejando ver las tonalidades rojas intensas que atraen a las hembras durante el cortejo (Fotos J. Aparicio).



Figura 10: Lagartija *Salvator merianae*, presente en el área antrópica de Sara Ana, presenta reproducción por huevos (Foto B. Miranda-Calle).



Figura 11: Especie de boa *Epicrates cenchria*, en las parcelas de producción de cacao de Sara Ana, pare las crías vivas (Foto J. Aparicio).



Figura 12: Una pareja de la especie de culebra *Spilotes sulphureus*, que es confundida con la serpiente venenosa *Lachesis muta* (Pucarara), en una de las parcelas de producción de cacao (Foto Sara Ana 2015)

CAPÍTULO 13

Peces de Sara Ana y sus alrededores

*Soraya Barrera, Martín Velasco, Salomón Illa
y Jaime Sarmiento*

1. Características generales del grupo

Los peces presentan una gran diversidad morfológica, ecológica y se encuentran en muchos hábitats diferentes. A pesar de su diversidad, pueden definirse, de una manera muy simple, como vertebrados acuáticos que presentan branquias durante toda su vida y extremidades en forma de aletas. La mayoría tiene el cuerpo cubierto de escamas y dependen primordialmente del agua, que es el medio en el que viven, Sin embargo, existen especies capaces de respirar oxígeno atmosférico, algunas de las cuales pueden sobrevivir varias horas fuera del agua (Nelson 2006).

Actualmente en el mundo se conocen 27.977 especies en la superclase *Pisces* que comprende a todos los animales con “forma de pez” como las lampreas (peces sin mandíbulas), los tiburones y rayas (peces cartilaginosos), peces pulmonados, y los más conocidos peces óseos. De estas, 11.952 son peces de agua dulce, de los cuales cerca del 60% (más de 7.000 especies) se encuentran en sistemas continentales de la región Neotropical: Suramérica, Centroamérica y el Caribe (Vari & Malabarba 1998, Nelson 2006, Albert & Reis 2011). En Bolivia, se conocen aproximadamente 1.039 especies, la mayoría de las cuales se encuentra en la región amazónica (Carvajal *et al.* 2014, Sarmiento *et al.* 2014).

Los peces son un recurso fundamental de subsistencia para las poblaciones humanas que viven cerca de humedales. Además, constituyen

un recurso económico muy importante, que permite el desarrollo de actividades como la pesca comercial e industrial, la pesca deportiva y el comercio de peces ornamentales. En la zona de Alto Beni, los peces tienen un papel importante en la economía de subsistencia de la población local. Varias especies de tamaño mediano como el sábalo (*Prochilodus nigricans*), o grandes como los pacúes (*Colossoma* sp., *Piaractus* sp.), surubíes (*Pseudoplatystoma* spp.) y bagres (*Zungaro zungaro*) son capturadas por la población como recurso alimenticio.

En los últimos años se ha incrementado notablemente el número de especies conocidas en la cordillera andina (Géry 1969, Lauzanne & Loubens 1988, Sarmiento & Barrera 1997, Schaefer 2011); sin embargo, existe aún poca información sobre muchas de las especies de peces de tamaño reducido, las cuales suelen presentar altos niveles de especialización y de endemismo y se encuentran en arroyos y ríos pequeños (Castro & Casatti 1997).

El primer trabajo sobre los peces de la zona de Alto Beni fue realizado por Pearson en 1924, que es, al mismo tiempo, uno de los primeros trabajos sobre la fauna de peces de las tierras bajas de Bolivia. Durante esta campaña se coleccionaron peces en, al menos, seis localidades de la zona de Alto Beni, principalmente en el río Alto Beni y algunos de sus principales afluentes (Pearson 1924). Posteriormente, algunas colecciones fueron realizadas por ictiólogos de la Colección Boliviana de Fauna (CBF) del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) e Instituto de Ecología (IE) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), y de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS).

Más recientemente, en el marco del proyecto “Ensayo de comparación de sistemas de producción a largo plazo”, se realizó una evaluación de la fauna de peces de la zona de Sara Ana y sus alrededores, ubicada en la región del Alto Beni del Departamento de La Paz. Se realizaron dos campañas de pesca durante agosto (época seca) y diciembre (época húmeda) del 2010 con los objetivos de incrementar el conocimiento sobre la composición y distribución de las especies de peces y generar información sobre diferentes aspectos de la biología: estrategias de reproducción, hábitos alimenticios y ocupación de macrohábitats. Las pescas se realizaron en sistemas fluviales incluyendo el río Alto Beni, sistemas de orden intermedio como el río Suapi, sistemas de primer orden que se originan en las serranías aledañas al valle de Alto Beni y pozas temporales situadas en el cauce del río

Alto Beni (Figura 1). El muestreo se realizó siguiendo el protocolo desarrollado en el programa de evaluación rápida de sistemas acuáticos (Aqua-RAP) que incluye el uso de diferentes técnicas de pesca y la prospección de los diferentes hábitats y microhábitats encontrados en los sistemas acuáticos evaluados (Chernoff *et al.* 1999). Para las capturas se utilizaron tres redes de arrastre de malla fina de 2 x 3 m, 2 x 5 m y 2.5 x 10 m. Adicionalmente, en las orillas, zonas de rápidos o con abundante vegetación, se utilizó una red de mano para la captura de peces de fondo o para la prospección de microhábitats inaccesibles para las redes de arrastre. Esta información se complementó con datos proporcionados por pescadores locales.

Tomando en cuenta que el estatus taxonómico de muchas especies de peces es problemático, se adoptó el nombre aplicado con mayor frecuencia en la literatura, tomando como referencia el catálogo de peces de la Academia de Ciencias de California y la base de datos de FishBase (Eschmeyer & Fricke 2016, Froese & Pauly 2016).



Figura 1: Mapa de localidades de muestreo de peces en la estación de Sara Ana y área de influencia. Las localidades fueron seleccionadas para cubrir los diferentes sistemas acuáticos de la zona incluyendo sistemas fluviales grandes y medianos, riachuelos de bosque y sistemas temporales de borde de río (●: ubicación de la estación de Sara Ana; ●: localidades de muestreo).

Elaborado por Soraya Barrera.

2. Historia natural de los peces en la zona de Sara Ana

a. Riqueza de especies y composición

En los sistemas acuáticos de Sara Ana y alrededores se registraron 59 especies de peces, pertenecientes a 18 familias y 5 órdenes (la lista completa de especies registradas se presenta en el Anexo I). Como ocurre con frecuencia en la región Neotropical, el mayor número de especies corresponde al orden Characiformes, que incluye a las sardinas y otros “peces de escama”, con 29 especies que representan el 49% de las especies capturadas. En segundo lugar, se encuentran especies del orden Siluriformes, que incluye a los bagres o peces gato con 25 especies (42%). Ambos grupos representan en conjunto el 91 % de las especies registradas en Sara Ana. En mucha menor proporción se encuentran los peces cuchillo o anguillas (Gymnotiformes) y serepapas (Perciformes) (Figura 2).

Las familias con mayor número de especies son Characidae (Characiformes), en la que se incluye a las sardinas, con 19 especies y Loricariidae (Siluriformes), conocidos como caranchos o zapatos, con 10 especies. En conjunto, ambas familias representan el 49% de las especies registradas. La tercera familia en importancia incluye pequeños bagres de la familia Heptapteridae que, con 5 especies registradas en Sara Ana, representan el 8% de los peces registrados en la región. Un aspecto destacable es que 11 de las 20 familias registradas en Sara Ana, están representadas por una sola especie.

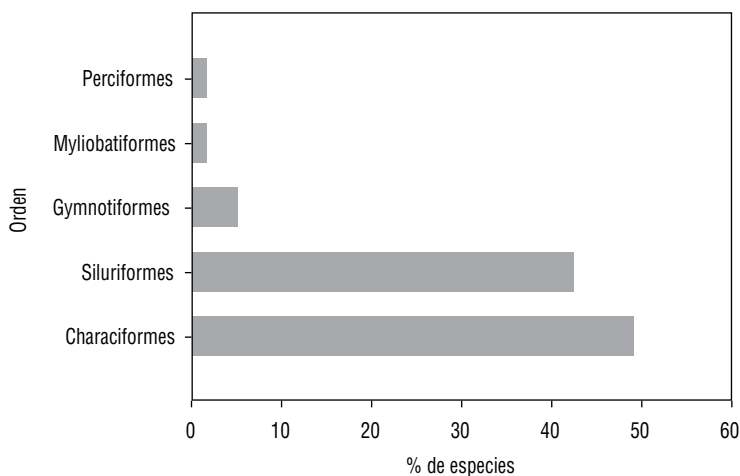


Figura 2. Composición por órdenes de peces registrados en Sara Ana y sus alrededores.

El orden Characiformes (Anexo 1, Figura 6A - H) incluye algunas de las especies más abundantes capturadas en Sara Ana. Abarca varias especies de tamaño reducido como las sardinas (*Astyanax* spp. Figuras 6B y H, *Bryconamericus* sp., *Knodus mizquae*, *Creagrutus beni* Figura 6G) que fueron capturadas en la mayor parte de localidades muestreadas. La mayoría de sardinas están adaptadas a zonas de pozas con baja velocidad de corriente, aunque algunas como *Characidium bolivianum* (Figura 6A) o *Parodon* sp. presentan grandes aletas pectorales y la parte ventral aplanada, rasgos relacionados con su forma de vida en el fondo y en zonas de corriente rápida. Entre las especies de Characiformes registradas en Sara Ana, se encuentra el bentón (*Hoplias malabaricus*), especie ampliamente distribuida en Suramérica, que se caracteriza por una dentadura bien desarrollada relacionada con sus hábitos predadores (Figura 3F). En este grupo se encuentran además especies medianas como el sábalo (*Prochilodus nigricans*) o grandes como el pacú (*Colossoma macropomum*), que tienen importancia comercial.

Las especies de Siluriformes se caracterizan por la presencia del cuerpo desnudo sin escamas o cubierto por placas que les dan un aspecto acorazado y por la presencia de barbillas, de la cuales deriva el nombre de “peces gato”. Entre las especies registradas en Sara Ana se encuentran dos suches de tamaño mediano y pequeño como *Trichomycterus fassli* (Figura 7D) y *T. barbouri*, y una especie de *Astroblepus*, característica de zonas montanas y submontanas en los Andes. Los pequeños bagres incluyen especies como *Pimelodella gracilis* (Figura 6F) o *Tatia aulopygia* que presentan espinas pectorales muy afiladas, las que producen una picadura muy dolorosa. El mayor número de especies corresponde a los peces acorazados de la familia Loricariidae, localmente denominados caranchos o zapatos, que se caracterizan por sus hábitos de vida en el fondo y en zonas de corriente rápida. Incluye especies de cuerpo robusto y grandes bocas en forma de ventosa, con muchos dientes muy finos, como los caranchos (*Hypostomus* spp. (Figura 6B), *Ancistrus* spp. (Figura 6A y G) y *Aphanotorulus unicolor*). Esta familia incluye especies de cuerpo muy fino y alargado como *Lamontichthys* (Figura 7E), *Rineloricaria* sp. o *Farlowella altocarpus* (Figura 7C). Un aspecto importante es la presencia de especies medianas en el río Alto Beni, como el tachacá (*Oxydoras niger*) o especies grandes como los surubíes (*Pseudoplatystoma* spp.) y el bagre (*Zungaro zungaro*), algunas de las cuales tienen hábitos migratorios y son importantes en la pesca comercial y de subsistencia (Anexo 1).

Un grupo de especies menos conocidas son los cuchillos y anguilas o peces eléctricos que forman el orden Gymnotiformes. En general

se caracterizan por la ausencia de las aletas dorsal, pélvicas y caudal, presentando una aleta anal muy larga que se extiende desde la cabeza hasta la cola. Los peces de esta familia son capaces de emitir descargas eléctricas de baja intensidad que utilizan para la captura de sus presas y para comunicación. En Sara Ana se registraron tres especies: *Eigenmannia* sp., *Apteronotus albifrons* y *Sternopgygus macrurus* (Anexo 1, Figura 8A-C).

En la zona se registró una especie (*Crenicichla* sp.) de la familia Cichlidae, perteneciente al orden Perciformes, conocida como serepapa. Esta familia incluye especies de colores muy llamativos que tienen un evolucionado comportamiento territorial relacionado con la protección de huevos y larvas. Además, se registró una especie de raya (*Potamotrygon tatiannae*) (Figura 9A). Las especies de rayas pueden alcanzar tallas considerables y se caracterizan por un aguijón ponzoñoso en la cola, que es utilizado para la defensa y que puede provocar heridas muy dolorosas y difíciles de curar.

b. Características biogeográficas

Se registraron cinco especies endémicas de Bolivia, lo que representa aproximadamente el 10% de las especies capturadas en la zona. Entre los endemismos registrados se encuentran *Characidium bolivianum*, *Ancistrus montanus*, *Hypostomus bolivianus*, *Farlowella altocorpus* y *Rhamdella rusbyi* (Anexo 1). *Rhamdella rusbyi* es conocida de muy pocos individuos, coleccionados en la zona del Alto Beni 70 años atrás.

La zona forma parte de la provincia biogeográfica de los Yungas (provincia de las Yungas de Cabrera & Willink 1973), que incluye a la vertiente oriental de los Andes desde Perú hasta el noroeste de la Argentina, entre los 300 y 3500 m (Morrone 2006, Morrone 2014). La fauna de peces está dominada por Characiformes y Siluriformes que representan más del 80% de las especies conocidas. Las familias dominantes son Characidae (Characiformes) y Loricariidae (Siluriformes). La fauna registrada en la zona incluye algunas especies de Perciformes pertenecientes a los géneros *Crenicichla*, *Bujurquina* y *Apistogramma*.

La región incluye arroyos de alta pendiente y ríos de pendientes moderadas como el Alto Beni. Experimentan disturbios naturales regulares, periódicos que, a veces, pueden presentar cierta severidad que incluyen pulsos torrenciales de flujos de agua y sedimentos, remoción del fondo y deslizamientos de tierra localmente destructivos (Schaefer 2011).

La fauna de peces de SaraAna está conformada por elementos de tierras bajas que alcanzan su límite superior de distribución en esta zona, incluyendo algunas especies de peces que son capaces de soportar periódicos

camente temperaturas menores a 15 °C, y algunas especies ampliamente distribuidas, además de algunos elementos esencialmente andinos.

Doce especies capturadas en sistemas acuáticos de SaraAna (20% de las registradas en la zona), se consideran especies montanas (andinas) que alcanzan altitudes superiores a los 1000 m. La mayor parte corresponden al orden Siluriformes (8 especies). El mayor número pertenece a las familias Loricariidae con cuatro especies (*Hypostomus levis*, *Ancistrus megalostomus*, *A. montanus* y *Farlowella altocorpus*) y Characidae con tres especies (*Creagrutus pearsoni*, *Hemibrycon beni* y *Knodus mizquae*). Dos especies forman parte de la familia Trichomycteridae (*Trichomycterus barbouri* y *T. fassli*), y tres familias tienen una sola especie: Parodontidae (*Parodon nasus*), Astroblepidae (*Astroblepus longiceps*) y Heptapteridae (*Rhamdia quelen*) (Schaefer 2011). La mayoría de estas especies tiene una distribución restringida en el sur de Perú y noroeste de Bolivia, incluyendo dos especies endémicas de Bolivia, restringidas a la cuenca del río Beni (*Farlowella altocorpus* y *Ancistrus montanus*) (Schaefer 2011). Otras dos especies presentan una amplia distribución en Suramérica (*Rhamdia quelen* y *Trichomycterus barbouri*).

Las otras 47 especies registradas en SaraAna, son esencialmente taxones ampliamente distribuidos en tierras bajas de la Amazonia: (*Prochilodus nigricans*, *Ctenobrycon hauxwellianus*, *Colossoma macropomum*, *Aphanotorulus unicolor*, *Pseudoplatystoma* sp., *Zungaro Zungaro*, *Oxydoras niger*, *Apteronotus albifrons*), incluyendo algunas que tienen una distribución más limitada al pie de monte andino (*Rhamdella rusbyi*, *Ancistrus megalostomus*). Al menos un par de especies tienen una amplia distribución en Suramérica (*Hoplias malabaricus*, *Callichthys callichthys*).

c. Características de hábitats

En los sistemas acuáticos, las condiciones de temperatura, características hidráulicas, físicas y químicas, o la disponibilidad de alimentos, determinan la distribución de las especies de peces (Jaramillo-Villa *et al.* 2010). Por otro lado, la ocupación de diferentes tipos de hábitats está frecuentemente relacionada con adaptaciones de forma, fisiológicas y de comportamiento. El conocimiento de los patrones de distribución es importante para la definición de estrategias de manejo y conservación de los peces para mitigar el impacto de las actividades humanas (Jaramillo-Villa 2010). Los macrohábitats en Sara Ana y alrededores incluyen sistemas fluviales de orden menor (ARR), ríos medianos (RMED) y el río Alto Beni (RÍO). Además, considerando sus características particulares, se incluyen

sistemas temporales tipo poza (LAG) que se forman en el cauce principal del río Alto Beni. (Anexo 2, Figura 3). Una descripción más detallada de los sistemas acuáticos se presenta en el capítulo 3 de este libro.

El mayor número de especies se encontró en el sistema fluvial de orden mayor, río Alto Beni, donde se registraron 47 especies, incluidas en 16 familias y cinco órdenes (Anexo 2, Figura 3). La fauna del río Alto Beni incluye especies de tamaño grande y mediano como los sábalos (*Prochilodus lineatus*), el pacú (*Colossoma macropomum*), surubíes (*Pseudoplatystoma* spp.), el bagre (*Zungaro Zungaro*) y la raya (*Potamotrygon tatianae*). Muchas de estas especies, particularmente el sábalo (*Prochilodus lineatus*) y la yatorana (*Brycon* sp.), se caracterizan por sus hábitos migratorios. Veinte de las especies registradas en el río Beni no fueron capturadas en otros macrohábitats, incluyendo las especies de tamaño mediano y grande y algunas especies menores como *Creagrutus pearsoni*, *Lamontichthys filamentosa*, *Trichomycterus fassli*, *Galeocharax gulo* y las tres especies de Gymnotiformes (*Eigenmannia* sp., *Sternopygus macrurus* y *Apteronotus* sp.) (Anexo 2).

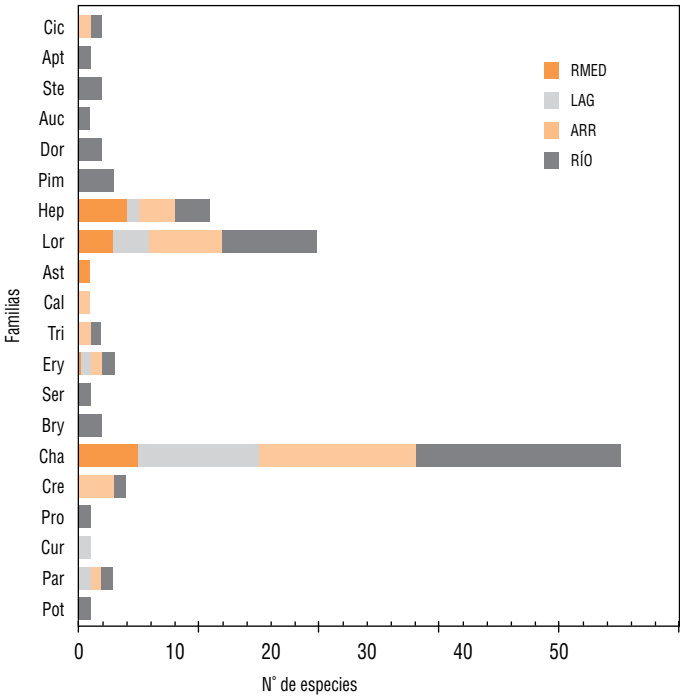


Figura 3: Riqueza de especies por macrohábitat en Sara Ana ((RMED: Ríos medianos, LAG: Pozas temporales en el cauce del río; ARR: Sistemas fluviales de orden menor; RÍO: Río Alto Beni).

Algunas especies del río que se encuentran en zonas con alta velocidad de corriente, como los caranchos (*Hypostomus* spp., *Ancistrus montanus*, *Farlowella altocorpus*, *Lamontichthys filamentosa*, *Spatuloricaria evansii*) y el suche (*Trichomycterus fassli*), se caracterizan por su forma hidrodinámica, con el cuerpo aplanado y alargado, usualmente con la boca en forma de ventosa, grandes aletas pectorales y, en algunos casos, presencia de espinos operculares que les permiten sujetarse al sustrato. Por otro lado, las especies de sardinas como (*Astyanax* spp., *Creagrutus pearsoni*, *Galeocharax gulo*, *Hemibrycon beni*, *Prodontocharax melanotus*, *Knodus mizquae* y *Serrapinnus micropetrus*) y la raya (*Potamotrygon tatianae*) se encuentran frecuentemente en playas arenosas. El río Alto Beni se caracteriza por la presencia de troncos sumergidos y ramas que ocasionalmente forman palizadas que conforman un hábitat importante para algunas especies como las anguillas (*Sternopygus macrurus* y *Eigenmannia* sp.), caranchos alargados (*Farlowella altocorpus*) y un pequeño bagre (*Tatia aulopygia*) que se refugia en las cavidades de los troncos.

En arroyos de orden menor, se registraron 30 especies correspondientes a ocho familias y tres órdenes, (Anexo 2, Figura 3). En este macrohábitat predominan especies de tamaño pequeño como las sardinas (*Astyanax* spp., *Characidium* spp. *Creagrutus beni*, *Gephyrocharax major*, *Hemibrycon beni*). Además, se encontraron caranchos (*Ancistrus* spp. e *Hypostomus* spp.) o pequeños bagres (*Pimelodella gracilis*, *Rhamdia quelen* o *Rhamdella rusbyi*). Al menos ocho especies encontradas en este macrohábitat no fueron capturadas en ninguno de los otros macrohábitats de la zona, incluyendo dos especies de *Characidium*, *Astyanax multidentis*, *Gephyrocharax major*, especies de Siluriformes como *Trichomycterus barbouri*, *Callicthys callichthys*, *Ancistrus cirrhosus* y *Rhamdia quelen* (Anexo 2).

En este tipo de macrohábitat, se encuentran pozas más o menos grandes, con poca velocidad de corriente en las que se concentra una gran cantidad de pequeñas sardinas (*Astyanax* spp., *Gephyrocharax major*, *Prodontocharax melanotus*) que ocupan la parte superior de la columna de agua, en relación con sus hábitos alimenticios en base a material proveniente del bosque adyacente, como insectos o arañas, que caen al agua. En estas zonas se encuentran especies de *Characidium* spp y *Parodon nasus*, que viven asociadas a fondos de arena. En zonas de rápidos, se encuentran especies de formas más hidrodinámicas como los caranchos (*Ancistrus* spp., *Farlowella altocorpus*, *Hypostomus* spp. *Aphanotorulus uni-*

color) y que presentan estructuras de sujeción como bocas inferiores en forma de ventosa, espinas operculares y cuerpo aplanado (*Ancistrus* spp., *Trichomycterus barbouri*).

En pozas temporales situadas en el cauce del río se registraron 17 especies pertenecientes a seis familias y dos órdenes (Anexo 2, Figura 3). Los resultados preliminares muestran que la comunidad incluye predominantemente especies que explotan recursos alóctonos, incluyendo varias especies de sardinas (*Aphyocharax* spp., *Astyanax* spp., *Bryconamericus* sp., *Ctenobrycon hawwellianus*, *Attonitus bounites* y otros). Entre las especies registradas en este macrohábitat, se encuentran detritívoros como *Hypostomus bolivianus*, *Aphanotorulus unicolor*, *Spatuloricaria evansii* y *Steindachnerina guentheri*. Un solo predador (el bentón, *Hoplias malabaricus*) fue registrado en estos sistemas. La especie *Steindachnerina guentheri* fue registrada solamente en este macrohábitat.

Finalmente, el menor número de especies fue registrado en sistemas fluviales medianos como el río Suapi. Trece especies, pertenecientes a cuatro familias y dos órdenes, se registraron en este macrohábitat (Anexo 2, Figura 3), aunque probablemente sea una consecuencia del menor esfuerzo de muestreo realizado en este tipo de hábitats. La mayor parte de las especies pertenece al orden Siluriformes, incluyendo caranchos como *Ancistrus megalostomus*, *Hypostomus bolivianus* y *Spatuloricaria evansi*, que se encuentran en zonas de rápidos, con alta velocidad de corriente y sustrato rocoso. Además, se encuentran especies de pequeños bagres o peces gato como *Cetopsorhamdia* sp., *Imparfinis* sp., *Pimelodella gracilis* y *Rhamdella ruby*. Entre los Characiformes, la mayoría de las especies son sardinas pequeñas como *Attonitus bounites*, *Hemibrycon beni* y *Knodus mizquae*. Tres de las especies registradas en este macrohábitat no fueron capturadas en otras partes, incluyendo un Astroblepidae (*Astroblepus longiceps*), un carancho (*Hypostomus megalostomus*) y un pequeño bagre (*Imparfinis* sp.).

d. Estructura trófica

Como consecuencia de las actividades humanas, los sistemas acuáticos, particularmente los sistemas fluviales menores, tienen una presión muy fuerte, principalmente por el uso de pesticidas, construcción de represas, deforestación y otros cambios en la vegetación, introducción de especies y sedimentación (Casatti *et al.* 2006, Couto & de Aquino 2011). En este contexto, la evaluación de los hábitos alimenticios

de los peces, representa una herramienta fundamental para evaluar la integridad biótica de los ecosistemas y para el establecimiento de programas de manejo (Jaramillo & Caramaschi 2008, Bonato *et al.* 2012). Además, el conocimiento de la ecología alimenticia contribuye a la comprensión de los procesos de partición de recursos, preferencias de hábitat, selección de presas, depredación, evolución, etc. que son imprescindibles para el establecimiento de estrategias de conservación (Braga *et al.* 2012).

Los peces presentan una enorme diversidad de hábitos alimenticios. La selección alimenticia puede presentar variaciones temporales (consumo de diferentes tipos de alimento en distintas etapas de la vida: larvas, juveniles, adultos), espaciales (captura a diferentes profundidades o en diferentes microhábitats) o morfológicas (morfología de la presa o tamaño del depredador) y otros atributos ecológicos. Esto implica la selección de estrategias apropiadas para la captura del alimento preferido, la selección del tipo de alimento y una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas relacionadas con el tipo y la abundancia de alimento en el hábitat (Saikia 2016).

Uno de los elementos que contribuye en los procesos de organización de los ecosistemas, es la estructura trófica que incluye una serie de categorías que conforman las denominadas cadenas alimenticias o redes tróficas. Cada categoría trófica incluye aquellos organismos que consumen una misma presa o alimentos similares. Por ejemplo, el nivel de los carnívoros está formado por peces que se alimentan de otros peces. Como ocurre en general en las redes tróficas, en la base de los sistemas acuáticos se encuentran los organismos fotosintéticos, como las algas y plantas sumergidas, que representan la categoría trófica básica. Una variedad de consumidores primarios (que se alimentan de organismos fotosintéticos) y consumidores secundarios (que se alimentan de consumidores primarios) forman categorías tróficas intermedias (Gerking 1994).

En la zona de Sara Ana, se identificaron a partir de referencias bibliográficas y disecciones de algunas especies, ocho categorías tróficas o de alimentación (Anexo 2, Figura 4). Predominan los invertívoros acuáticos (Inv-Acu) que representan más del 25% de las especies registradas (15 especies) (Figura 4). Esta categoría incluye peces que se alimentan de invertebrados acuáticos, principalmente larvas de insectos como escarabajos y varias especies de mosquitos, algunos crustáceos y otros. La dieta de estas especies puede complementarse con larvas de

Ephemeroptera o Plecoptera que viven en el fondo, microcrustáceos y ocasionalmente algas y detritos. Esta categoría incluye especies como los suches (*Trichomycterus barbouri* y *T. fassli*), las tres especies de anguillas o cuchillos (*Apteronotus* sp., *Eigenmannia* sp. y *Sternopygus macrurus*). Una especie de tamaño mediano (*Oxydoras niger*) tiene una dieta basada en invertebrados acuáticos, lo mismo que especies de Heptapteridae como *Cetopsorhamdia* sp, *Rhamdella rusby*, *Imparfinis* sp. y *Rhamdia quelen*. Entre los Characiformes, esta categoría está integrada por las tres especies registradas de *Characidium* que capturan sus presas mediante la táctica de acecho y ataque por sorpresa.

La segunda categoría en importancia es la de los peces detritívoros que representan el 24% de las especies capturadas (14) (Figura 4). Esta categoría comprende peces que se alimentan de bacterias, algas microscópicas y otra materia orgánica que forman parte del material acumulado en el sedimento. Incluye principalmente especies de Loricariidae (*Hypostomus* spp., *Ancistrus* spp., *Farlowella altocorpus*, *Lamontichthys filamentosa* y *Spatuloricatia evansii*). Entre los Characiformes una especie de fondo (*Parodon nasus*) se alimenta principalmente de detritos que obtiene raspando el sustrato con su boca ífera. Además, dos especies de porte menor (*Steindachnerina guentheri* y *Odontostilbe dierythrura*) y el sábalo (*Prochilodus nigricans*), se alimentan fundamentalmente de materia orgánica que se encuentra en el sedimento.

Cerca del 22% de las especies (13), corresponde a la categoría de invertívoros generalistas (Figura 4) que incluyen en su dieta larvas y adultos de insectos acuáticos (Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera y Coleoptera), ocasionalmente crustáceos y particularmente invertebrados terrestres como arañas y hormigas que provienen de las formaciones boscosas de la ribera. Esta categoría incluye varias especies de sardinas (*Aphyocharax* spp., *Astyanax* spp, *Creagrutus* spp., *Gephyrocharax major*, *Hemibrycon beni* y *Knodus mizquae*) y una especie de Siluriformes (*Tatia aulopygia*).

En mucha menor proporción se encuentran invertívoros bentófagos que representan el 7% de las especies registradas en Sara Ana (Figura 4). En esta categoría se encuentran cuatro especies, dos Characiformes (*Ctenobrycon hauxwellianus* y *Paragoniates alburnus*) y dos Siluriformes (*Callichthys callichthys* y *Pimelodella gracilis*), que se alimentan principalmente de larvas de insectos (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera) asociados al sustrato. Estas especies pueden complementar su dieta con materia orgánica del sedimento.

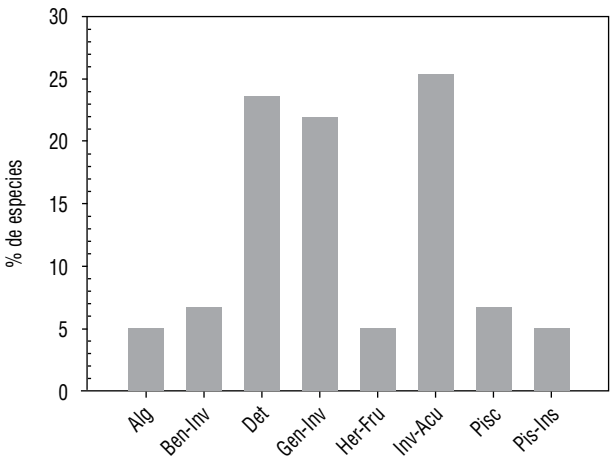


Figura 4: Categorías de alimentación de las especies de peces de la zona de Sara Ana.
(Alg: algívoros; Ben-Inv: invertebrados del Bentos; Det: detritívoros, Gen-Inv. invertívoros generalistas;
Her-Fru: herbívoros-frugívoros, Inv-Acu. invertebrados acuáticos;
Pis: piscívoros; Pis-Ins: piscívoros-insectívoros

Cuatro especies de la zona corresponden a la categoría de piscívoros, que se alimentan fundamentalmente de peces, aunque excepcionalmente pueden complementar su dieta con la ingestión de crustáceos. En esta categoría, se encuentran especies de tamaño grande como los surubíes (*Pseudoplatystoma* spp.), el bagre (*Zungaro zungaro*) y el dorado (*Salminus* sp.). Una categoría mixta es la de los piscívoros - insectívoros. Las tres especies registradas en esta categoría: el bentón (*Hoplias malabaricus*), una serepapa (*Crenicichla* sp.) y la raya (*Potamotrygon tataniae*), incluyen en su dieta esencialmente peces y, ocasionalmente, insectos e invertebrados grandes.

Finalmente, un número relativamente reducido de especies integran las categorías de algívoros y herbívoro-frugívoros que corresponderían a los consumidores primarios entre los que se encuentran especies que se alimentan principalmente de materia vegetal (algas, plantas acuáticas y frutos). Entre las especies que se alimentan principalmente de algas se encuentran tres Characiformes (sardinias) de pequeño porte (*Bryconamericus* sp., *Prodonotocharax melanotus* y *Serrapinnus micropterus*) que se alimentan de algas que se desarrollan adheridas a rocas o troncos sumergidos. Los herbívoros-frugívoros están representados por especies de tamaño mediano y grande como la yatorana (*Brycon* sp.), el pacú (*Colossoma macropomum*) y el tachacá (*Pterodoras granulosus*), que incluyen en su dieta material vegetal proveniente de plantas acuáticas y terrestres sumergidas. Algunas de estas especies incluyen en su dieta

frutos de palmeras y otras plantas y tienen un papel fundamental en la dispersión de semillas.

e. Estrategias de reproducción

Los diversos métodos por los cuales los seres vivos se reproducen, han llamado la atención de los biólogos desde hace mucho tiempo. Todas las poblaciones naturales están comprendidas por organismos con un tiempo de vida limitado y, por eso, están sujetas a una renovación gradual o periódica de los individuos. Consecuentemente, las implicaciones ecológicas y evolucionarias de las diferentes modalidades de reproducción, llamadas “historias de vida” han sido objeto de numerosos estudios (Winemiller & Taphorn 1989)

Como ocurre usualmente en la región Neotropical, los peces de Sara Ana presentan una amplia gama de estrategias de reproducción (Anexo 2, Figura 5). Una estrategia frecuente, utilizada por varias especies de la familia Characidae como las sardinas (*Astyanax bimaculatus*, *A. fasciatus*, *Knodus mizquae* y *Serrapinnus micropterus*) es la reproducción de tipo oportunista. Esta estrategia caracteriza a peces de tamaño reducido, maduración sexual temprana y un período extenso de reproducción, durante el cual se realizan numerosas puestas (multiple spawners). Sin embargo, en Sara Ana se observó un grupo de sardinas (*Odontostilbe dierythrura*, *Hemibrycon jeslkii*, *Bryconamericus* sp., *C. beni* y *G. major*) que presenta una estrategia intermedia asociada a una reproducción oportunista más estacional, relacionada con el período de lluvias entre octubre y marzo (Anexo 2, Figura 5).

Un aspecto interesante es la presencia de un porcentaje alto de especies (31% de las especies analizadas) que presentan una estrategia de reproducción de equilibrio, que incluye principalmente peces de las familias Loricariidae (*Ancistrus* spp., *Hypostomus* spp., *Lamontichthys filamentosa*), un simbao (*Callichthys callichthys*), una serepapa (*Crenicichla* sp.), el benton (*Hoplias malabaricus*) y la raya (*Potamotrygon tatiánae*) (Anexo 2, Figura 5). Los peces con esta estrategia se caracterizan principalmente por el tamaño grande de las ovas, fecundidad baja (reducido número de ovas), una edad de madurez más tardía y, particularmente, un comportamiento de cuidado parental muy desarrollado que incluye la construcción de nidos protegidos por uno o ambos padres o la presencia de incubación bucal. Uno de los casos más notables es la raya (*P. tatiánae*) que presenta fertilización y desarrollo internos (con huevos y embriones que se desarrollan dentro la madre), relacionados a elaborados mecanismos de alimentación embrionaria.

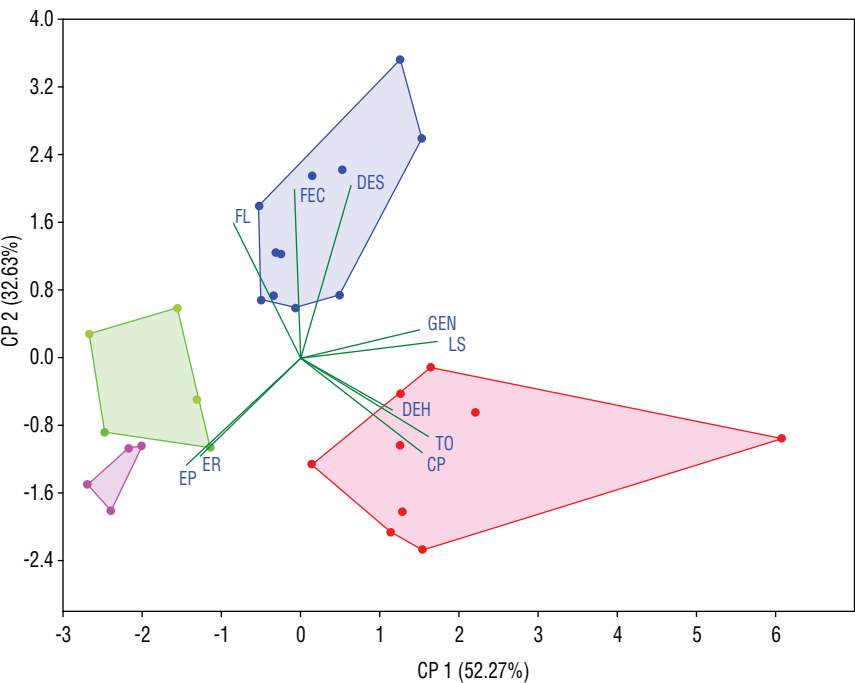


Figura 5: Representación de las estrategias de reproducción de las especies de peces de la zona de Sara Ana en los dos primeros componentes principales. Las especies se agrupan en tres categorías que forman un patrón triangular (rojo: **equilibrio**; azul: **estacional** y fucsia: **oportunistista**), más una categoría intermedia (verde: **oportunistista-estacional**). Variables usadas para determinar la estrategia reproductiva: **FL**: fluctuación de las poblaciones; **DES**: estructura de tallas (o edades) durante la época seca; **DEH**: estructura de tallas (o edades) durante la época húmeda; **GEN**: duración de la generación; **ER**: duración de la estación reproductiva; **EP**: episodios reproductivos por año; **FEC**: fecundidad; **TO**: tamaño máximo de las ovas, **CP**: Protección parental; **LS**: longitud estándar).

Finalmente, un cuarto grupo de especies, usualmente las de mayor tamaño, que se caracterizan por maduración tardías y una fecundidad alta, presenta una estrategia estacional o periódica, en la que la reproducción se produce durante un corto período de tiempo (menos de cuatro meses), generalmente durante el período de lluvias (Anexo 2, Figura 5). En Sara Ana el mayor número de especies analizadas presenta este tipo de estrategia (37% de las especies). Entre las especies que presentan esta estrategia, se encuentran, Characiformes como *Characidium bolivianum* y *Ctenobrycon hauxwellianus*, dos especies de peces cuchillo o anguillas (Gymnotiformes: *Eigenmannia* sp. y *Sternopygus macrurus*) y peces gato o bagres (*Trichomycterus fassli*, *Rhamdia quelen* y *Pimelodella gracilis*). Esta categoría se caracteriza por la inclusión de especies de hábitos migratorios como el sábalo (*Prochilodus lineatus*) y la yatorana (*Brycon* sp.).

3. Estado de conservación

Los sistemas acuáticos en Suramérica, sin importar su tamaño, nivel de conocimiento o aislamiento, se encuentran sometidos a presiones similares. Los requerimientos económicos y sociales han aumentado mucho en los últimos años, dando lugar a procesos de explotación que generan importantes desafíos ambientales; incluidos programas de desarrollo económico y humano, proyectos de generación de energía limpia y la producción de recursos suficientes para la creciente población humana. El desafío es alcanzar estas metas de un modo sostenible, con el mínimo impacto ambiental (Barletta *et al.* 2010).

a. Especies amenazadas

Entre las especies reportadas en la zona de Sara Ana, solamente el pacú (*Colossoma macropomum*) se encuentra en la lista de especies amenazadas de Bolivia (Van Damme *et al.* 2009). Se trata de una especie de cuerpo alto y comprimido lateralmente, que puede alcanzar los 100 cm de longitud estándar. Se alimenta de frutos y semillas principalmente, por lo que tiene un rol importante en procesos de dispersión de especies de plantas. El pacú es una de las especies más importantes en la pesca comercial en Bolivia y, en general, en toda su área de distribución en Suramérica. De acuerdo al Libro Rojo de los Vertebrados Silvestres de Bolivia, se encuentra en la categoría vulnerable (VU), que incluye especies 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, o población pequeña y en disminución (MMAyA 2009).

b. Principales amenazas

Además de una vulnerabilidad intrínseca debida a las características propias de algunas especies, los peces de Suramérica de manera general presentan actualmente una serie de amenazas comunes. La pérdida de hábitats es el principal problema identificado en todas las cuencas de Suramérica. Entre los problemas identificados se encuentra también la introducción de especies y la sobrepesca. Estos problemas dan como resultado la disminución de la riqueza de especies y la pérdida de un recurso que tiene una importancia fundamental en la economía de subsistencia de las poblaciones locales (Barletta *et al.* 2010, Van Damme *et al.* 2011b).

Las principales amenazas identificadas en la región de SaraAna son:

b1. Degradación de hábitat y deforestación. En general se considera uno de los factores principales que afecta a la conservación de especies acuáticas y terrestres (Van Damme *et al.* 2011b). La deforestación puede asociarse a cambios en los regímenes hidrológicos de los ríos, un incremento en los procesos de erosión, escorrentía y cambios de caudal, transporte de sedimentos y sedimentación, que pueden afectar a la fauna acuática, particularmente los peces (D'Almeida 2007, Junk *et al.* 2007).

En la mayoría de los casos, la degradación de hábitats acuáticos, es causada de forma indirecta por la degradación de los hábitats terrestres, incluyendo los procesos generales de deforestación a nivel de la cuenca, que afectan principalmente al río Alto Beni y sus principales afluentes. En el caso de sistemas fluviales menores, la deforestación puede relacionarse con la reducción del aporte del material alóctono (proveniente del bosque circundante) que tiene una importancia fundamental en las redes alimenticias (Acebey & Maldonado 2005 en Van Damme *et al.* 2011b).

Actualmente, como consecuencia del tipo de manejo, la estación de SaraAna, no presenta problemas mayores de deforestación, Sin embargo, aunque no ocurre a gran escala, en la zona existe procesos recientes de deforestación para la habilitación de áreas de agricultura (Cuellar *et al.* 2015). El problema es mayor en el caso de las partes altas de las cuencas en las serranías vecinas, donde la deforestación, puede llevar a modificaciones profundas del régimen hidrológico

b2. Desarrollo de Infraestructura: Represas. Varios estudios han demostrado impactos ecológicos y sociales significativos aguas arriba y aguas abajo de las represas. Desde el punto de vista de los impactos sobre las poblaciones de peces, algunos de los principales problemas son la ruptura de la conectividad longitudinal de los ríos, la alteración de los patrones hidrológicos y los procesos de sedimentación. Como consecuencia se producen alteraciones en la estructura trófica (redes de alimentación), composición de las comunidades de peces y, fundamentalmente, el establecimiento de obstáculos que interrumpen los desplazamientos de especies migratorias afectando, en numerosos casos, los procesos de reproducción (Van Damme *et al.* 2011b). Actualmente no existe infraestructura de esta naturaleza en la zona; sin embargo, desde hace muchos años existe un proyecto para el establecimiento de una megarepresa en la cuenca del río Alto Beni. La última propuesta elaborada comprende la construcción de un embalse en la región de Chepete, cuyo espejo de agua podría extenderse hasta la localidad de Santa Ana del Alto Beni (ENDE 2016).

Un aspecto que puede tener un impacto importante, principalmente en el caso de sistemas de orden menor (arroyos), es el desarrollo y mantenimiento de las redes viales locales. La construcción y mantenimiento de caminos está asociada al movimiento de tierras y disposición de materiales sólidos que producen modificaciones en los regímenes hidrológicos y las características físico-químicas de arroyos, generando impactos importantes sobre las comunidades locales de peces. El impacto se produce principalmente durante la fase de construcción de los caminos (por ejemplo, durante la habilitación de la vía Suapi – Sararí para prospecciones petroleras), cuando se produce el bloqueo temporal del cauce o el incremento de sólidos. Posteriormente, durante la fase de operación, principalmente durante el período de lluvias se producen deslizamiento en caminos vecinales.

b3. Contaminación química. En la cuenca del río Beni, los principales problemas de contaminación química tienen que ver con el uso de plaguicidas y fertilizantes orgánicos.

Investigaciones realizadas en la zona de Alto Beni, muestran que el uso de pesticidas es muy común entre un alto porcentaje de agricultores (Peñafiel & Kammerbauer 2001). Además, el uso de este tipo de productos ha aumentado notablemente en la parte alta y media de la cuenca, donde se ha observado que una alta proporción de agricultores utilizan insecticidas altamente tóxicos (Jørs 2006).

b4. Sobrepesca. El crecimiento de las poblaciones ribereñas y, fundamentalmente, el incremento de la demanda en ciudades como Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, ha generado un aumento de las capturas de especies de alta demanda comercial como el pacú (*Colossoma macropomum*). Estudios recientes sobre el estado de las poblaciones de esta especie en Bolivia muestran una reducción en las tallas de captura y en las tallas de madurez sexual, que podrían explicarse por un incremento de la presión antrópica debida a la pesca (Nuñez *et al* 2005).

En un estudio realizado en la cuenca del río Beni sobre la pesca, se reporta una lista de al menos 50 especies regularmente pescadas por las comunidades ribereñas. Entre las especies más frecuentes se reportan cuatro especies: el tachacá (*Pterodoras granulosus*), el pintado o surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*), el pacú (*Piaractus brachipomus*) y el sábalo (*Prochilodus nigricans*) que, representan el 42% de las capturas (CIPTA/WCS 2010). La mayor parte de las capturas (cerca de 65%), se destina a la comercialización. Aunque la pesca en la zona es una actividad de subsistencia fundamentalmente, el análisis de los datos de la pesca en comunidades ribereñas muestra una tendencia a la captura de las especies comerciales,

particularmente las migratorias, que se encuentran amenazadas por la pesca comercial (CIPTA/WCS 2010). Como consecuencia se produce la reducción del tamaño de las poblaciones, tendencia que se intensifica por la disminución de los stocks pesqueros por la pesquería en el Perú y Brasil.

Bibliografía

- 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.
- Barletta, M., A.J. Jaureguizar, C. Baigún, V.F. Fontoura, A.A. Agostinho, V.M.F. Almeida-Val, R.A. Torres, L.F. Jimenes-Segura, T. Giarrizzo, N.N. Fabré, V.S. Batista, C. Lasso, D.C. Taphorn, M.F. Costa, P.T. Chaves, J.P. Vieira, & M.F.M. Corrêa. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on Neotropical systems. *Journal of Fish Biology* 76: 2118-2176.
- Bonato, K.O., R.L. Delariva & J.C. da Silva. 2012. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoología* 29(1): 27-38.
- Braga, R.R., H. Bornatowski & J.R.S. Vitule. 2012. Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications. *Rev. Fish. Biol. Fisheries* 22: 915. doi:10.1007/s11160-012-9273-7.
- Cabrera, A.L. & A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie Biología, OEA, Washington.
- Carvajal-Vallejos F.M., R. Bigorne, A.J. Zeballos Fernández, 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 data base on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia* 732(1): 19-27. DOI 10.1007/s10750-014-1841-5
- Casatti, L., F. Langeani, A. M. Silva & R. M. C. Castro. 2006. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 681-696.
- Castro, R.M.C. & L. Casatti. 1997. The fish fauna from small forest stream of the upper Paraná River basin, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 7(4): 337-352.

- Chernoff, B., P.W. Willink, J. Sarmiento, S. Barrera, A. Machado-Allison, N. Menezes & H. Ortega. 1999. Fishes of the rios Tahuamanu, Manuripi and Nareuda, Dpto. Pando, Bolivia: Diversity, distribution, critical habitats and economic value. *Bulletin of Biological Assessment* 15: 39-46.
- CIPTA/WCS. 2010. La Pesca en el Territorio Takana. CIPTA - WCS. La Paz - Bolivia
- Couto, T. B. d. A. and P. D. P. U. d. Aquino. 2011. Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9(2): 445-454.
- Cuellar, S., M. Quintanilla & D. Larrea-Alcázar. 2016. Atlas Socioambiental de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia, 2015. Technical Report. Pp. 75-81 en: FAN. Atlas Socioambiental de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia (2ª Edición). Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.
- D'Almeida, C., C.J. Vörösmarty, G.C. Hurtt, J.A. Marengo, S.L. Dingmanb and B.D. Keim. 2007. The effects of deforestation on the hydrological cycle in Amazonia: a review on scale and resolution. *Int. J. Climatol.* 27: 633-647.
- ENDE. 2016. Ficha Ambiental Estudio de Identificación Proyecto Hidroeléctrico El Bala "Componente 1 Angosto Chepete 400". Empresa Nacional de Electricidad, Cochabamba - Bolivia.
- Eschmeyer, W. N. and R. Fricke (Eds). 2017. Catalog of fishes: genera, species, references. Actualizada al 31-ene-2017. (Versión electrónica revisada el 2-feb-2017). [Disponible en: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>]. [This version was edited by Bill Eschmeyer.].
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. [Disponible en: www.fishbase.org]. Version (10/2016).
- Gerking, S.D. 1994. Feeding Ecology of Fish. New York, Sidney, Toronto. Academic Press. 416 pp.
- Géry, J. 1969. The fresh-water fishes of South America. Pp. 828-848 in: Fittkau *et al.* (Eds.). The biogeography and ecology in South America. Dr. W. Junk N.V., The Hague - Netherlands.
- Jaramillo-Villa, U., J.A. Maldonado-Ocampo & F. Escobar. 2010. Altitudinal variation fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology* 76: 2401-2417.

- Jaramillo-Villa, U. & E.P. Caramaschi. 2008. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: Uso nas regiões tropical e subtropical. *Oecologia Brasiliensis* 12 (3): 442-462.
- Jørs, E., R. C. Morant, G. Condarco Aguilar, O. Huici, F. Lander, J. Bælum F. Konradsen. 2006. Occupational pesticide intoxications among farmers in Bolivia: a cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 5(10): 1-9.
- Junk, W.J., M.G.M. Soares & P.B. Bailey. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 10(2): 153-173.
- Lauzanne, L. y G. Loubens. 1988. Estudios ictiológicos del Convenio ORSTOM-CORDEBENI-UTB en la Amazonia boliviana. *Soc. Cien. Nat. La Salle Tomo XLVIII. Suplemento* 1988: 386-407.
- MMaA. 2009. Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz - Bolivia.
- Morrone J.J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 467-494. doi: 10.1146/annurev.ento.50.071803.130447
- Morrone J.J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa* 3782(1): 1-110. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World* (4th edition). John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- Núñez, J., E. Maldonado, R. Dugué, F. Duponchelle, C. Aliaga, R. Rivero & J.F. Renno. 2005. Reproducción y crecimiento de *Colossoma macropomum* en las cuencas del Iténez y del mamoré (Amazonia boliviana). Pp. 52-57 en Renno, J.F., C. García-Dávila, F. Duponchelle & J. Nuñez (Eds.). *Biología de las poblaciones de peces de la Amazonia y piscicultura. Comunicación del primer Coloquio de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA), Iquitos - Perú.*
- Pearson, N.E. 1924. The fishes of the Eastern slope of the Andes. I. The fishes of the rio Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford Expedition. *Indiana Univ. Stud.* 11(64): 1-58.

- Peñafiel, W. & H. Kammerbauer. 2001. Evaluación del uso y manejo de pesticidas en una zona subtropical del Alto Beni de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 36: 55-63.
- Saikia, S.K. 2016. On the methodology of feeding ecology in fish. *European Journal of Ecology* 2(1): 35-46. doi: 10.1515/eje-2016-0004
- Sarmiento, J. y S. Barrera. 1997. Observaciones Preliminares sobre la Ictiofauna de la Vertiente Oriental Andina de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 2:77-99 pp.
- Sarmiento J., R. Bigorne, F.M. Carvajal-Vallejos, M. Maldonado, E. Leciak & T. Oberdorff (Eds.) 2014. Peces de Bolivia / Bolivian Fishes. IRD-BioFresh (EU), Plural editores, Bolivia.
- 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.
- 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. La Paz - Bolivia.
- Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos, J. Sarmiento & P. Becerra. 2011a. Vulnerabilidad de los peces en las tierras bajas de la Amazonia boliviana. Pp. 459-490 en: Van Damme, P.A. F.M. Carvajal-Vallejos & J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos, M. Pouilly, T. Pérez & J. Molina Carpio. 2011b. Amenazas para los peces y pesquerías en la Amazonia boliviana. Pp. 327-366. en: Van Damme, P.A. F.M. Carvajal-Vallejos & J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Vari, R.P. & L.R. Malabarba. 1998. Neotropical Ichthyology: An overview. Pp. 1-13 in Malabarba *et al.* (Eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre - Brasil.
- Winemiller K.O. & D.C. Taphorn. 1989. La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *BIOLLANIA* 6: 77-122.



Figura 6: Especies representativas de peces Characiformes coleccionados en Sara Ana y alrededores. A. *Characidium bolivianum*; B. *Astyanax multidentis*; C. *Aphyocharax pusillus*; D. *Odontostilbe dierythrura*; E. *Gephyrocharax major*; F. *Hoplias malabaricus*; G. *Creagrutus beni*; H. *Astyanax bimaculatus*. (Fotos Soraya Barrera).

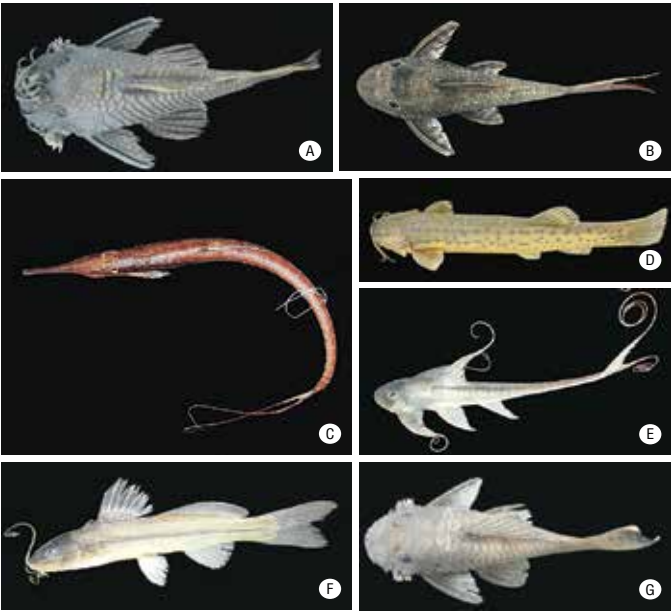


Figura 7: Especies representativas de peces Siluriformes coleccionados en la región de Sara Ana y alrededores. A. *Ancistrus megalostomus*, B. *Hypostomus levis*, C. *Farlowella altocorpus*, D. *Trichomycterus fassli*, E. *Lamontichthys filamentosa*, F. *Pimelodella gracilis*, G. *Ancistrus montanus*. (Fotos Soraya Barrera).



Figura 8: Especies representativas de peces Gymnotiformes coleccionados en la región de Sara Ana y Alrededores. A. *Eigenmannia* sp., B. *Apteronotus albifrons*, C. *Sternopygus macrurus*. (Fotos Soraya Barrera).



Figura 9: Especie de raya en la región de Sara Ana y Alrededores.
A. *Potamotrygon tatianae*, especie de raya capturada en la cuenca del río Beni (Foto Salomón Illa).

ANEXOS

Anexo 1

Lista de especies de peces de la localidad de Sara Ana (*: especies endémicas; Evidencia: ec: espécimen coleccionado, rl: referencia local, ro: observación; Usos: med: medicinal, art: artesanal, alim: alimentación).

No	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Evidencia	Usos
1	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon tatianae</i>	raya	ec, rl	med, art
2	Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon nasus</i>		ec	
3		Curimatidae	<i>Steindachnerina guentheri</i>	sardina	ec	
4		Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	sábalo	rl	alim
5		Crenuchidae	<i>Characidium bolivianun</i> (*)		ec	
6			<i>Characidium</i> sp.		ec	
7			<i>Characidium</i> sp. aff. <i>zebra</i>		ec	
8		Characidae	<i>Aphyocharax dentatus</i>		ec	
9			<i>Aphyocharax pusillus</i>		ec	
10			<i>Astyanax bimaculatus</i>	sardina	ec	
11			<i>Asyanax multident</i>	sardina	ec	
12			<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina	ec	
13			<i>Astyanax lineatus</i>	sardina	ec	
14			<i>Attonitus bounites</i>		ec	
15			<i>Bryconamericus</i> sp.		ec	
16			<i>Creagrutus beni</i>		ec	
17			<i>Creagrutus pearsoni</i>		ec	
18			<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>		ec	
19			<i>Galeocharax gulo</i>		ec	
20			<i>Gephyrocharax major</i>		ec	
21			<i>Hemibrycon beni</i>	sardina	ec	
22			<i>Knodus mizquae</i>		ec	
23			<i>Odontostilbe dierythrura</i>		ec	
24			<i>Paragoniates alburnus</i>		ec	
25			<i>Prodontocharax melanotus</i>		ec	
26			<i>Serrapinnus micropterus</i>		ec	
27		Bryconidae	<i>Brycon</i> sp.	yatorana	rl	alim
28			<i>Salminus</i> sp.	dorado	rl	
29		Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	pacú	rl	alim
30		Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	bentón	ec	
31	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus barbouri</i>	suche	ec	
32			<i>Trichomycterus fassli</i>	suche	ec	

No	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Evidencia	Usos
33		Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>	simbao	ec	
34		Astroblepidae	<i>Astroblepus longiceps</i>	suche	ec	
35		Loricariidae	<i>Ancistrus cirrhosus</i>	carancho	ec	
36			<i>Ancistrus megalostomus</i>	carancho	ec	
37			<i>Ancistrus montanus</i> (*)	carancho	ec	
38			<i>Farlowella altocorpus</i> (*)		ec	
39			<i>Hypostomus bolivianus</i> (*)	carancho	ec	
40			<i>Hypostomus levis</i>	carancho	ec	
41			<i>Hypostomus pyrineusi</i>	carancho	ec	
42			<i>Aphanotorulus unicolor</i>	carancho	ec	
43			<i>Lamontichthys filamentosus</i>		ec	
45		Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia</i> sp.		ec	
46			<i>Imparfinis</i> sp.		ec	
47			<i>Pimelodella gracilis</i>	bagre	ec	
48			<i>Rhamdella rusbyi</i> (*)		ec	
49			<i>Rhamdia quelen</i>	bagre	ec	
50		Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> sp.	bagre	rl	alim
51			<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	surubí	rl	alim
52			<i>Zungaro zungaro</i>	bagre	rl	alim
53		Doradidae	<i>Oxydoras niger</i>	armado	ec (ro)	
54			<i>Pterodoras</i> sp.	armado	rl	
55		Auchenipteridae	<i>Tatia aulopygia</i>		ec	
56	Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia</i> sp.	cuchillo, anguilla	ec	
57			<i>Sternopygus macrurus</i>	cuchillo, anguilla	ec	
58		Apteronotidae	<i>Apteronotus albifrons</i> .	cuchillo, anguilla	ec	
59	Perciformes	Cichlidae	<i>Crenicichla</i> sp.	serepapa	ec	

Anexo 2

Lista de especies de peces por macrohábitat, hábito alimenticio y estrategia de reproducción (*: especies andinas; *Macrohábitats*: RÍO: Río Alto Beni, ARR: Arroyo, LAG: Pozas temporales en cauce de río, RMED: Río mediano, *Categoría Trófica*: Pisc-Ins: Piscívoro-Insectívoro, Det: Detritívoro, Inv-Acu: Invertívoro acuático, Gen-Inv: Invertívoro generalista, Alg: Algívoro, Ben-Inv: Invertívoro bentófago, Pisc: Piscívoro, Herb-Fru: Herbívoro frugívoro; *Estrategia de Reproducción*: EQU: Equilibrio, EST: estacional, OPORT: Oportunista, OP-EST: Oportunista estacional).

No	Familia	Especie	Macrohábitats	Categoría Trófica	Estr. Reprod.
1	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon tataniae</i>	RÍO	Pisc - Ins	EQU
2	Parodontidae	<i>Parodon nasus</i> (*)	ARR; RÍO	Det	
3	Curimatidae	<i>Steindachnerina guentheri</i>	LAG	Det	
4	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	RÍO	Det	EST
5	Crenuchidae	<i>Characidium bolivianun</i>	ARR; RÍO	Inv-Acu	EST
6		<i>Characidium</i> sp.	ARR	Inv-Acu	
7		<i>Characidium</i> sp. aff. <i>zebra</i>	ARR	Inv-Acu	
8	Characidae	<i>Aphyocharax dentatus</i>	LAG; RÍO	Gen-Inv	
9		<i>Aphyocharax pusillus</i>	LAG; RÍO	Gen-Inv	EST
10		<i>Astyanax bimaculatus</i>	ARR; LAG; RÍO	Gen-Inv	
11		<i>Astyanax multidentis</i>	ARR	Gen-Inv	OPORT
12		<i>Astyanax fasciatus</i>	ARR; LAG; RÍO	Gen-Inv	OPORT
13		<i>Astyanax lineatus</i>	ARR; RÍO	Gen-Inv	
14		<i>Attonitus bounites</i>	ARR; LAG; RMED; RÍO	Gen-Inv	
15		<i>Bryconamericus</i> sp.	ARR; LAG; RMED; RÍO	Alg	OP-EST
16		<i>Creagrutus beni</i>	ARR; RMED; RÍO	Gen-Inv	OP-EST
17		<i>Creagrutus pearsoni</i> (*)	RÍO	Gen-Inv	
18		<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	LAG; RÍO	Ben-Inv	EST
19		<i>Galeocharax gulo</i>	RÍO	Pisc	
20		<i>Gephyrocharax major</i>	ARR	Gen-Inv	OP-EST
21		<i>Hemibrycon beni</i> (*)	ARR; RMED; RÍO	Gen-Inv	OP-EST
22		<i>Knodus mizquae</i> (*)	ARR; LAG; RMED; RÍO	Gen-Inv	OPORT
23		<i>Odontostilbe dierythrura</i>	ARR; LAG; RÍO	Det	OP-EST
24		<i>Paragoniates alburnus</i>	RÍO	Ben-Inv	
25		<i>Prodontocharax melanotus</i>	ARR; RÍO	Alg	
26		<i>Serrapinnus micropterus</i>	ARR; LAG; RÍO	Alg	OPORT
27	Bryconidae	<i>Brycon</i> sp.	RÍO	Herb-Fru	EST
28		<i>Salminus</i> sp.	RÍO	Pisc	
29	Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	RÍO	Herb-Fru	

No	Familia	Especie	Macrohábitats	Categoría Trófica	Estr. Reprod.
30	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	ARR; LAG; RÍO	Pisc – Ins	EQU
31	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus barbouri</i> (*)	ARR	Inv-Acu	
32		<i>Trichomycterus fassli</i> (*)	RÍO	Inv-Acu	EST
33	Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>	ARR	Ben-Inv	EQU
34	Astroblepidae	<i>Astroblepus longiceps</i> (*)	RMED	Inv-Acu	
35	Loricariidae	<i>Ancistrus cirrhosus</i>	ARR	Det	EQU
36		<i>Ancistrus megalostomus</i>	RMED	Det	EQU
37		<i>Ancistrus montanus</i> (*)	ARR; RÍO	Det	
38		<i>Farlowella altopcorpus</i> (*)	ARR; RÍO	Det	
39		<i>Hypostomus bolivianus</i>	ARR; LAG; RMED; RÍO	Det	EQU
40		<i>Hypostomus levis</i> (*)	ARR; RÍO	Det	
41		<i>Hypostomus pyrineusi</i>	RÍO	Det	
42		<i>Aphanotorulus unicolor</i>	ARR; LAG; RÍO	Det	EQU
43		<i>Lamontichthys filamentosus</i>	RÍO	Det	EQU
44		<i>Spatuloricaria evansii</i>	LAG; RMED; RÍO	Det	
45	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia</i> sp.	RMED; RÍO	Inv-Acu	
46		<i>Imparfinis</i> sp.	RMED	Inv-Acu	
47		<i>Pimelodella gracilis</i>	ARR; LAG; RMED; RÍO	Ben-Inv	EST
48		<i>Rhamdella rusbyi</i>	ARR; RMED; RÍO	Inv-Acu	
49		<i>Rhamdia quelen</i> (*)	ARR	Inv-Acu	EST
50	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> sp.	RÍO	Inv-Acu	
51		<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	RÍO	Pisc	
52		<i>Zungaro zungaro</i>	RÍO	Pisc	
53	Doradidae	<i>Oxydoras niger</i>	RÍO	Inv-Acu	
54		<i>Pterodoras</i> sp.	RÍO	Herb-Fru	
55	Auchenipteridae	<i>Tatia aulopygia</i>	RÍO	Gen-Inv	
56	Sternopygidae	<i>Eigenmannia</i> sp.	RÍO	Inv-Acu	EST
57		<i>Sternopygus macrurus</i>	RÍO	Inv-Acu	EST
58	Apteronotidae	<i>Apteronotus albifrons</i> .	RÍO	Inv-Acu	EST
59	Cichlidae	<i>Crenicichla</i> sp.	ARR; RÍO	Pisc - Ins	EQU

CAPÍTULO 14

Mariposas de Sara Ana y sus alrededores

Indyra Lafuente Cartagena

1. Características generales del grupo

Las mariposas son un orden de insectos caracterizados por presentar un revestimiento escamoso tanto en su cuerpo como en sus alas; característica de la cual proviene su nombre científico: Lepidoptera, del griego *lepis* = escama y *pteron* = ala. Son insectos holometábolos, es decir que durante su desarrollo presentan metamorfosis completa y presentan cuatro etapas principales durante su vida: huevo, oruga, pupa y adulto. Las mariposas hembras depositan uno o varios huevos (dependiendo de la especie), sobre las hojas de plantas hospederas, las cuales servirán como principal fuente de alimento a las orugas, cuando hayan eclosionado del huevo. Posteriormente, la etapa de pupa (más conocido como crisálida para las mariposas) suele caracterizarse por un aparente cese de actividad, pero en realidad se llevan a cabo una serie de reacciones para alcanzar la forma adulta. El tiempo de duración de cada uno de los estadios varía según la especie, así como el tiempo de vida total, que puede variar entre un mes y un año. En su forma adulta, pueden diferenciarse dos grandes gremios alimenticios: mariposas nectarívoras y mariposas detritívoras. Las mariposas nectarívoras se alimentan del néctar de flores y cumplen un rol importante en la polinización, mientras que las mariposas detritívoras se alimentan del jugo de materia orgánica en descomposición, la cual puede provenir de frutos, secreciones de hongos, carcazas y excretas de animales; siendo el gremio detritívoro-frugívoro (mariposas que se alimentan mayormente de frutos en descomposición), el que tiene mayor número de especies.

Los lepidópteros son uno de los cuatro órdenes de insectos más abundantes del mundo, y aunque aún existe mucho debate sobre la taxonomía de este orden, se puede distinguir dos grupos: lepidópteros diurnos y nocturnos. En general los lepidópteros nocturnos son más abundantes que los diurnos, pero los segundos son más estudiados debido a su atractivo visual. La mayoría de las especies diurnas están clasificadas dentro de la superfamilia Papilionoidea y se estima que existen alrededor de 18.000 especies en el mundo (Shields 1989, Lamas 2000), de las que aproximadamente, el 42% (unas 7.500 especies) se encuentra en el Neotrópico. En Sudamérica se han registrado 3.000 y 3.700 especies de lepidópteros diurnos en Perú y Brasil, respectivamente (Brown & Freitas 1999, Lamas 2000), mientras que en Bolivia se estima que existen más de 3.500 especies (Ibisch *et al.* 2007, MMAyA, citado en Identidad Madidi & SERNAP 2016). Dentro de Papilionoidea, las familias HesperIIDae y Nymphalidae, tienen mayor número de especies en el Neotrópico (Lamas 2000) y albergan al menos el 60 % del total estimado.

En Sara Ana se han realizado tres estudios para evaluar la riqueza y diversidad de mariposas diurnas. En 2009, se llevó a cabo una línea base de insectos, entre los cuales se capturaron algunas especies de mariposas. Después en 2015, se realizó un estudio sobre la estructura de comunidades de mariposas de la familia Nymphalidae, en ambientes con tres grados de perturbación, tomando datos de bosque primario, bosque secundario y cultivos circundantes; es decir que las parcelas experimentales no fueron muestreadas en ese estudio (Lafuente Cartagena 2017, Lafuente Cartagena *et al.* 2021). Posteriormente en 2016, bajo el marco del proyecto “Ensayo de comparación de sistemas de producción a largo plazo”, se realizó el monitoreo de mariposas en cuatro sistemas de cultivo de las parcelas experimentales (monocultivo orgánico, sistema agroforestal orgánico, sistema agroforestal sucesional y barbecho), además de bosque primario (Lafuente Cartagena 2016, datos no publicados). Los muestreos se realizaron utilizando el método de captura manual, así como el método de captura por trampa de cebo. La familia Nymphalidae tuvo una mayor tasa de captura durante el monitoreo, y la presencia de otras familias fue registrada ocasionalmente.

Aunque la Colección Boliviana de Fauna, cuenta con muchos registros de colectas de mariposas en sitios cercanos al área de estudio, existen pocos estudios publicados. Entre los que poseen similar tipo de hábitat (bosque montano y basimontano), se puede citar como primera publicación conocida la tesis realizada por Apaza el 2005, en el Parque

Nacional y Área Nacional de Manejo Integrado Madidi. Posteriormente, se realizaron dos tesis de la carrera de agronomía de la universidad Mayor de San Andrés; una realizada en la colonia Villa Camacho cerca de Sapecho (Aliaga 2012) y otra, un poco más alejada, en la colonia Bolinda cerca de Caranavi (Ríos 2016). Además se cuenta con el relevamiento de especies realizado por el proyecto Identidad Madidi (2016) y la guía ilustrada de mariposas diurnas y plantas promisorias de la Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas (Guerra-Serrudo *et al.* 2016).

La clasificación taxonómica utilizada en este capítulo es la propuesta por Lamas *et al.* (2004, citado en Warren *et al.* 2018) y la clasificación taxonómica de la subfamilia Satyrinae propuesta por Marín *et al.* (2011), con algunas actualizaciones que se citan según corresponda.

2. Historia natural del grupo en la zona

a. Riqueza de especies y composición

En Sara Ana y sus alrededores se registraron 144 especies de lepidópteros diurnos pertenecientes a 6 familias y 20 subfamilias, y una polilla diurna de la familia Uraniidae (la lista completa de especies se presenta en el Anexo 1). La familia Lycaenidae está representada por tres especies, las familias Hesperidae y Pieridae, se encuentran representadas por cuatro especies cada una y la familia Riodinidae está representada por nueve especies. Como los estudios realizados estuvieron enfocados, en la familia Nymphalidae, ésta es la mejor representada, albergando un 86% (124) de las especies registradas. En general, se estima que esta familia (Nymphalidae) y Hesperidae son las más abundantes en el Neotrópico, ya que cada una alberga cerca del 30% de especies registradas (Lamas 2000).

Dentro de la familia Nymphalidae, la subfamilia con mayor riqueza de especies en Sara Ana es Satyrinae (Figura 1), con 42 especies (34% de las registradas), seguida de Biblidinae con 30 especies (24%), Danainae con 15 especies (12%), Charaxinae y Nymphalinae, ambas con 10 especies (8%), Heliconiinae con 9 especies (7%), Limenitidinae con 5 especies (4%), Cyrestinae con 3 (2%) y finalmente la subfamilia menos representada es Apaturinae con 1 especie (1%).

Las especies de la subfamilia Satyrinae se caracterizan por presentar colores crípticos con manchas oscuras que parecen ocelos en

la parte ventral (Figura 4A, 4C), aunque algunas especies presentan colores metálicos (Figura 4B) o alas transparentes (García-Robledo *et al.* 2002). En general prefieren lugares con sombra, por lo que suelen ser más frecuentes en el sotobosque (Marín *et al.* 2011); sin embargo, hay especies que pueden estar presentes en sitios con baja cobertura de dosel. A esta subfamilia pertenecen especies muy abundantes en Sara Ana como *Hermeuptychia* sp., *Incertae sedis nerita* (presentes en cultivos y bosque secundario) y *Pareuptychia hesionides* (presente en bosque primario, secundario y cultivos).

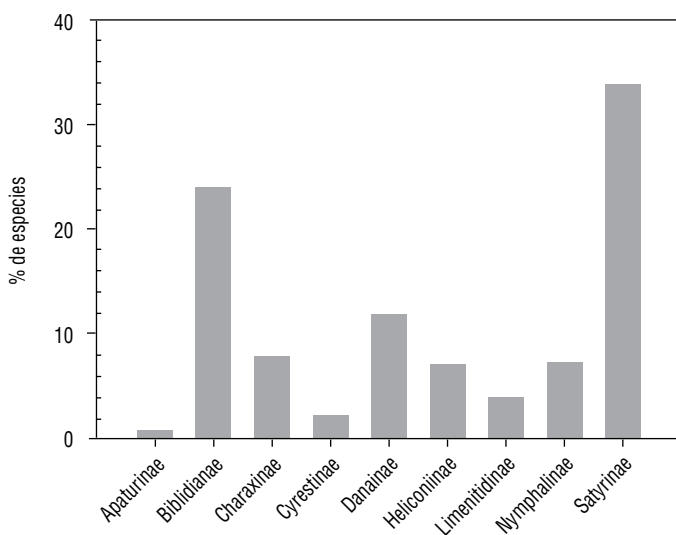


Figura 1. Composición de subfamilias de la familia Nymphalidae registradas en Sara Ana y sus alrededores.

Las especies de las subfamilias Biblidinae y Nymphalinae presentan alta variación morfológica, por lo que no cuentan con características distintivas de la subfamilia. Dentro de la subfamilia Nymphalinae las especies más relacionadas son *Colobura anulata* (Figura 5A) y *Tigridia acesta* (Figura 5B) que comparten un diseño rayado en su coloración. Dentro de la subfamilia Danainae se encuentran las mariposas “cristal”, que se caracterizan por poseer alas transparentes (Figura 5D y 5E). Por otro lado, las especies de la familia Charaxinae, en general tienen cuerpo robusto y la coloración de la cara ventral suele ser críptica, asemejándose a hojas secas o madera, mientras que la coloración de la cara dorsal puede variar de críptica a muy brillante (Figura 5C y 5F).

b. Características biogeográficas

Para conocer la distribución geográfica de las diferentes especies registradas en Sara Ana se revisaron publicaciones científicas, libros y bases de datos en línea. El mayor porcentaje de especies registradas en Sara Ana (42%) fueron reportadas solamente en la Amazonía (Figura 4, Anexo 1). Las especies de la tribu Haeterini de la subfamilia Satyrinae (*Cithaerias aurorina*, *Hetera piera*, *Pierella hyceta ceryce*, *P. hortonana albofasciata* y *P. lena*) sólo fueron registradas en Amazonía.

Cerca del 14 % de las especies registradas en Sara Ana, están citadas en más de dos sectores biogeográficos, siendo *Biblis hyperia* la especie más cosmopolita (Anexo 1), seguida de *Junonia genoveva*. La mayoría de las especies que se encuentran en más de dos sectores biogeográficos, fueron registradas en Amazonía, Bosque montano y Bosque seco (*Temenis laothoe*, *Consul fabius*, *Smyrna bloomfieldia*, etc.), cuatro especies fueron reportadas en Amazonía, Bosque montano y Cerrado (*Catacore kolyma*, *Diaethria clymena*, *Zaretis isidora* y *Opsiphanes invirae*), cuatro especies fueron reportadas en Amazonía, Cerrado y Bosque Seco (*Dynamine postverta*, *Hamadryas februa*, *H. feronia* e *Hypna clytemnestra*).

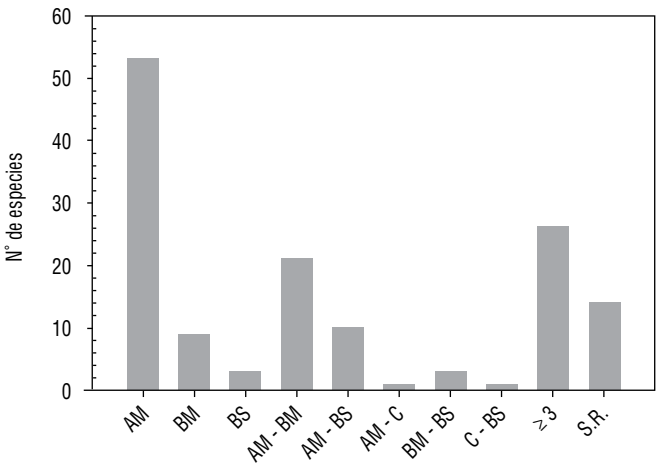


Figura 4. Número de especies reportadas según ecoregión. Se presentan grupos de ecorregiones de acuerdo a los reportes de la misma especie en diferente ecoregión. S.R.= Especies sin reportes publicados, Am=Amazonía, BM=Bosque Montano, BS= Bosque Seco, C=Cerrado.

Por otro lado, 12% de las especies de Sara Ana fueron registradas en Amazonía y Bosque Montano, entre ellas algunas de las especies más llamativas (p.ej. *Morpho achilles*, *Tigridia acesa*, *Colobura anulata*) y 8%

fueron registradas en Amazonía y Bosque Seco. Cuatro especies (*Strymon ziba*, *Caeruleptychia glauca*, *Eryphanis lycomendon* y *Taygetis elegia*) fueron reportadas sólo en Bosque montano, tres especies (*Cissia themis*, *Oleria victorine* e *Ypthimoides maepius*) fueron registradas sólo en Bosque seco y una especie (*Fountainea halice*) fue reportada sólo en Cerrado.

Cabe aclarar que la falta de publicaciones que reporten la presencia de especies reduce el conocimiento sobre la distribución de las mismas, por ejemplo, no se logró encontrar información publicada para cerca del 19% de las especies registradas en Sara Ana y entre ellas *Incertae sedis nerita* (antes *Zischkaia nerita*, una especie muy abundante en cultivos de Sara Ana) aunque se sabe que fue registrada en Brasil (Warren *et al.* 2018).

c. Especies especialistas de hábitats

Para la evaluación de preferencia de hábitats por mariposas, se tomó en cuenta cinco tipos de hábitats, diferenciados principalmente por la composición y estructura vertical de la vegetación. A continuación se detalla la correspondencia de estos hábitats con las descripciones del mapa de vegetación (ver Capítulo 2):

- **Bosque primario.** Corresponde a la clasificación de bosque primario ligeramente intervenido.
- **Bosque secundario.** Corresponden a las clasificaciones de bosques secundarios y bosques degradados, a excepción de un punto que estaría clasificado dentro de vegetación ribereña, aunque corresponde a un punto cercano al camino que conecta el cultivo de cacao nacional con el camino principal.
- **Barbecho de parcelas experimentales.** Corresponden a las cuatro parcelas de barbecho monitoreadas en el proyecto. Se optó por diferenciar éstas parcelas de las de bosque secundario y degradado, por la diferencia en la densidad de especies arbustivas y herbáceas, que es mayor en los barbechos experimentales.
- **Cultivo agroforestal.** Corresponden a la clasificación de cultivo dentro y fuera de las parcelas experimentales que además de cacao y plátano tienen otras especies (p.ej. frutales y/o maderables), en una proporción de más de 15 individuos en un radio de 6 m², proveyendo sombra adicional al cultivo.
- **Cultivo tradicional.** Corresponden a la clasificación de cultivo dentro y fuera de las parcelas experimentales, pudiendo ser monocultivo

de cacao o cultivos con cacao y plátano, generalmente la proporción de herbáceas es alta.

Todos los hábitats presentaron el mayor número de especies dentro de la subfamilia Satyrinae (Figura 3), con más del 40% de especies en cada uno, siendo más frecuentes en las parcelas experimentales de barbecho, donde alcanzan el 45% del total de especies registradas en este hábitat.

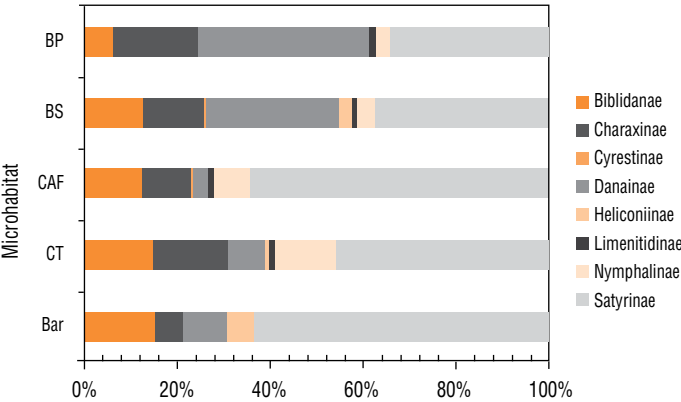


Figura 5. Porcentaje de especies de cada subfamilia de la familia Nymphalidae presentes en los cinco microhábitats principales definidos para las mariposas. BP = Bosque primario levemente perturbado, BS = Bosque secundario, CAF = Cultivos con sistema agroforestal, CT = Cultivos con sistema tradicional (monocultivos y cultivos de cacao y plátano) y Bar = Barbecho de las parcelas experimentales.

En las parcelas experimentales de barbecho no se registraron especies de las subfamilias Nymphalinae y Limenitidinae. Por otro lado, en cultivo tradicional, se registró un mayor porcentaje de especies de la subfamilia Charaxinae a comparación de los cultivos con sistemas agroforestales (cultivos con especies adicionales). Al mismo tiempo los cultivos agroforestales presentan un mayor porcentaje de especies de la subfamilia Danainae, que se caracterizan por ser abundantes en bosque conservado; sin embargo, la cercanía de los cultivos circundantes a la matriz de bosque podría estar favoreciendo el movimiento de estas especies hacia los cultivos para aprovechar los recursos, ya que la mayoría de las especies de la subfamilia Danainae son nectarívoras en su etapa de adulto.

Las mariposas diurnas poseen una gran sensibilidad a fluctuaciones de humedad, temperatura y radiación solar (Kremen *et al.* 1993, Brown 1997, DeVries *et al.* 1997, Kuchlein & Ellis 1997, Woiwod 1997, Brown & Freitas 2000, Cormont *et al.* 2011, Grøtan *et al.* 2012,

Grøtan *et al.* 2014, González-Valdivia *et al.* 2016), por lo que algunas especies pueden ser consideradas especialistas de ciertos ambientes.

Por ejemplo, las especies de la subfamilia Satyrinae en general vuelan sobre el piso del sotobosque y pasan la mayor parte del tiempo en la sombra, aunque los machos suelen volar cerca de caminos, o pequeños claros (DeVries 1987, Cespedes *et al.* 2015). En Sara Ana, ocho de las nueve especies que pueden ser consideradas indicadoras de bosque conservado pertenecen a esta subfamilia (Figura 6), cinco especies de la tribu Haeterini (Figura 6A-E), *Bia rebeli* (Figura 6G), *Taygetis virgilia* (Figura 6H) y *T. mermeria* (Figura 6I) y sólo una especie pertenece a la subfamilia Biblidinae (Figura 6F).

Existen también especies de la subfamilia Satyrinae que son especialistas de áreas abiertas, y se encuentran aprovechando los recursos de los diferentes sistemas de cultivo de Sara Ana, entre ellas se destacan *Incertae sedis nerita*, *Hermeuptychia fallax*, y *Magneuptychia nebulosa* (Figura 7A-C). Otras especies consideradas especialistas de áreas abiertas son *Junonia genoveva* (Figura 7D) de la subfamilia Nyphalinae; *Hamadryas feronia* y *H. februa* de la subfamilia Biblidinae (Figura 7E y F, respectivamente), aunque éstas dos últimas pueden ser registradas ocasionalmente en bosque, su distribución se extiende hasta la ecorregión cerrado, por lo que están acostumbradas a ambientes secos y con mucha radiación solar.

Algunas especies de bosque pueden aprovechar los recursos ofrecidos en sitios con mayor radiación solar, y generalmente son especies que habitan principalmente en borde de bosque, dosel, o claros de bosque, entre ellas se puede mencionar a *Hamadryas arinome*, *Dircena adina*, *Ceratinia tutia* y especies del género *Memphis* entre otras.

d. Dieta e Importancia ecológica

Las mariposas cumplen un rol ecológico importante, ya que sirven de alimento a una gran cantidad de animales y poseen amplitud de gremios alimenticios. En el Anexo 1 se indican los gremios alimenticios de las especies registradas en Sara Ana; se incluyen especies cuyo gremio es conocido por estudios publicados u observación directa y también se asigna un gremio “probable”, para las especies cuyos congéneres (especies del mismo género), fueron registradas en un solo gremio.

Los gremios alimenticios de las mariposas pueden dividirse en dos grupos principales; aquellas que se alimentan de néctar (nectarívoras) y las que se alimentan de materia orgánica en descomposición ya sean frutos, hongos, excretas y carcasas de animales (DeVries 1987).

Las mariposas nectarívoras actúan como polinizadoras de las plantas de las que se alimentan. En Sara Ana, se han registrado 10 especies nectarívoras confirmadas y 16 especies posiblemente nectarívoras. Cabe resaltar que la baja cantidad de especies nectarívoras se debe al grupo focal de los estudios realizados, siendo que un gran porcentaje (entre 40 y 55 %) de las mariposas de la familia Nymphalidae son frugívoras (DeVries 1987, DeVries & Walla 2001); al mismo tiempo, pocas especies nectarívoras son capaces de aprovechar los recursos de hábitats modificados, por la preferencia alimenticia hacia plantas nativas (Bergerot *et al.* 2010). Sin embargo, muchas mariposas se ven atraídas por compuestos en el néctar de las plantas y en menor medida por la morfología de la flor (Tiple *et al.* 2009); de manera que, si la composición del néctar de una planta cultivada tiene características similares a plantas nativas, las mariposas pueden ser atraídas a cultivos, como se pudo evidenciar con la presencia de mariposas de la subfamilia Danainae en cultivos agroforestales.

En Sara Ana se han registrado 86 especies que se alimentan de materia orgánica en descomposición y 4 especies que posiblemente pertenecen a este gremio. Estas mariposas se consideran buenos indicadores del estado de conservación del hábitat y pueden permitir monitorear rápidamente una declinación en la diversidad de especies (Erhardt 1985, Kremen 1992, Kremen *et al.* 1993, Brown & Hutchings 1997, Andrade 1998, Lawton *et al.* 1998, Wood & Gillman 1998, DeVries & Walla 2001, García-Perez *et al.* 2007, Millán *et al.* 2009, Orozco *et al.* 2009).

Algunas especies de mariposas son consideradas plaga de diferentes cultivos durante el estadio de larva, por ejemplo la especie *Caligo illioneus*, perteneciente a la tribu Morphini (Satyrinae), fue reportada como plaga en cultivos de plátano (Musaceae) en algunos lugares de su distribución (Specht *et al.* 2011); sin embargo, sus plantas hospederas nativas son de las familias Cyclanthaceae, Heliconiaceae y Poaceae, por lo que el mantenimiento de la diversidad natural de estas familias en el bosque, podría evitar el uso de cultivos de plátano por esta especie.

3. Estado de conservación del grupo en la zona

a. Amenazas

Las principales amenazas sobre las comunidades de lepidópteros son la conversión de bosques, generalmente dirigida al desarrollo de actividades agropecuarias, así como una de sus consecuencias: la fragmentación de

los bosques (Kitahara & Fuji 1994, Kocher & Williams 2000, Harvey *et al.* 2006, Harvey & González 2007, Bergman *et al.* 2008, Ekroos *et al.* 2010, Mendenhall *et al.* 2014, Scriven *et al.* 2017). Sin embargo, el efecto que tenga la conversión de tierra depende del tipo de manejo que se dé a los ambientes nuevos (Pimentel *et al.* 1992, Brown 1997, Lawton *et al.* 1998, Ghazoul 2002, Schulze *et al.* 2004, Perfecto *et al.* 2006, Uchida & Ushimaru 2014). En general, la probabilidad de dispersión de las especies de mariposas hacia ambientes nuevos depende de: 1) la composición de especies vegetales y 2) la estructura vertical o estratos de vegetación.

La composición de especies vegetales se traduce en la disponibilidad de recursos alimenticios tanto para las larvas de mariposas (especies hospederas), como para los adultos (frutos, néctar, etc.). Por otro lado, la estructura vegetal vertical del sitio nuevo (p.ej. mantenimiento de árboles, arbustos, etc.), afecta la dispersión de especies de distinta manera. Por ejemplo, las especies especialistas de sotobosque y bosque maduro, tienden a preferir sitios con niveles bajos de radiación solar, es decir ambientes con alta proporción de sombra; mientras que las especies de dosel, claro de bosque o borde de bosque, son capaces de dispersarse a sitios con baja proporción de sombra y por tanto, son capaces de explotar recursos en ambientes nuevos con alta radiación solar (p.ej. cultivos sin sombra).

En este contexto la conectividad de fragmentos de bosque es otro factor importante para la preservación de especies de bosque maduro (Haddad 1999, Haddad & Baum 1999, Horner-Devine *et al.* 2003), ya que como se explicó en el anterior párrafo algunas especies son incapaces de utilizar ambientes muy perturbados aunque sea sólo para su dispersión.

b. Especies amenazadas

Aunque no se registraron especies de mariposas que estén en alguna categoría de amenaza ya sea a nivel nacional o nivel internacional, algunos grupos pueden considerarse amenazados o con mayor presión para su persistencia a nivel local. Las especies amenazadas en la zona de estudio son al mismo tiempo especies consideradas indicadoras de bosque bien conservado y mayormente pertenecen a la tribu Haeterini de la familia Satyrinae (ver sección 2b). Las especies *Cithaerias aurorina*, *Pierella hyceta*, *P. lena* y *P. hortona albofasciata*, se consideran en mayor peligro de extinción local, ya que sólo fueron registradas en bosque maduro.

Las especies *Nessaea bewitsonii* y *Haetera piera*, también consideradas indicadoras de bosque primario o maduro, fueron registradas en bosque secundario (fuera de las parcelas experimentales), esto también fue ob-

servado en otros estudios, en los que se atribuye el registro de especies indicadoras de bosque conservado en sitios menos conservados a la presencia de sus plantas hospederas (DeVries *et al.* 1997, Wood & Gillman 1998, Ghazoul 2002, González-Valdivia *et al.* 2016), lo que indica que pueden adaptarse a ambientes perturbados. Sin embargo, cabe resaltar la necesidad de estudios que confirmen la presencia permanente de los adultos en sitios perturbados y la presencia de las plantas hospederas en éstos ambientes.

Se debe destacar que si el nivel de perturbación de los ambientes naturales se incrementa, es probable que éstas especies especialistas de sotobosque y bosque primario lleguen a extinguirse por la falta de conectividad de fragmentos de bosque y la falta de recursos importantes.

4. Descripción de algunas especies o grupos importantes, amenazadas, llamativos, introducidas, etc. (con fotos)

Entre otras especies llamativas por sus características morfológicas se puede mencionar a *Diaethria clymena* conocida comúnmente como “mariposa 89” (Figura 8A), especies del género *Morpho* que se destacan por la coloración azul metálica de la cara dorsal de las alas (Figura 8B), *Caligo illioneus* que se caracteriza por su tamaño, llegando a medir alrededor de 12 cm. (Figura 8C). Y finalmente especies del género *Zaretis* que se caracterizan por asemejarse a hojas secas (Figura 8D).

Bibliografía

- Andrade, G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias* 22: 408-421.
- Aliaga, J. 2012. Estudio de la diversidad de lepidópteros diurnos en un agroecosistema de la colonia Villa Camacho Sud Yungas, La Paz. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 149 p.
- Apaza, M. 2005. Evaluación del grado de amenaza al hábitat a través de bioindicadores (Lepidópteros) en dos comunidades del área de influencia del PN ANMI Madidi. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 181 p.

- Bergerot, B., B. Fontaine, M. Renard, A. Cadi & R. Julliard. 2010. Preferences for exotic flowers do not promote urban life in butterflies. *Landscape and Urban Planning* 96(2): 98-107.
- Bergman, K.-O., L. Ask, J. Askling, H. Ignell, H. Wahlman & P. Milberg. 2008. Importance of boreal grasslands in Sweden for butterfly diversity and effects of local and landscape habitat factors. *Biodiversity and Conservation* 17: 139-153.
- Brown, K. & A. V. L. Freitas. 1999. Lepidoptera. Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX 5: 225-243.
- Brown, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.
- Brown, K. S. & A. V. L. Freitas. 2000. Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32: 934-956.
- Brown, K. S. & R. W. Hutchings. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. pp. 91-110. En: Laurance, W. F. & R. O. Bierregaard (eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- Céspedes, A., C. M. Penz & P. J. DeVries. 2015. Cruising the rain forest floor: butterfly wing shape evolution and gliding in ground effect. *Journal of Animal Ecology* 84: 808-816.
- Cormont, A., A. H. Malinowska, O. Kostenko, V. Radchuk, L. Hemerik, M. F. WallisDeVries & J. Verboom. 2011. Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: significance for dispersal under climate change. *Biodiversity and Conservation* 20: 483-503.
- DeVries, P. J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, Oxford, UK. 327 p.
- DeVries, P. J., D. Murray & R. Lande. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62: 343-364.
- DeVries, P. J. & T. R. Walla. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society* 74: 1-15.

- Ekroos, J., J. Heliölä & M. Kuussaari. 2010. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 47: 459-467.
- Erhardt, A. 1985. Diurnal Lepidoptera: sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland. *Journal of Applied Ecology*: 849-861.
- García-Perez, J. F., L. A. Ospina-López, F. A. Villa-Navarro & G. Reinoso-Flórez. 2007. Diversidad y distribución de mariposas Satyrinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la cuenca del río Coello, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 55: 645-653.
- García-Robledo, C., L. Constantino, M. Heredia & G. Kattan. 2002. Mariposas comunes de la cordillera Central de Colombia. Feriva, Colombia.
- Ghazoul, J. 2002. Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Biodiversity and Conservation* 11: 521-541.
- González-Valdivia, N. A., C. Pozo, S. Ochoa-Gaona, B. G. Ferguson, E. Cambranis, O. Lara, I. Pérez-Hernández, A. Ponce-Mendoza & C. Kampichler. 2016. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecomosaico agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 451-464.
- Grøtan, V., R. Lande, I. A. Chacon & P. J. DeVries. 2014. Seasonal cycles of diversity and similarity in a Central American rainforest butterfly community. *Ecography* 37: 509-516.
- Grøtan, V., R. Lande, S. Engen, B.-E. Saether & P. J. DeVries. 2012. Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community: Seasonal cycles of species diversity. *Journal of Animal Ecology* 81: 714-723.
- Guerra-Serrudo, J. F., F. A. Miranda, M. Apaza & G. Siebel. 2016. Guía ilustrada de mariposas diurnas y plantas promisorias de la Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón - Lajas Consejo Regional Tsimane - Mosetene, Pilón-Lajas. 20 p.
- Haddad, N. M. 1999. Corridor and distance effects on interpatch movements: a landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications* 9: 612-622.
- Haddad, N. M. & K. A. Baum. 1999. An experimental test of corridor effects on butterfly densities. *Ecological Applications* 9: 623-633.

- Harvey, C. A. & V. J. A. González. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation* 16: 2257-2292.
- Harvey, C. A., A. Medina, D. M. Sánchez, S. Vílchez, B. Hernández, J. C. Saenz, J. M. Maes, F. Casanoves & F. L. Sinclair. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16: 1986-1999.
- Horner-Devine, M. C., G. C. Daily, P. R. Ehrlich & C. L. Boggs. 2003. Countryside biogeography of tropical butterflies. *Conservation Biology* 17: 168-177.
- Identidad Madidi & SERNAP. 2016. Informe Científico 2015. Relevamientos de biodiversidad en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. La Paz, Bolivia 184 p.
- Kitahara, M. & K. Fuji. 1994. Biodiversity and community structure of temperate butterfly species within a gradient of human disturbance: an analysis based on the concept of generalist vs. specialist strategies. *Researches on Population Ecology* 36: 187-199.
- Kocher, S. D. & E. H. Williams. 2000. The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. *Journal of Biogeography* 27: 785-794.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.
- Kremen, C., R. Colwell, T. Erwin, D. Murphy, R. a. Noss & M. Sanjayan. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796-808.
- Kuchlein, J. H. & W. N. Ellis. 1997. Climate-induced changes in the microlepidoptera fauna of the Netherlands and the implications for nature conservation. *Journal of Insect Conservation* 1: 73-80.
- Lafuente Cartagena, I. 2017. Variación de la estructura de las comunidades de lepidópteros de la familia Nymphalidae en ambientes con tres grados de perturbación en Sara Ana, Alto Beni. Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 57 p.
- Lafuente Cartagena, I., K. Naoki, A. Rico-Cernohorska, F. Guerra-Serrudo & L. F. Pacheco. 2021. Diversidad de Mariposas diurnas (Lepidoptera: Nymphalidae) en bosques y cultivos

- de cacao en un área de bosque amazónico basimontano en Bolivia. *Ecología Austral* 31: 225-241.
- Lamas, G. 2000. Estado actual del conocimiento de la sistemática de los lepidópteros, con especial referencia a la región Neotropical. *SEA Monografías tercer milenio. PrIBES* 1: 253-260.
- Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, D. S. Srivastava & A. D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Letters to nature* 391: 72-76.
- Marín, M. A., C. Peña, A. V. L. Freitas, N. Wahlberg & S. I. Uribe. 2011. From the phylogeny of the Satyrinae butterflies to the systematics of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae): history, progress and prospects. *Neotropical Entomology* 40: 1-13.
- Mendenhall, C. D., D. S. Karp, C. F. J. Meyer, E. A. Hadly & G. C. Daily. 2014. Predicting biodiversity change and averting collapse in agricultural landscapes. *Nature* 509: 213-217.
- Millán, C., P. Chacón & A. Giraldo. 2009. Estudio de la comunidad de lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de Caloto (Cauca, Colombia). *Boletín científico. Centro de museos. Museo de historia natural, Caldas* 13: 185-195.
- Orozco, S., S. B. Muriel & J. Palacio. 2009. Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del occidente antioqueño. *Revista Actualidades Biológicas* 31: 31-41.
- Perfecto, I., R. Rice, R. Greenberg & M. E. Van der Voort. 2006. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46: 598-608.
- Pimentel, D., U. Stachow, D. A. Takacs, H. W. Brubaker, A. A. Dumas, J. J. Meaney, J. A. S. O'Neil, D. E. Onsi & D. B. Corzilius. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience* 42: 354-362.
- Ríos, R. 2016. Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en la colonia Bolinda, provincia Caranavi - La Paz Bolivia. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 111 p.
- Scriven, S. A., C. M. Beale, S. Benedick & J. K. Hill. 2017. Barriers to dispersal of rain forest butterflies in tropical agricultural landscapes. *Biotropica* 49: 206-216.

- Schulze, C. H., M. Waltert, P. J. A. Kessler, R. Pitopang, D. Veddel, M. Mühlenberg, S. R. Gradstein, C. Leuschner, I. Steffan-Dewenter & T. Tschardt. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications* 14: 1321-1333.
- Shields, O. 1989. World numbers of butterflies. *Journal of the Lepidopterists' Society* 43: 178-183.
- Specht, M. J., L. R. Borges & M. Paluch. 2011. Borboletas associadas à *Heliconia velloziana* L. Emygd.(Zingiberales: Heliconiaceae) no Estado de Pernambuco. *Revista Biociências* 17.
- Tiple, A. D., A. M. Khurad & R. L. Dennis. 2009. Adult butterfly feeding-nectar flower associations: constraints of taxonomic affiliation, butterfly, and nectar flower morphology. *Journal of Natural History* 43 (13-14): 855-884.
- Uchida, K. & A. Ushimaru. 2014. Biodiversity has been maintained with intermediate disturbance in traditional agricultural lands. *Ecological Monographs* 84: 637-658.
- Warren, A. D., K. J. Davis, E. M. Stangeland, J. P. Pelham & N. V. Grishin. 2018. Illustrated lists of American butterflies. En, <http://www.butterfliesofamerica.com>.
- Woiwod, I. P. 1997. REVIEW: Detecting the effects of climate change on Lepidoptera. *Journal of Insect Conservation* 1: 149-158.
- Wood, B. & M. P. Gillman. 1998. The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. *Biodiversity and Conservation* 7: 597-616.



Figura 2. Especies de la subfamilia Satyrinae: (A) *Taygetis rufomarginata* alimentándose de materia orgánica en descomposición (carcaza de armadillo); (B) *Caeruleptychia glauca*; (C) *Pareuptychia hesionides*.

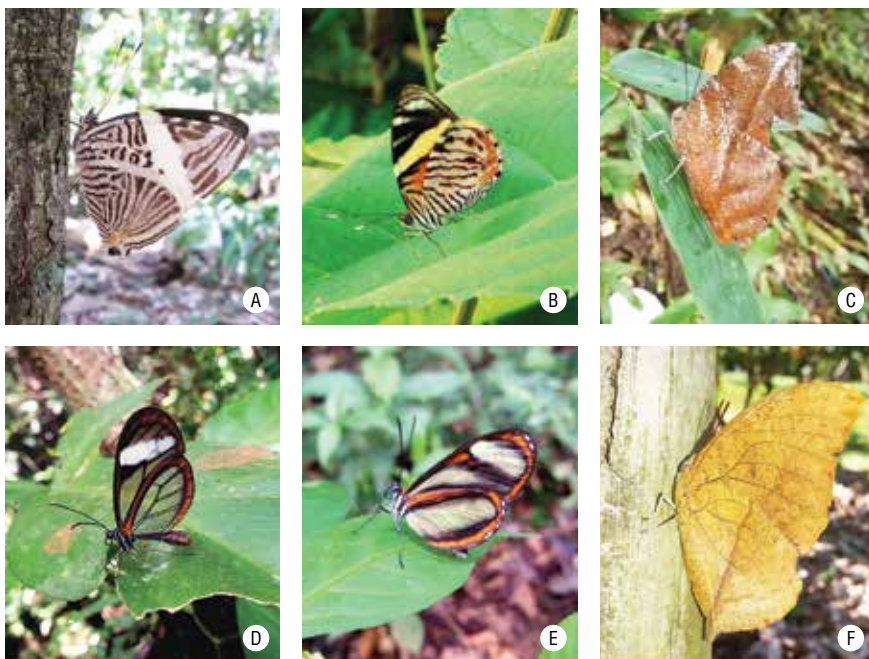


Figura 3. Mariposas de diferentes subfamilias. (A) *Colobura annulata*, (B) *Tigridia acesta*, (C) *Memphis phantes*, (D) *Hypoleria sarepta*, (E) *Napeogenes inachia* y (F) *Zaretis isidora*. Especies de las subfamilias Nymphalinae (A y B), Danainae (D y E) y Charaxinae (C y F).

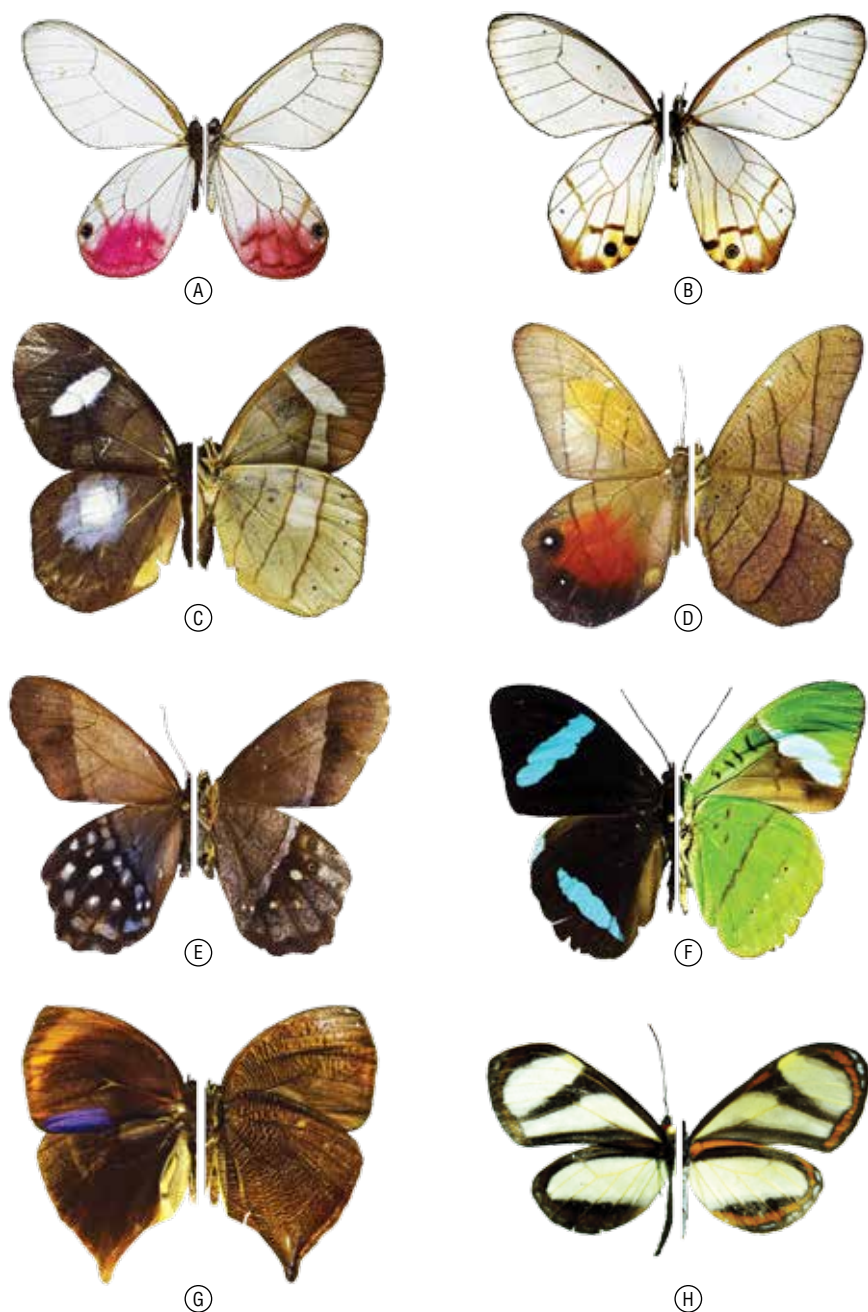


Figura 6. Especies indicadoras de bosque presentes en los alrededores de Sara Ana:
 (A) *Cithaerias aurorina*, (B) *Haetera piera*, (C) *Pierella hortona albofasciata*, (D) *Pierella hyceta ceryce*,
 (E) *Pierella lena*, (F) *Nessaea hewitsonii*, (G) *Bia rebeli* y (H) *Napeogenes inachia*.

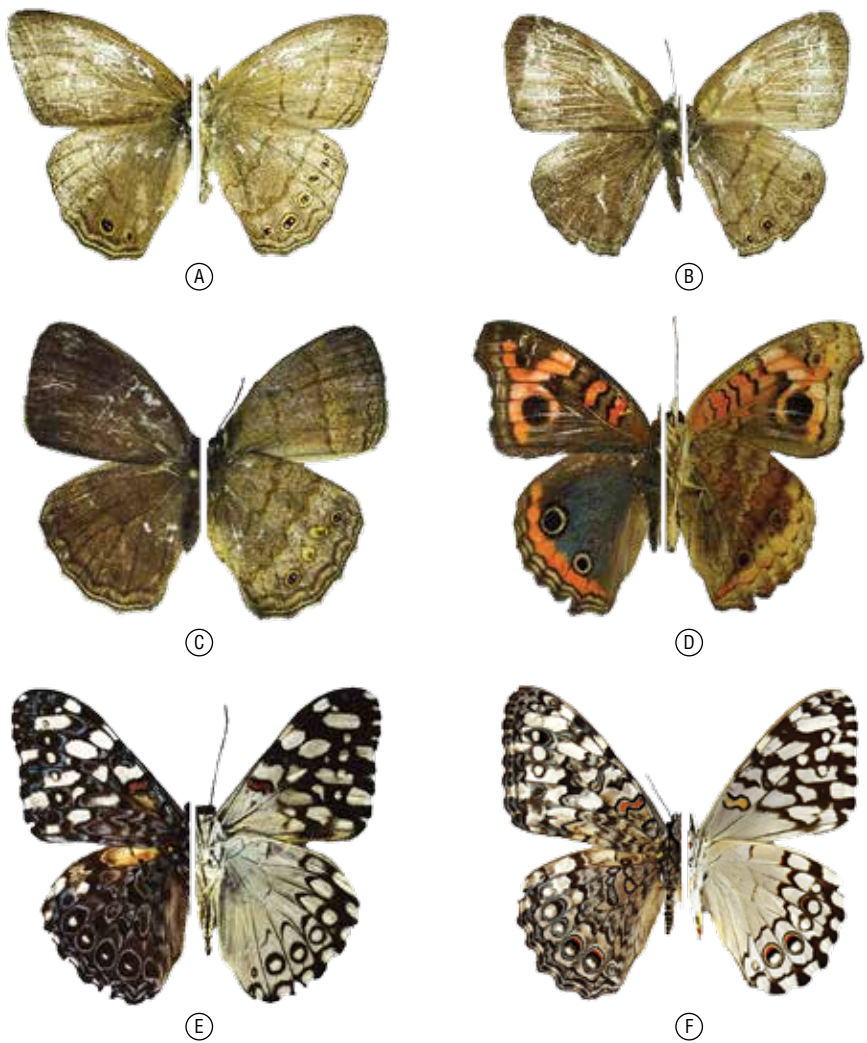


Figura 7. Especies especialistas de áreas abiertas que pueden ser consideradas indicadoras de perturbación. (A) *Incirtae sedis nerita*, (B) *Hermeuptychia* sp., (C) *Magneuptychia nebulosa*, (D) *Junonia genoveva*, (E) *Hamdryas feronia* y (F) *Hamdryas februa*.

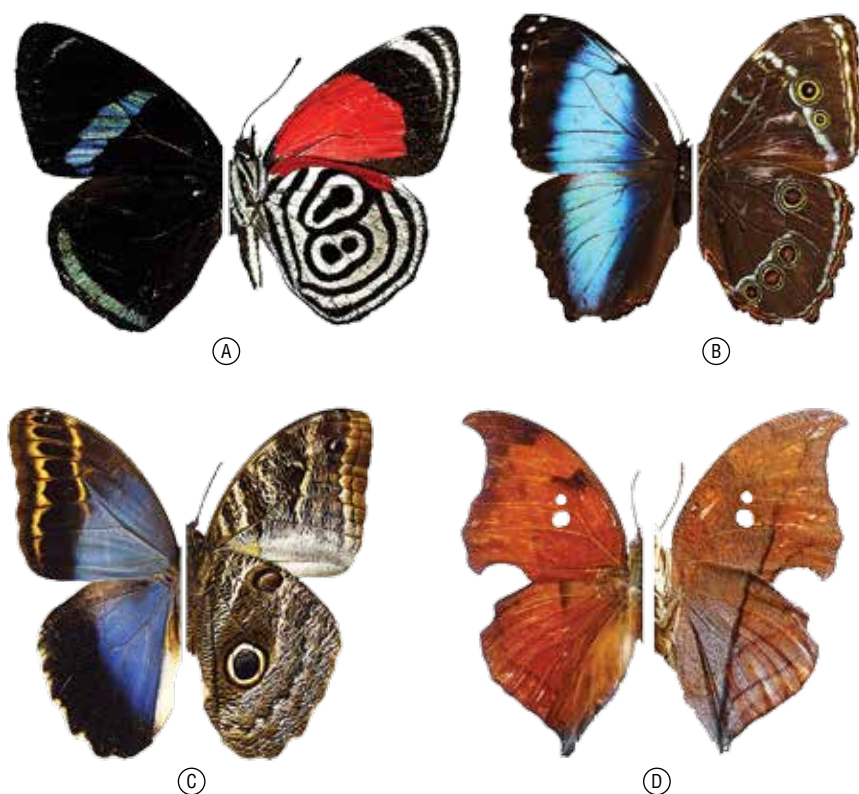


Figura 8. Especies de mariposas llamativas: (A) *Diaethria clymena*), (B) *Morpho helenor*), (C) *Caligo illioneus* y (D) *Zaretis isidora* ♂.

ANEXO

Lista de especies registradas en Sara Ana y sus alrededores en 2015-2016. En la columna micro hábitat: BP = Bosque primario, BS = bosque secundario, CA = Cultivos con sistemas agroforestales, CT = Cultivos tradicionales (monocultivo orgánico y cultivos de cacao y plátano), Bar = Barbecho de las parcelas experimentales. En la columna Gremio: M.O. = Materia orgánica, N = Néctar y A = Ambos. En la columna Ecorregiones: Am = Amazonía, BM = Bosque Montano, C = Cerrado, BS = Bosque Seco y SI = Sabanas inundables. * = Dato de especies del mismo género. Las especies que carecen de información de microhábitat fueron registradas durante el relevamiento de fauna en 2009.

N	Especie	Microhábitat					Gremio	Ecorregión
		BP	BS	CA	CT	Bar		
	Familia Hesperidae							
	Subfamilia Eudaminae							
1	<i>Urbanus simplicius</i>							Am, C
	Subfamilia Pyrginae							
2	<i>Antigonus nearchus</i>							Am, BM, C
3	<i>Heliopetes laviana</i>							Am, BM, C
4	<i>Pyrgus oileus</i>							Am, BM
	Familia Lycaenidae							
	Subfamilia Polyommatae							
5	<i>Hemiargus hanno</i>							Am
	Subfamilia Theclinae							
6	<i>Arawacus separata</i>		x			x		Am
7	<i>Strymon ziba</i>	x				x		BM
	Familia Nymphalidae							
	Subfamilia Apaturinae							
8	<i>Doxocopa cherubina</i>							Am, BS
	Subfamilia Biblidinae							
9	<i>Biblis hyperia laticlava</i>	x	x		x		M.O.	Am, BM, C, BS, SI
10	<i>Callicore eunomina incarnata</i>	x	x	x			M.O.	Am
11	<i>Callicore pygas</i>							BM
12	<i>Catonephele acontius acontius</i>	x	x				M.O.	Am, BM
13	<i>Catonephele chromis</i>							Am
14	<i>Catonephele salacia</i>	x	x		x		M.O.*	Am
15	<i>Diaethria clymena peruviana</i>			x	x		M.O.*	Am, BM, C
16	<i>Diaethria kolyma pasithea</i>			x	x			Am, BM, C
17	<i>Dynamine aerata aerata</i>			x			N*	Am
18	<i>Dynamine arene</i>		x	x			N*	Am
19	<i>Dynamine athemon amazonica</i>			x			N*	Am

N	Especie	Microhábitat					Gremio	Ecorregión
		BP	BS	CA	CT	Bar		
20	<i>Dynamine postverta postverta</i>			x	x		N	Am, C, BS
21	<i>Eunica alpais alpais</i>			x			M.O.	Am
22	<i>Eunica amelia erroneata</i>			x				Am
23	<i>Eunica sophonisba agele</i>			x				Am
24	<i>Eunica sydonia sydonia</i>		x					Am
25	<i>Hamadryas arinome arinome</i>		x				M.O.	Am
26	<i>Hamadryas chloe daphnis</i>	x				x	M.O.	Am
27	<i>Hamadryas epinome</i>	x					M.O.	C, BS
28	<i>Hamadryas februa ferentina</i>			x	x	x	M.O.	Am, C, BS
29	<i>Hamadryas feronia feronia</i>	x		x	x		M.O.	Am, C, BS
30	<i>Hamadryas laodamia laodamia</i>			x				Am, BM
31	<i>Nessaea hewitsonii hewitsonii</i>	x	x				M.O.	Am, BM
32	<i>Nessaea obrinus obrinus</i>	x				x	M.O.*	Am, BM
33	<i>Nica flavilla sylvestris</i>		x	x				Am, BS
34	<i>Pyrrhogyra amphiro amphiro</i>		x	x	x			Am, BS
35	<i>Pyrrhogyra crameri hagnodoros</i>	x	x				M.O.	Am
36	<i>Pyrrhogyra otolais seitzii</i>	x	x	x	x		M.O.	Am, BS
37	<i>Temenis laothoe laothoe</i>		x	x	x		M.O.	Am, BM, BS
38	<i>Vila azeca azeca</i>	x				x		
Subfamilia Charaxinae								
39	<i>Consul fabius quadridentatus</i>	x	x	x			M.O.	Am, BM, BS
40	<i>Fountainea euryppyle euryppyle</i>	x	x		x		M.O.	Am, BM, BS
41	<i>Fountainea ryphea</i>	x	x	x	x		M.O.	Am, BS
42	<i>Fountainea sosippus</i>	x		x	x			
43	<i>Hypna clytemnestra negra</i>	x	x				M.O.	Am, C, BS
44	<i>Memphis acidalia memphis</i>	x	x	x	x		M.O.	Am, BM
45	<i>Memphis glauce glauce</i>	x	x	x	x	x	M.O.	Am
46	<i>Memphis phantes vicina</i>	x	x		x			Am, BM
47	<i>Memphis xenocles xenocles</i>	x	x	x	x	x	M.O.	Am
48	<i>Zaretis isidora</i>	x		x	x		M.O.	Am, BM, C
Subfamilia Cyrestinae								
49	<i>Marpesia berania</i>							Am, BM, C, BS
50	<i>Marpesia chiron marius</i>		x				A	Am
51	<i>Marpesia livius livius</i>			x			A*	Am
Subfamilia Danainae								
52	<i>Callithomia lenea zelie</i>	x	x				N*	Am
53	<i>Ceratinia neso cf. tarapotis</i>	x	x	x	x		N	Am
54	<i>Ceratinia poecila cf. porrecta</i>	x	x		x			Am
55	<i>Dircenna adina xantophane</i>	x	x				N*	Am
56	<i>Dircenna loreta acreana</i>	x	x					BS
57	<i>Episcada clausina clausina</i>		x				N*	
58	<i>Hypoleria asellia</i>	x	x			x		

N	Especie	Microhábitat					Gremio	Ecorregión
		BP	BS	CA	CT	Bar		
59	<i>Hypoleria sarepta vitiosa</i>	x	x				N*	Am
60	<i>Hypothyris euclea nina</i>	x	x		x			
61	<i>Mechanitis messenoides holmgreni</i>		x			x		
62	<i>Mechanitis polymnia polymnia</i>	x	x	x	x		A	Am, BM, BS
63	<i>Melinaea marsaeus mothone</i>	x	x					Am
Familia Nymphalidae								
64	<i>Napeogenes inachia patientia</i>	x	x		x		N*	Am, BM
65	<i>Oleria victorine</i> cf. <i>victorine</i>	x	x	x			N	BS
66	<i>Tithorea harmonia pseudonyma</i>	x		x			N	Am, BS
Subfamilia Heliconiinae								
67	<i>Dryas iulia</i>							BM, BS
68	<i>Eueides isabella dissoluta</i>		x	x		x	N	Am, BM, BS
69	<i>Euptoietia hegesia</i>			x	x			Am, BM, C, BS
70	<i>Heliconius burneyi</i>							BM
71	<i>Heliconius doris doris</i>		x					Am, BM
72	<i>Heliconius erato venustus</i>	x	x		x	x		Am, BM
73	<i>Heliconius melpomene</i>							
74	<i>Heliconius numata</i>							Am
75	<i>Heliconius wallacei flavescens</i>		x				N*	Am, BM
Subfamilia Limenitidinae								
76	<i>Adelpha capucinus velia</i>			x	x		M.O.	Am
77	<i>Adelpha cocala cocala</i>	x					M.O.	Am
78	<i>Adelpha cytherea</i>							Am, BM
79	<i>Adelpha iphiclus iphiclus</i>	x					A	Am, BS
80	<i>Adelpha mesentina</i>		x				M.O.	Am
Subfamilia Nymphalinae								
81	<i>Anarthia amathea jathrophae</i>							Am, BM, C, BS
82	<i>Colobura annulata</i>	x	x	x	x		M.O.	Am, BM
83	<i>Eresia clío clío</i>		x	x			N	Am
84	<i>Eresia eunice eunice</i>	x					N	Am
85	<i>Historis acheronta acheronta</i>				x		M.O.	Am
86	<i>Junonia genoveva hilaris</i>			x	x		N*	Am, BM, BS, SI
87	<i>Siproeta stelenes</i>							Am, BM, C, BS
88	<i>Smyrna blomfildia blomfildia</i>	x		x	x		M.O.	Am, BM, BS
89	<i>Tigridia acesta columbina</i>	x	x				M.O.	Am, BM
Subfamilia Satyrinae								
90	<i>Antirrhea philaretus avernus</i>	x					M.O.	Am
91	<i>Bia rebeli aegina</i>		x				M.O.	Am, BM
92	<i>Caeruleptychia glauca</i>	x	x	x	x	x	M.O.	BM
93	<i>Caeruleptychia urania</i>	x		x				BM
94	<i>Caligo illioneus praxiodus</i>	x	x				M.O.	Am, BM
95	<i>Catoblepia berenchyntia</i> cf. <i>adjecta</i>	x					M.O.	Am

N	Especie	Microhábitat					Gremio	Ecorregión
		BP	BS	CA	CT	Bar		
96	<i>Chloreuptychia herseis</i>	x	x				M.O.	Am
97	<i>Chloreuptychia tolimnia</i>		x				M.O.	Am
98	<i>Cissia myncea</i>		x	x			M.O.	Am
99	<i>Cissia proba</i>			x	x		M.O.	Am
100	<i>Cissia terrestris</i>	x	x				M.O.	Am
101	<i>Cithaerias aurorina</i>	x					M.O.	Am
102	<i>Eryphanis lycomedon</i>		x				M.O.	BM
103	<i>Haetera piera unocellata</i>	x	x				M.O.	Am
104	<i>Harjesia obscura</i>		x	x	x		M.O.	Am
105	<i>Hermeuptychia hermes</i>	x	x	x	x	x	M.O.	Am, BS
106	<i>Hermeuptychia</i> sp.	x	x	x	x	x		
107	<i>Incertae sedis nerita</i>		x	x	x	x	M.O.	
108	<i>Magneuptychia</i> cf. <i>nebulosa</i>		x	x	x	x	M.O.	
109	<i>Magneuptychia mimas</i>	x	x	x	x		M.O.	
110	<i>Magneuptychia ocnus</i>	x		x	x			
111	<i>Magneuptychia moderata</i>		x					
112	<i>Megeuptychia antonoe</i>	x		x	x		M.O.	Am
113	<i>Morpho achilles vitrea</i>	x	x				M.O.	Am, BM
114	<i>Morpho helenor coelestis</i>	x	x				M.O.	Am, BM
115	<i>Opsiphanes cassina</i>	x	x	x	x		M.O.	Am, BM, BS
116	<i>Opsiphanes invirae agasthenes</i>	x		x			M.O.	Am, BM, C
117	<i>Pareuptychia hesionides</i>	x	x	x	x		M.O.	Am
118	<i>Pierella hortona albofasciata</i>	x					M.O.	Am
119	<i>Pierella hyceta ceryce</i>	x	x				M.O.	Am
120	<i>Pierella lena brasiliensis</i>	x					M.O.	Am
121	<i>Posttaygetis penelea</i>	x					M.O.	Am
122	<i>Pseudodebis cellia</i>		x				M.O.	Am, BS
123	<i>Pseudodebis valentina</i>	x	x	x	x	x	M.O.	Am
124	<i>Taygetina kerea</i>	x				x	M.O.	Am
125	<i>Taygetis laches laches</i>	x	x	x	x			Am, BM
126	<i>Taygetis mermeria</i>	x	x	x			M.O.	Am, BM
127	<i>Taygetis rufomarginata</i>	x	x	x	x			BM
128	<i>Taygetis</i> sp.	x						
129	<i>Taygetis sylvia</i>	x	x	x	x	x	M.O.	Am, BM
130	<i>Yphthimoides</i> sp.		x	x	x			
131	<i>Yphthimoides renata</i>			x	x		M.O.	Am
Familia Pieridae								
Subfamilia Coliadinae								
132	<i>Eurema albula</i>	x						Am, BM, C, BS
133	<i>Phoebis neocypris rurina</i>							Am, BS
134	<i>Rabdodryas trite trite</i>							Am, BM, BS
Subfamilia Pierini								
135	<i>Perrhybris pamelae</i>	x						BM, BS

N	Especie	Microhábitat					Gremio	Ecorregión
		BP	BS	CA	CT	Bar		
	Familia Riodinidae							
	Subfamilia Euselasiini							
136	<i>Euselasia crinon</i>			x				
	Subfamilia Helicopini							
137	<i>Anteros formosus</i>	x						
138	<i>Emesis castigata</i>		x					
	Subfamilia Nymphidiini							
139	<i>Synargis regulus</i>	x						Am
	Subfamilia Riodinini							
140	<i>Amarynthys meneria</i>	x			x			Am
141	<i>Chorinea</i> sp.							
142	<i>Melanis cercopes</i>			x	x			BS
143	<i>Melanis smithiae</i>			x	x			BM
144	<i>Rhetus dysonii</i>		x					BM
	Familia Uraniidae							
	Subfamilia Urniinae							
145	<i>Urania leilus</i>							Am, BM, BS

CAPÍTULO 15

Hormigas de Sara Ana y sus alrededores

Eduardo Prudencio & Miguel Limachi

1. Características generales del grupo

Las hormigas son insectos eusociales que pertenecen a la familia Formicidae del orden Hymenoptera. Los himenópteros comprenden insectos como las abejas, los abejorros, avispas y hormigas entre otros. Actualmente se conocen 12.500 especies de hormigas en el mundo y se estima que todavía quedan por descubrir un número similar (Hölldobler & Wilson 1990). Para la región neotropical se tienen registros de 8 subfamilias y 119 géneros de hormigas (Fernández 2003), que junto con aquellas especies no descritas aún, representan un tercio de la biomasa animal (Folgarait 1998).

A lo largo de su historia evolutiva han logrado adaptarse y prosperar en casi cualquier tipo de hábitat terrestre. Se destacan por trabajar de manera coordinada y eficiente; consiguen comunicarse a través de estímulos químicos específicos que les permiten crear estrechos lazos sociales entre ellas (Hölldobler & Wilson 1994). La colonia está conformada por una reina reproductora, sus hijas obreras, soldadas, princesas y algunos hijos príncipes: las hijas obreras y soldadas son infértiles, y la presencia de las castas no reproductoras en el grupo social conforman una eusociedad que caracteriza todo el orden Hymenoptera. Estas castas no reproductoras trabajan en sorprendente sintonía e implacable tenacidad con el objetivo de preservar el futuro del acervo genético de su reina. Eventualmente, cuando las condiciones ambientales son adecuadas, la reina produce una camada de descendientes alados; zánganos y futuras

reinas, que se aventuran fuera de la colonia en busca de una pareja para fusionar su material genético en un vuelo nupcial.

A simple vista estos pequeños insectos pueden parecer iguales pero de cerca se reconocen distintivas morfologías con notable variación en tamaño, forma, color, como comportamiento. Mientras algunas se ocupan de buscar alimento, otras se ocupan del cuidado de las crías o de la protección de las colonias. La división del trabajo en la colonia procura que en conjunto se comporten como un solo organismo, un superorganismo. Las hormigas, al ser sociales y altamente eficientes en el trabajo, tienen la capacidad de transformar el medio físico en el que se encuentran, además del destino de muchas plantas y animales con los que interactúa. En definitiva, son insectos que juegan papeles importantes en el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas terrestres que habitan (Andersen & Majer 2004).

Una gran parte de las hormigas son forrajeras, se alimentan de otros insectos, vivos o muertos, de secreciones de plantas, de néctares o de semillas. Desde el enfoque propuesto por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment 2005), las hormigas ejercen una variedad de servicios y perjuicios ecosistémicos (Clough *et al.* 2017). Entre los más representativos están: la provisión y reciclado de nutrientes, la regulación y almacenaje de agua, el mantenimiento de la estructura del suelo, la dispersión de semillas y la descomposición de cadáveres (Sanabria *et al.* 2014). Por otro lado, al ser conspicuos y de relativa fácil observación, son organismos útiles para utilizarlos como indicadores biológicos, que puedan eventualmente contribuir a tomar decisiones en el manejo y gestión de recursos naturales, sobre todo asociados a la agricultura (Folgarait 1998, Andersen *et al.* 2002, Fernández 2003).

En cuanto a la diversidad de las hormigas, esta disminuye desde los trópicos hacia las zonas templadas (Hölldobler & Wilson 1994). Si bien la región neotropical comparte elementos de su mirmecofauna con otros continentes, ésta ocupa el segundo lugar en cuanto al mayor número de géneros de formícidos (107) y el primer lugar en cuanto a número de géneros endémicos (53) (Bolton 1995).

Bolivia, al ser un país megadiverso alberga altos índices de biodiversidad cuya invaluable importancia se extiende mas alla de fronteras políticas. Sin embargo. los niveles de deforestación son progresivamente alarmantes en Bolivia; la pérdida neta anual de cobertura boscosa es de 290.000 ha (FAO 2010). La minería, sobretudo aquella informal, la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y la degradación de

hábitat representan las fuerzas de mayor impacto ambiental. A pesar de ser un territorio que alberga una gran diversidad de culturas de cosmovisión enraizada con la madre tierra, sus recursos, su complejidad y sus dádidos servicios ecosistémicos.

Los estudios sobre la mirmecofauna de la localidad de Sara Ana y sus alrededores proporcionaron información sobre su riqueza, su composición, así como también sus potenciales asociaciones con diferentes tipos de vegetación. A la vez, en dicha localidad se evidencia un mosaico de distintos tipos de vegetación desde bosques primarios ligeramente intervenidos, bosques secundarios, cultivos y pastizales, los cuales muestran a su vez diferentes estadios de sucesión natural según el tiempo de abandono o cese de intervención. La ineludible relación existente entre hormigas y plantas ofrece oportunidades para enriquecer evaluaciones de respuesta biótica a impactos antrópicos.

2. Historia natural del grupo en la zona

a. Riqueza de especies y composición

La diversidad local de hormigas puede ser muy elevada (Folgarait 1998), además de las distintas subespecies, castas o razas presentes en cada población por lo que para efectos prácticos se utilizó la denominación de morfoespecie para clasificar cada taxón identificado. Las trampas de caída utilizadas en Sara Ana son similares a las descritas por (Fernandez 2003). Cada una de las 120 trampas colocadas estuvieron activas durante 72 horas casi si. La colecta de muestras se realizó después de tres días de espera. El contenido de cada trampa fue versado en bolsas zipplock y llevadas a laboratorio para la identificación. En laboratorio se hizo la respectiva identificación a nivel de género, especies y morfoespecie, de estas últimas considerando parámetros morfológicos propios de cada género citados en revisiones taxonómicas especializadas.

Es así que en la finca Sara Ana y sus alrededores, se registraron 86 morfoespecies pertenecientes a 43 géneros y seis subfamilias (ver Anexo). El mayor número de morfoespecies capturadas corresponde a la subfamilia Myrmicinae con 32 morfoespecies, seguida por las subfamilias Ponerinae con 23 morfoespecies, Formicinae con 14, Dolichoderinae con 10, Ecitoninae con 4 y Pseudomyrmicinae con 3 (Figura 1). Pese a la reducida extensión del sitio de estudio, el ensamble de hormigas

registrado representa un considerable porcentaje del 36,1% del total de géneros registrados para la región Neotropical y un 14,3% para las hormigas registradas en el mundo (Fernandez 2003).

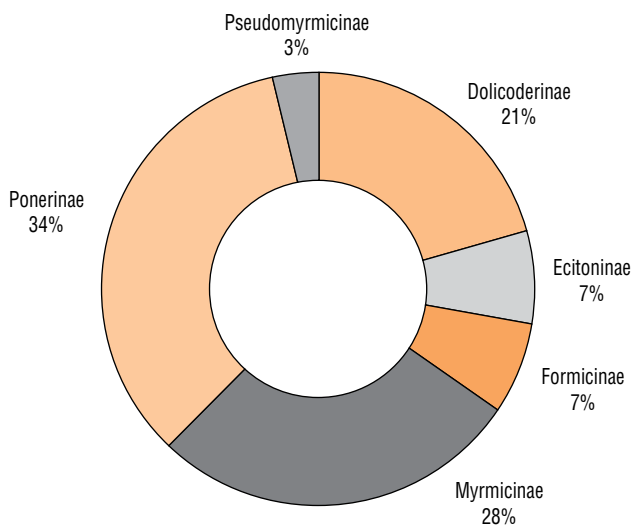


Figura 1: Porcentaje de géneros capturados por subfamilia en la finca Sara Ana y sus alrededores.

De todos los géneros registrados en Sara Ana, el género *Pheidole* y el género *Camponotus* están presentes en las seis unidades de vegetación y cuentan con la mayor riqueza de especie, 11 morfoespecies y 10 morfoespecies respectivamente. Efectivamente, estos géneros son considerados como hiperdiversos a nivel global, ya que pocos otros en el mundo llegan a tener tantas especies (Fernández 2003). *Pheidole* vive principalmente en hojarasca y suelo, presenta una amplia variedad de formas, tamaños y distintas adaptaciones. Por otro lado, el género *Camponotus*, además de su diversidad y versatilidad, mostraron también ser abundantes en Sara Ana, estableciendo colonias con un gran número de obreras, en troncos caídos, en la base de árboles o en las copas.

Una sola especie del género *Atta* (*A. cephalotes*) mostró omnipresencia en Sara Ana y alrededores; se capturaron en virtualmente todos los tipos de vegetación clasificados. Las hormigas de este género han evolucionado en conjunto con un hongo basidiomycete, *Leucoagaricus gongylophorus* (Agaricaceae), estableciendo un sorprendente mutualismo. También llamadas arrieras, estas hormigas son consideradas como los principales herbívoros de los trópicos y subtrópicos de América, constituyendo una verdadera fuerza transformadora del medio natural

(Weber 1966, Hölldobler & Wilson 1994). La capacidad defoliadora de las cortadoras de hojas es sorprendente y con frecuencia representan plagas para la agricultura, en definitiva, un género de gran importancia para la investigación en manejo y control de plagas insectiles.

Por otro lado, la subfamilia Ecitoninae es endémica de América y constituye un grupo de hormigas fascinantes que ejercen un notable impacto a largo de su recorrido, arrasando con un sinnúmero de organismos que encuentran en su camino. Sus hábitos nomádicos y depredadores y su gran voracidad las coloca en una categoría única. Estas hormigas también llamadas legionarias son casi exclusivamente carnívoras y no permanecen por mucho tiempo en un mismo lugar formando batidas en enjambre de gran magnitud. En Sara Ana fueron identificadas cuatro morfoespecies pertenecientes a cuatro géneros distintos. Debido a las características de su desplazamiento y de forrajeo en masa, la frecuencia de captura en una trampa de estas hormigas puede ser nula o muy alta.

Las hormigas de la subfamilia Ponerinae se caracterizan por ser principalmente depredadoras, las obreras normalmente salen a forrajear o a cazar solas. Constituyen colonias que rara vez sobrepasan los centenares. En Sara Ana se identificaron 23 morfoespecies pertenecientes a 13 géneros. Entre ellas se destacan los géneros como *Paraponera* (especie *P. clavata*) por su gran tamaño y potente veneno, *Odontomachus* por sus mandíbulas cuyo mecanismo de mordida es considerado el movimiento más rápido conocido en el mundo animal, y una morfoespecie del género *Platythyrea* de habito arbóreo.

Por otro lado, las hormigas de la subfamilia Dolichoderinae se caracterizan por ser omnívoras forrajeras, alimentándose de cadáveres de artrópodos y exudados de plantas. Su comunicación química está muy desarrollada (Fernández 2003). En Sara Ana se registraron 10 morfoespecies pertenecientes a siete géneros. Entre los géneros más importantes está el género *Azteca* el cual ha desarrollado un avanzado mutualismo hormiga-planta con árboles de *Cecropia*, conocido comúnmente como el ambaibo, que son típicos pioneros de vegetación secundaria (Beattie 1985). Este género fue capturado en parcelas de Bosque Ribereño donde los claros de bosque son comunes por la dinámica erosiva del río.

La subfamilia Pseudomyrmicinae está representada en Sara Ana y sus alrededores por tres morfoespecies de un solo género. Se capturaron 394 individuos en Bosque Ribereño, Cultivos y Barbecho joven. Estas hormigas cuentan con un cuerpo esbelto y con ojos grandes, son muy veloces, normalmente nidifican al interior de ramas muertas en plantas o árboles. Algunas especies han desarrollado mutualismos con acacias

o como es el ejemplo más común en el Neotrópico, con las especies *Triplaris americana* (Polygonaceae) y la hormiga *P. triplanirus* (hormiga del Palo Santo).

b. Características biogeográficas

Sara Ana se encuentra en el pie de monte, tiene una elevación de 450 m.s.n.m. y altos valores de precipitación. En la zona confluyen elementos biogeográficos característicos de las faldas o serranías de los Andes, de los Yungas y de la cuenca amazónica. Los altos niveles de diversidad y endemismo típicos de esta zona se evidencian también en su mirme-cofauna. Así mismo, es muy probable que especies registradas en Sara Ana y sus alrededores tengan distribuciones geográficas reducidas, para poder determinarlo es necesario realizar más investigación.

A la vez, muchos géneros identificados en Sara Ana, tienen endemismos a nivel de especies, los mismos registrados en la zona Neotropical Norte, tales como: *Acromyrmex*, *Amblyopone*, *Cyphomyrmex*, *Crematogaster*, *Dorymyrmex*, *Hypoponera*, *Neivamyrmex*, *Odontomachus*, *Pheidole* y *Pseudomyrmex*. Especies de los géneros *Atta*, *Cephalotes*, *Pachycondyla*, *Dolichoderus*, *Eciton*, *Gnamptogenys*, como también *Odontomachus* y *Crematogaster*, *Dolichoderus*, *Pachycondyla*, *Hypoponera*, *Neivamyrmex*, *Pheidole*, mismos que han sido registradas como endémicas de la zona del Chocó (Fernandez 2003). En el SE de Brasil se cuentan con registros de especies endémicas de los géneros *Acromyrmex*, *Pachycondyla*, *Hypoponera*, *Crematogaster*. Especies de los géneros *Dolichoderus*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Odontomachus*, *Pseudomyrmex*, han sido registradas como endémicas de la cuenca Orinoco-Amazonas (Fernandez 2003).

c. Características de hábitats

Para poder analizar la preferencia de hábitat de las hormigas es necesario tener en cuenta que existe una notable diferencia en escala de percepción. La naturaleza tal como los seres humanos la percibimos difiere abismalmente de como lo hacen las hormigas. Las hormigas viven en una dimensión quimiosensorial que se desenvuelve a escala del orden de centímetros, una colonia entera puede desarrollarse en tan solo un tronco o en una rama, inclusive en el interior de una semilla. Además, las hormigas pueden tolerar ciertos niveles de perturbación, recuperarse y volver a invadir la zona después de un tiempo (Folgarait 1998).

El paisaje en el cual se encuentra Sara Ana está caracterizado por ser heterogéneo al estar influenciado por serranías, ríos y quebradas, además de su exuberante vegetación. En esta localidad, se distinguen un conjunto de diferentes tipos de uso de suelo distribuidos en forma de mosaico. Es así que la mirmecofauna de la zona envuelve en distintas proporciones todos los tipos de vegetación descritos con anterioridad, además de ocupar diferentes nichos ecológicos. Al respecto, la mayor riqueza de especie (40 morfoespecies) fue registrada en el tipo de vegetación caracterizado como Barbecho Viejo, seguido de Bosque (39), Cultivo (28), Bosque Ribereño (27) Barbecho Joven (25) y Pastizal (21) (Figura 2).

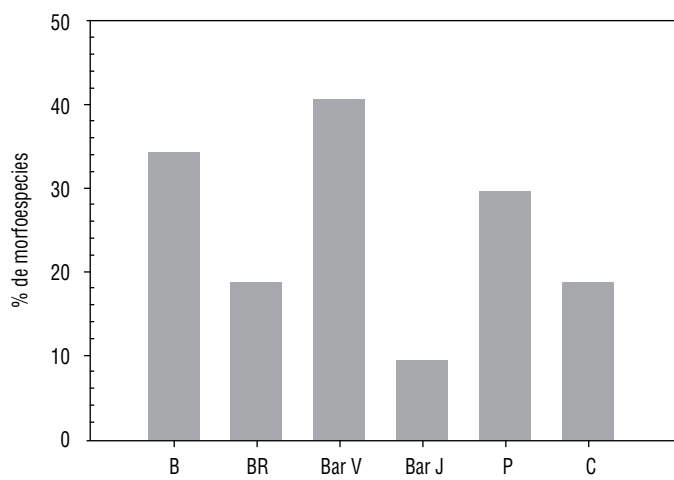


Figura 2: Porcentaje del total de morfoespecies registradas en cada tipo de vegetación. Bosque Ribereño (BR), Bosque (B), Barbecho Viejo (BarV), Barbecho Joven (Bar J), Cultivo (C), Pastizal (P).

Por otro lado, se registro nueve morfoespecies de *Pheidole* y seis morfoespecies de *Solenopsis*, que mostraron una elevada abundancia en Barbecho Viejo, Cultivo y Pastizal. Su gran adaptabilidad a diferentes ambientes se refleja en los resultados encontrados en barbechos y cultivos, mientras que su presencia en pastizal puede deberse a actividades habituales de forrajeo. Dos morfoespecies del género *Crematogaster* fueron encontrados en Bosque, Barbecho Viejo y Bosque ribereño. Este es un género con amplio rango de distribución y generalmente asociado a una vegetación arbórea (Fernández F., 2003). La captura de morfoespecies pertenecientes al género *Azteca* en Bosque Ribereño refleja la presencia de árboles de *Cecropia*. De igual manera, en parcelas de Bosque Ribereño se capturaron hormigas del género *Dolichoderus*,

las cuales han desarrollado mutualismos con hemípteros que segregan sustancias azucaradas, pero que a la vez espantan a otros que causan daño, como por ejemplo al chinche del cacao (*Monalonium dissimulatum* Dist.). De esta forma, la presencia de estas hormigas también está asociada a plantaciones agrícolas (Fernández 2003, Philpott & Armbrrecht 2006).

Por último, en las parcelas de Bosque y Barbecho viejo se obtuvieron valores relativamente altos de riqueza y diversidad conjuntamente con valores bajos de abundancia. Esto puede explicarse por la mayor diversidad de nichos ecológicos disponibles. Entre las morfoespecies capturadas están los géneros *Forelius*, *Trachymyrmex*, *Gnamptogenys*, *Technomyrmex*, *Ectatomma*, *Amblyopone* e *Hypoponera*.

d. Importancia ecológica

Las hormigas son importantes agentes en el funcionamiento y mantenimiento de una gran variedad de ecosistemas terrestres, no solo por su enorme biomasa y diversidad sino también por su capacidad de transformar el medio en el que se encuentran, de ahí el denominativo de “ingenieros del ecosistema” (Hölldobler & Wilson 1994, Folgarait 1998). Además, se ha descubierto que las hormigas alteran significativamente la abundancia y distribución local de plantas fanerógamas (Hölldobler & Wilson 1994). Por este motivo, al influenciar profundamente la comunidad vegetal, las hormigas forman parte activa de un sinnúmero de procesos directos e indirectos, que en conjunto mantienen el desarrollo natural del ecosistema.

Entre las hormigas de gran importancia ecológica se encuentran las hormigas recolectoras, las arrieras y las legionarias. Las morfoespecies dominantes en Sara Ana están representadas por los géneros *Atta* y *Camponotus* seguido de *Pheidole*. La omnipresencia de estos géneros en la zona de estudio los convierte en buenos bioindicadores para evaluar los efectos de perturbaciones de hábitat y cambios ecológicos en la biodiversidad local (Andersen *et al.* 2002, Fernández 2003).

El impacto de la actividad humana, como la fragmentación de hábitat, agricultura y ganadería, promueve la expansión de determinadas hormigas que aprovechan recursos que resultan de dichos impactos. Géneros representados por *Pheidole*, *Solenopsis*, *Camponotus*, *Odontomachus* son forrajeros que pueden recorrer diferentes tipos de vegetación en busca de alimento. En este sentido, se explica los elevados valores de diversidad de hormigas capturados en una de las parcelas del Pastizal.

La mayor diversidad de especie fue obtenida para el tipo de vegetación clasificado como Barbecho Viejo. Resultados que pueden

ser congruentes con la hipótesis de perturbación intermedia (Connell 1978), la cual espera que la diversidad de especie sea mayor en niveles medios de perturbación. Estos resultados pueden deberse a que las parcelas de Barbecho Viejo constituyen una vegetación heterogénea, en sucesión, que ofrece una mayor variedad de recursos como alimento y sitios de nidificación permitiendo el establecimiento y desarrollo de distintas hormigas.

Desde el enfoque de servicios ecosistémicos presentado en La Evaluación de Ecosistemas del Milenio el año (2005), se puede relacionar la mirmecofauna relevada en Sara Ana a una serie de servicios. En cuanto a los perjuicios al hombre por las hormigas en Sara Ana se puede mencionar el daño ocasionado por *Atta cephalotes* en la defoliación de las plantaciones agrícolas de cacao, cítricos y otros, causando afectación a la producción agrícola local y regional. Sin embargo, cabe mencionar el efecto benéfico que tiene esta misma especie en la remoción de grandes cantidades de tierra ayudando de esta forma a la aireación (bioturbación) de este estrato y al ecosistema como tal. Por otro lado, asociaciones entre hormigas y homópteros son percibidas normalmente como dañinas para los cultivos por parte de agricultores y ecólogos (Philpott & Armbrrecht 2006).

Tabla 1
Servicios asociados a la mirmecofauna de Sara Ana (elaboración propia)

Servicios de provisión	
Comida	Las obreras de Atta pueden representar alimento
Medicina	Gran potencial de usos medicinales (ejemplo: especies del género Solenopsis se utilizan para tratamientos de inmunología contra la anafilaxis).
Servicios de regulación	
Dispersión de semillas	Gran variedad de hormigas dispersan semillas de una gran variedad de plantas
Regulación de otras comunidades de hormigas y otros insectos	La agresión incesante, conquista territorial y aniquilación de otras colonias e insectos solitarios las convierten es excelentes reguladores.
Control biológico	La utilización potencial de algunas especies en la regulación de plagas en cultivos agroforestales como especies del género Dolichoderus y Gnamptogenys
Reciclado de nutrientes	Hormigas que establecen sus nidos en el suelo cambien el pH del nido y lo enriquecen con nitrógeno.
Bioturbación	Incrementan la porosidad del suelo, creando galerías y promoviendo la actividad biológica de microorganismos y otros organismos del suelo
Descomposición	Algunas especies de Camponotus regulan la biota del suelo influenciando en las tazas de descomposición de materia orgánica.
Servicios Culturales	
Literatura	Literatura contemporánea y clásica.
Tradiciones	El uso de hormigas en rituales.

e. Gremios

Cada gremio de hormigas está relacionado con elementos específicos de la flora y fauna con la cual interactúan. De las 63 morfoespecies registradas en Sara Ana y sus alrededores se pueden asociar algunos de los 28 géneros identificados a distintos gremios, caracterizados en base a estudios realizados por Silvestre *et al.* (2003) en el bioma del Cerrado. En Sara Ana los gremios más comunes son: (1) dominantes omnívoras del suelo, (2) oportunistas de suelo y vegetación, (3) patrulleras generalistas y (4) cortadoras de hoja. (Tabla 2)

Tabla 2
Asociación de géneros registrados en Sara Ana y gremios caracterizados para hormigas (Según Silvestre *et al.* 2003)

Gremio	Géneros	Características
Depredadoras grandes epígeas	<i>Pachycondyla</i> , <i>Ectatomma</i> y <i>Odontomachus</i>	Depredadoras, necrófagas, epígeas, patrulleras solitarias de colonias pequeñas, nidos subterráneos y agresivas con aguijón. Géneros correlacionados con la abundancia de otros invertebrados.
Pesudomyrmecinas ágiles	<i>Pseudomyrmex</i>	Patrulleras de grandes áreas, solitarias, extremadamente ágiles. Pueden ser depredadoras o visitar néctareos extraflorales. Grandes ojos y diurnas. Evitan interacciones agresivas con otras hormigas. La mayoría nidifica en la vegetación.
Especies nómadas	<i>Neivamyrmex</i> <i>Nomamyrmex</i>	Legionarias, extremadamente agresivas e invasoras de nidos de colémbolos, abejas, avispas y otras colonias de hormigas o termes.
Cortadoras de hojas	<i>Atta</i> <i>Mycoccepurus</i>	Cultivan hongos a partir de la colecta de fragmentos de hojas frescas. Presentan diferentes castas y son muy abundantes.
Dominantes omnívoras del suelo	<i>Pheidole</i> <i>Solenopsis</i> <i>Crematogaster</i> <i>Camponotus</i>	Construyen nidos subterráneos, con colonias grandes. Hay indicios de que algunas de estas especies son favorecidas por ambientes perturbados (por ejemplo especies de <i>Solenopsis</i>).
Oportunistas de suelo y vegetación	<i>Pheidole</i> <i>Camponotus</i>	Construyen nidos en sitios diversificados y forrajean grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación. Evitan interacciones agresivas con otras especies de hormigas.
Patrulleras generalistas	<i>Camponotus</i>	De tamaño mediano a grande, omnívoras, patrulleras, generalistas y oportunistas. Nidifican de normalmente en troncos caídos o en nidos contruidos con pajas y astillas
Árbóreas pequeñas de reclutamiento masivo	<i>Crematogaster</i> <i>Azteca</i>	Nidifican en la vegetación. Omnívoras. Utilizan químicos repelentes y dominan la fuente de alimento repeliendo otras especies. Ágiles y descienden al suelo cuando perciben alimento.
Cefalotinas	<i>Cephalotes</i>	Colectoras de polen y néctar, algunas especies son omnívoras. Nidifican en la vegetación, algunas en troncos caídos.
Dolicoderinas, colectoras de exudados	<i>Dolichoderus</i>	Nidifican exclusivamente en la vegetación. Pequeñas poblaciones en la colonia.
Ponerinas crípticas depredadoras especialistas	<i>Hypoponera</i> <i>Gnamptogenys</i>	Predadoras, hipógeas, nidifican en hojarasca. De baja agilidad y colonias pequeñas.

3. Estado de conservación del grupo en la zona

a. Amenazas

A pesar de la importancia de las hormigas en términos de diversidad y abundancia además de los roles y funciones en los ecosistemas, sorprende que las hormigas no sean incluidas con mayor frecuencia en manuales de conservación y en libros de ecología de suelos (Folgarait 1998).

Las actividades antrópicas, como el cambio de uso de suelo, pueden conducir a una degradación sistemática del hábitat hasta niveles practicante irreversibles. La generación de conocimiento respecto al mundo de las hormigas constituye un medio a través del cual se pueden evaluar los umbrales de degradación de un hábitat y tomar decisiones de manejo y conservación para la sostenibilidad. En general se sabe que las prácticas agrícolas como tala y quema, fertilización y arado de la tierra, reducen la biodiversidad y biomasa de hormigas (Philpott & Armbrecht 2006), sin embargo, en el caso específico de Sara Ana y alrededores, no se ha evaluado la vulnerabilidad específica de ciertas especies de hormigas ante la degradación de hábitat.

b. Especies amenazadas

Las hormigas son tan vulnerables como cualquier otro grupo de organismos y la conectividad de sus poblaciones parece ser un factor decisivo en cuanto a la preservación de su diversidad genética, es decir, las poblaciones más aisladas serán más vulnerables (Seppä 2008). No obstante, debido a su gran diversidad y dificultad de monitoreo aún no se cuenta con datos de vulnerabilidad asignados a nivel específico, por lo tanto no se conocen especies de hormigas amenazadas en Sara Ana y para la región del Alto Beni.

4. Descripción de algunas especies o grupos importantes y/o llamativos

Entre los géneros más representativos registrados en Sara Ana se encuentra el género *Atta*, con una sola morfoespecie omnipresente en la zona (*A. cephalotes*) (Figura 3a). Son los principales agentes defoliadores de la vegetación y representan perjuicios considerables a diferentes cultivos en Sara Ana, no obstante, es importante recalcar que este grupo de hormigas estimula a través de su actividad un sinnúmero de procesos biológicos alrededor de sus nidos que enriquecen al suelo en cuanto a fertilidad, composición y estructura.

En Sara Ana se capturaron una gran cantidad de hormigas del género *Camponotus* (Figura 3b). Este género es enorme con casi 1000 especies, subespecies y variedades registradas para el Neotrópico. Algunas de las obreras soldado tienen la cabeza modificada para impedir la entrada de especies enemigas a los nidos. Eventualmente se las menciona como visitantes florales, dado que también consumen néctar e incluso exudados extraflorales.

Paraponera clavata (Figura 3c), también llamada hormiga bala, es una especie presente en Sara Ana, muy fácil de reconocer por su gran tamaño y su extremadamente dolorosa picadura (30 veces más dolorosa de una picadura de abeja), la misma que según los indígenas mosetenes y tsimanes tiene propiedades curativas para el reumatismo y la artritis. Los mismos las recolectan en envases con alcohol enterrándolos por varios meses para las sustancias curativas contenidas en el veneno se extraigan al solvente para después recién emplearla mediante frotamientos en las articulaciones afectadas.

Cephalotes, es un género de hormigas presentes en Sara Ana y sus alrededores, pertenecientes a la tribu Cephalotini que es endémica de la Región Neotropical (Figura 3E y 3F). Estas hormigas arborícolas tienen una morfología y comportamiento particular que les permite planear, dirigiendo su caída a una parte más baja del árbol, evitando caer al suelo.

Así también, se capturaron un número considerable de hormigas del género *Odontomachus* (Figura 3d). Estas hormigas se caracterizan por ser predatoras agresivas con mandíbulas tipo trampa de resorte, cuya velocidad de cierre (no más de un milisegundo) está registrada como el movimiento más rápido conocido en el reino animal (Gronenberg *et al.* 1993).

5. Conclusión

Sara Ana y sus alrededores registran un elevado número de morfoppecies y géneros de hormigas considerando su reducida extensión del área estudiada. En definitiva, es una zona rica en mirmecofauna y que ejerce con seguridad una influencia ecológica determinante que mantiene o transforma según el caso, los ecosistemas presentes en la región del Alto Beni. Un claro ejemplo al respecto, su importante papel como principal dispersor secundario de semillas, coadyuvando de esta forma en la distribución y regeneración local de muchas especies de plantas.

Los distintos servicios, entre estos los ecosistémicos proporcionados por la mirmecofauna local en Sara Ana, actúan en diferentes niveles y estos pueden ser mejor comprendidos con más estudios relacionados al

tema, con el objetivo de contar mayor información, la cual permitirá fortalecer la toma de decisiones en cuanto a la preservación de los bosques remanentes, al mejor manejo de agro ecosistemas, implementación de corredores biológicos, control natural de plagas insectiles, entre otros.

Bibliografía

- Andersen, A.N., B.D. Hoffmann, W. J. Müller & A.D. Griffiths. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39:8-17.
- Andersen, A.N. & J.D. Majer. 2004. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:291-298.
- Beattie, A.J. 1985. *The Ant Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualisms*. Cambridge University Press:157.
- Bolton, B. 1995. A taxonomic and Zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae).
- Clough, Y., S. Philpott & T. Tscharntke. 2017. Services and Disservices of Ant Communities in Tropical Cacao and Coffee Agroforestry Systems. *Ant-Plant Interactions: Impacts of Humans on Terrestrial Ecosystems*:333-355.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment*. 378 pp.
- Fernández, F. 2003. *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. 398 pp.
- Folgarait, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7:1221-1244.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1994. *Journey to the ants*.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C. 86 pp.
- Philpott, S.M., & I. Armbrrecht. 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology* 31:369-377.
- Sanabria, C., P. Lavelle, & S.J. Fonte. 2014. Ants as indicators of soil-based ecosystem services in agroecosystems of the Colombian Llanos. *Applied Soil Ecology* 84:24-30.

Seppä, P. 2008. Do ants (Hymenoptera: Formicidae) need conservation and does ant conservation need genetics? *Myrmecological News* 11:161-172.

Silvestre, R., F. Brandão & R. Silva. 2003. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. En: *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Capítulo 7 (pp.101-136). Instituto Humboldt Bogotá

Weber, N.A. 1966. Fungus-Growing Ants. *Science* 153:587-604.



Figura 3. Géneros importantes y/o llamativos registrados en Sara Ana y alrededores.

(A) *Atta cephalotes* (Fotografía: Paul Bertner); (B) *Camponotus* (Fotografía: Eduardo Prudencio); (C) *Paraponera* (Fotografía: Donovan Loh); (D) *Odontomachus* (Fotografía: Eduardo Prudencio); (E) *Cephalotes* (Fotografía: Bruno García); (F) *Cephalotes* (Fotografía: Andreas Kay).

ANEXO

Lista de Subfamilias, Géneros y Morfoespecies identificadas

Sub familia	Genero	Morfoespecies
Formicinae	<i>Camponotus</i>	9
	<i>Lasiophanes</i>	1
	<i>Gigantiops</i>	1
	<i>Forelius</i>	1
	<i>Paratrechina</i>	2
Ponerinae	<i>Hypoponera</i>	2
	<i>Probolomyrmex</i>	1
	<i>Odontomachus</i>	2
	<i>Pachycondyla</i>	6
	<i>Amblyopone</i>	1
	<i>Paranopera</i>	1
	<i>Ponera</i>	1
	<i>Ectatoma</i>	2
	<i>Leptogenys</i>	1
	<i>Platythyrea</i>	1
	<i>Gnamptogenys</i>	3
	<i>Anochetus</i>	1
	<i>Prionopelta</i>	1
Myrmicinae	<i>Atta</i>	1
	<i>Pheidole</i>	12
	<i>Mycocepurus</i>	2
	<i>Cyphomyrmex</i>	2
	<i>Crematogaster</i>	2
	<i>Solenopsis</i>	6
	<i>Cephalotes</i>	1
	<i>Trachymyrmex</i>	1
	<i>Pogonomyrmex</i>	1
	<i>Apterostigma</i>	1
	<i>Hylomyrma</i>	1
	<i>Wasmania</i>	1
	<i>Acromyrmex</i>	1
	<i>Pseudomyrmex</i>	3
Dolichoderinae	<i>Technomyrmex</i>	2
	<i>Azteca</i>	1
	<i>Dolichoderus</i>	2
	<i>Dorymyrmex</i>	2
	<i>Forelius</i>	1
	<i>Tapinoma</i>	1
Ecitoninae	<i>Linepithema</i>	1
	<i>Neivamyrmex</i>	1
	<i>Eciton</i>	1
	<i>Nomamyrmex</i>	1
	<i>Labidus</i>	1
Total subfamilias: 6	Total generos: 43	Total morfoespecies: 86

En la localidad de Sara Ana, Alto Beni, desde 2008 se lleva adelante el proyecto “Comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo” (Sys Com Bolivia). Mediante la comparación de diferentes sistemas de producción de cacao busca identificar las bondades y limitaciones de cada uno.

Este proyecto incluyó estudios sobre biodiversidad que se hicieron con el fin de establecer una línea base previa al inicio del ensayo. Posteriormente se realizó el monitoreo del estado de poblaciones de algunos grupos seleccionados y algunos estudios adicionales.

El presente libro pone a disposición del público información sobre ecosistemas y especies presentes en Sara Ana y sus alrededores, en la región de Alto Beni. No están todos los grupos de biodiversidad ni toda la información generada; sin embargo, creemos que se constituye en un valioso aporte para los pobladores de Alto Beni que conocerán mejor su patrimonio natural, así como para la comunidad boliviana en general.

El proyecto “Comparación de sistemas de producción de cacao a largo plazo” se realiza con la cooperación entre las siguientes instituciones:



**Instituto de Investigación
para la Agricultura Orgánica,**
(Forschungsinstitut für
Biologischen Landbau)



Instituto de Ecología - UMSA



**Fundación
ECOTOP**



**Central de Cooperativas
El Ceibo LTDA.**



**Fundación
PIAF - EL CEIBO**

Financiadores:



This project is supported by the
Coop Sustainability Fund.

