



**PAISAJES
RESILIENTES**
Juntos cuidemos nuestra cuenca



BIODIVERSIDAD DE LAS CUENCAS PARAGUÁ, SAN MARTÍN Y SUBCUENCA ZAPOCÓ

Octubre, 2023



Cofinanciado por la Unión Europea



Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**PAISAJES
RESILIENTES**

SCZ

Gobierno
Autónomo
Departamental
Santa Cruz



La presente publicación: "BIODIVERSIDAD DE LAS CUENCAS PARAGUÁ, SAN MARTÍN Y SUBCUENCA ZAPOCÓ" ha sido elaborada por FUND-ECO por encargo del proyecto "Paisajes Resilientes en la Chiquitania, Santa Cruz" con el apoyo financiero de la Unión Europea y la Cooperación Alemana a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

El contenido es responsabilidad exclusiva de FUND-ECO, GIZ y el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz y no refleja necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Se autoriza la reproducción parcial o total sin fines comerciales citando adecuadamente la fuente.

Autores:

Equipo consultor base:

Stephan Beck - Coordinador general

Rosa Isela Meneses - Coordinadora técnica

M. Isabel Moya - Coordinadora del equipo de fauna y especialista mastozoóloga

Iván Jiménez - Coordinador del equipo de flora y especialista en flora

Elmer Cuba - Especialista en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección

Arely N. Palabral A. - Especialista en etnobotánica

Equipo consultor de apoyo:

James Aparicio - Especialista en herpetología

Miguel Aponte - Especialista en ornitología

Karina Oshinaga - Especialista en ictiología

Maira Martínez - Especialista en flora

Kevin Guzmán - Especialista en SIG

Loly Vargas - Especialista socio ambiental

Revisores:

Alessandra Lobo - Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

Roider E. Villarroel Valverde - Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

Yovenka Rosado Quiroga - Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

Dorys Dalia Montero – GIZ

Maria Isabel Bellón - GIZ

Miguel Gómez – GIZ

Paisajes Resilientes – GIZ Bolivia

Fotografías:

© Archivo GIZ Bolivia

Archivos del equipo consultor

Archivos Fund-Eco

Licencia Freepik

Santa Cruz, Bolivia

Octubre, 2023

Impreso en Bolivia

Lista de acrónimos

- ABT:** Autoridad de Control y Fiscalización de Bosques y Tierras
- AICA:** Áreas Importantes para la Conservación de las Aves
- CDB:** Convenio sobre la Diversidad Biológica
- APM-BP:** Área Protegida Municipal de Bajo Paraguá
- CITES:** Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres)
- EMC:** Evaluación Multicriterio
- ETP:** Evapotranspiración Potencial
- FCBC:** Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano
- FIRMS:** Fire Information for Resource Management System (Información sobre incendios para el sistema de gestión de recursos)
- FUNDECO:** Fundación para el Desarrollo de la Ecología
- GAD:** Gobierno Autónomo Departamental
- GBIF:** Global Biodiversity Information Facility
- GIZ:** Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad para la cooperación internacional)
- INE:** Instituto Nacional de Estadística
- LPB:** Herbario Nacional de Bolivia
- LRFSVB:** Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. Las categorías de amenaza son: **CR**= Críticamente Amenazada, **EN**= En Peligro de Extinción, **VU**= Vulnerable, **NT**= Casi Amenazada, **DD**= Datos Insuficientes, **LC**= Preocupación Menor.
- MIC:** Manejo Integral de Cuencas
- MMaYA:** Ministerio de Medio Ambiente y Agua
- MO:** Missouri Botanical Garden
- NDVI:** Normalized Difference Vegetation Index (índice de vegetación de diferencia normalizada)
- OGC:** Organizaciones de Gestión de Cuencas
- ONU:** Organismo de las Naciones Unidas
- PCMB:** Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia
- PDC:** Plan Director de Cuenca
- PNC:** Plan Nacional de Cuencas
- PN NKM:** Parque Nacional Noel Kempff Mercado
- PN ANMI-Iténez:** Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Iténez
- PTDI:** Plan Territorial de Desarrollo Integral
- RVS-RByN:** Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro
- RCEyA-Kenneth Lee:** Reserva Científica Ecológica y Arqueológica Kenneth Lee

- RM-Copaibo:** Reserva Municipal del Copaibo
- SERNAP:** Servicio Nacional de Áreas Protegidas
- SIG:** Sistema de Información Geográfica
- SMAMT:** Secretaria de Medio Ambiente y Madre Tierra
- TPI:** Topographic Position Index (Índice de Posición Topográfica)
- UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. **EN**= En Peligro de Extinción, **VU**= Vulnerable, **NT**= Casi Amenazada, **DD**= Datos Insuficientes, **LC**= Preocupación Menor.
- WCS:** Wildlife Conservation Society-Bolivia
- 

Tabla de contenido

Resumen.....	8
Contexto.....	11
Capítulo I: Introducción.....	12
1.1 Límites.....	13
1.2. Características geológicas.....	14
1.3 Potencialidad de almacenamiento de agua de las cuencas	14
1.3.1 Potencial Hidrológico de la Cuenca del río Paraguá.....	14
1.3.3 Potencial hidrológico de la Subcuenca Zapocó	16
1.4 Características climáticas.....	17
Capítulo II: La Flora De Las Cuencas De Paraguá, San Martín Y Subcuenca Zapocó	19
2.1 Descripción de la flora y su representatividad.....	19
2.2 Descripción de la flora por cuenca.....	22
2.2.1 Cuenca del río Paraguá.....	22
2.2.2 Cuenca del río San Martín.....	24
2.2.3 Subcuenca del río Zapocó	24
2.3 Especies de flora bajo categorías de amenaza o consideradas endémicas.....	24
2.3.1 Cuenca del río Paraguá.....	26
2.3.2 Cuenca del río San Martín.....	28
2.3.3 Subcuenca del río Zapocó	29
2.4 Descripción de las unidades de vegetación en las cuencas de los ríos Paraguá, San Martín y la subcuenca del río Zapocó	30
2.4.2 Bosque amazónico de pie de meseta.....	32
2.4.3 Bosque amazónico de "tierra firme"	32
2.4.4 Bosques de Igapó.....	32
2.4.5 Bosque de transición amazónico-chiquitano	33
2.4.6 Bosques ribereños.....	34
2.4.7 Bosque seco chiquitano.....	34
2.4.8 Campo limpo estacionalmente inundado.....	35
2.4.9 Campo de Murundus.....	35
2.4.10 Cerradão.....	36
2.4.11 Cerrado de mesetas y serranías	36
2.4.12 Cerrado sensu stricto.....	37

2.4.13 Sabana abierta	38
2.4.14 Sabana inundable y vegetación acuática y palustre.....	38
2.5 Análisis de vacíos de información.....	39
Capítulo III: La Fauna de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó	42
3.1 Descripción de la fauna y su representatividad.....	43
3.1.1 Composición de especies de mamíferos en las cuencas	46
3.1.2 Composición de especies de aves en las cuencas.....	48
3.1.3 Composición de especies de reptiles en las cuencas	50
3.1.4 Composición de especies de anfibios en las cuencas.....	51
3.1.5 Composición de especies de peces en las cuencas	52
3.2 Especies amenazadas EN PARAGUÁ, San Martín y la Subcuenca Zapocó	54
3.2.1 Especies amenazadas de mamíferos.....	55
3.2.2 Especies amenazadas de aves	55
3.2.3 Especies amenazadas de reptiles y anfibios.....	56
3.2.4 Especies amenazadas de Peces.....	58
3.3 Especies endémicas en las cuencas de Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó	58
3.4 Descripción de la fauna por cuenca.....	59
3.4.1 Descripción de la fauna en la cuenca Paraguá	61
3.4.2 Composición de la fauna en la cuenca San Martín	66
3.4.3 Composición de la fauna en la subcuenca Zapocó.....	71
3.5 Análisis de vacíos de información de la fauna en las cuencas de Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó	73
3.5.1 Mamíferos	73
3.5.2 Aves	74
3.5.3 Anfibios	75
3.5.4 Reptiles.....	76
Capítulo IV: Usos de la Biodiversidad	78
4.1. Etnobiología	79
4.1.1. Uso de la flora	79
4.1.2 Usos de la fauna silvestre.....	81
4.2 Rol social y económico de la biodiversidad nativa.....	86
4.3 Agrobiodiversidad.....	87
4.3.1 Vacíos de información en agrobiodiversidad.....	87
4.3.2 Caracterización de los agroecosistemas.....	89

4.3.3 Parientes silvestres de especies cultivadas.....	91
4.4 Agrobiodiversidad por cuenca.....	93
4.4.1 Agrobiodiversidad de la Cuenca Paraguá.....	93
4.4.2 Agrobiodiversidad de la Cuenca San Martín.....	93
4.4.3 Agrobiodiversidad de la Subcuenca Zapocó.....	94
4.5 Especies promisorias.....	94
4.6. Especies subutilizadas	95
4.7. Uso de fauna en las cuencas.....	97
Capítulo V: Especies Prioritarias para la Conservación.....	99
5.1 Especies de flora prioritarias para la conservación en las cuencas	99
5.1.1 Especies focales sin uso reportado.....	99
5.1.2 Especies focales con uso reportado.....	102
5.2 Especies prioritarias para la conservación de fauna en las cuencas de Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.....	106
Capítulo VI. Amenazas y Presiones sobre los Paisajes y Áreas de importancia para el Ciclo Hidrológico de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó.....	110
6.1 Marco conceptual	110
6.2 Enfoque metodológico	110
6.3 Síntesis metodológica	111
6.4 Resultados.....	112
6.4.1 Amenazas por subcuencas	114
6.4.2 Amenazas por unidad de vegetación.....	114
6.4.3. Amenazas en áreas protegidas y TCO/TIOC.....	115
Capítulo VII. Análisis del Estado de Conservación de las Cuencas Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó	120
7.1 Marco conceptual	120
7.2 Síntesis metodológica	120
7.3 Principales hallazgos.....	121
7.3.1 Estado de conservación por unidad de vegetación.....	123
7.3.2 Áreas protegidas y estado de conservación	123
Capítulo VIII. Análisis del Estado de Conservación de los Corredores para Fauna Silvestre	126
8.1 Introducción	126
8.2 Métodos.....	128

8.3 Resultados.....	128
Capítulo IX. Análisis de las Funciones Ambientales de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó, Identificación y Priorización de Microcuencas.....	134
9.1 Marco conceptual	134
9.2 Enfoque metodológico	135
9.3 Síntesis metodológica	135
9.4 Principales hallazgos	136
Capítulo X. Catálogo de Acciones de Conservación	140
10.1 Propuesta de acciones para objetos de conservación de grano grueso (Unidades de Vegetación).....	140
10.1 Gestión de la información	144
10.2 Gestión de la información	153
Capítulo XI. Conclusiones	154
Capítulo XII. Recomendaciones	157
Bibliografía	158
13.1 Bibliografía del capítulo flora	158
13.2 Bibliografía del capítulo fauna	159
13.3 Bibliografía del capítulo Etno y Agrobiodiversidad	166
13.4 Bibliografía de los capítulos de amenazas, estado de conservación, funciones ambientales y corredores de fauna	166

Resumen

El presente estudio, proyecto titulado "Generación de conocimiento sobre el estado actual de la biodiversidad y sus paisajes para fortalecer la gestión sostenible de los recursos hídricos y naturales en las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó", ha sido desarrollado por la Fundación para el Desarrollo de la Ecología (FUND-ECO) en cooperación con el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz y en el marco del proyecto "Paisajes Resilientes", cofinanciado por la Unión Europea (UE) y el Ministerio Federal de la Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), ejecutado por la Cooperación Alemana (GIZ) a través del Programa Gestión Integral con Enfoque de Cuenca (PROCUENCA).

Un paisaje resiliente fue entendido como un área geográfica que resulta de la interacción de varios factores, desde antrópicos hasta naturales (flora, fauna y vegetación), y que alberga un mosaico de funciones ambientales clave para la dinámica histórico-cultural de la transición chiquitano-amazónica.

El documento, estructurado en capítulos, contiene el diagnóstico de la flora presente en el área de estudio, habiendo sistematizado la presencia de 3.277 especies nativas de plantas vasculares, 19 especies naturalizadas, 22 especies adventicias y 134 *taxa* infraespecíficos (63 subespecies, 69 variedades y 2 formas).

En cuanto a la fauna, las cuencas albergan 1,488 especies de vertebrados silvestres, lo que corresponde al 47% de las especies de vertebrados registrados para Bolivia. A nivel departamental, esta representatividad es del 67%. Esta diversidad está concentrada en un área cinco veces más pequeña que Santa Cruz y al menos 14 veces más pequeña que todo el país. Del total de especies, 679 corresponden al grupo de las aves, 428 especies son peces, 184 especies de mamíferos, 120 especies de reptiles y 77 especies de anfibios.

En cuanto a las especies amenazadas, se han registrado 1,024 de flora amenazada, de las que 980 están de acuerdo con la IUCN y 133 en libros rojos nacionales. Del total de las especies amenazadas, 153 se encuentran en categorías mayores, 4 (CR), 73 (EN) y 74 (VU). Se han registrado 66 especies de flora endémicas, 15 especies restringidas a la zona de estudio, 26 especies endémicas al departamento de Santa Cruz y 25 especies restringidas a Bolivia. En el caso de la fauna, son 74 especies amenazadas (IUCN), de las cuales 34 especies corresponden a las aves, 27 especies de mamíferos, 9 especies de reptiles, dos especies de anfibios y dos de peces. Así, estas cuencas albergan 10 especies endémicas, 9 de las cuales son reptiles y una de pez.

Se han diferenciado 14 unidades de vegetación, destacándose el bosque amazónico de tierra firme, que ocupa la mayor superficie dentro del área de estudio (31,191.4 km²). Los afloramientos rocosos son los que están más amenazados, y los mejor conservados son los bosques amazónicos de tierra firme y los de pie de meseta. Por último, el 74.4% de la zona de estudio presenta vacíos de información.

Por otra parte, se ha realizado una caracterización de la agrobiodiversidad en la región. Se han registrado 106 especies de plantas cultivadas con diferentes propósitos, 61 especies alimenticias, 39 medicinales, 20 ornamentales y 15 forrajeras. Las familias de plantas con más especies son Poaceae, con 15 especies, y Fabaceae, con 11 especies. Los registros de variedades muestran que las especies con más variedades/ecotipos son el arroz con 15, maíz con 13, yuca con 12. En la región se han registrado 31 especies de parientes silvestres de especies cultivadas, importantes por sus potenciales beneficios. En la cuenca Paraguá se han registrado 91 especies cultivadas, entre las que sobresalen yuca, plátano, arroz y maíz por su número elevado de variedades. La cuenca San Martín ha registrado 53 especies y las principales son manga, plátano, arroz y maíz. En la subcuenca Zapocó se registraron 24 especies, entre las cuales sobresalen el arroz, maní, caña. Se tiene registro de 10 especies de animales ampliamente criados y utilizados en la región, de las cuales el ganado bovino presenta 10 variedades. El estado de conocimiento de las especies de agrobiodiversidad aún es muy escaso, se requiere mayor documentación y registro de estas, especialmente de aquellas que se encuentran subutilizadas.

La cuenca del río Paraguá tiene el 55% de su territorio protegido por la presencia de áreas protegidas como el Parque Nacional Noel Kempf Mercado, el Área Protegida Municipal de Bajo Paraguá, la Área Protegida Municipal Reserva San Ignacio y parte del Área Protegida Municipal ANMI Marfil. Sin embargo, al sur de la cuenca, no existe ningún área de conservación que proteja el bosque seco Chiquitano y el Cerrado. Se han identificado 12 unidades de vegetación, 2 de ellas son exclusivas de esta cuenca: el bosque amazónico de pie de meseta y el cerrado de mesetas y serranías. El 62,2% de la cuenca presenta vacíos de información. Se han registrado 2.697 especies de plantas, de las cuales *Borreria poaya*, *Passovia diffusa* y *Xyris guillenii* se encuentran en peligro crítico (CR). Se reportan 80 especies endémicas, de las cuales 11 especies son endémicas locales. En cambio, hay 1267 especies de vertebrados registradas, de las cuales 53 especies están consideradas como amenazadas (UICN) y al menos el 64% de los registros de estas especies amenazadas se encuentran dentro de estos espacios de conservación.

La cuenca San Martín cuenta con espacios de conservación que protegen al menos el 57,5% de su territorio; sin embargo, tampoco hay espacios de conservación que estén protegiendo el bosque seco Chiquitano y el Cerrado. Se han identificado 12 unidades de vegetación, 2 de ellas son exclusivas a esta cuenca: la sabana abierta y la sabana inundable y vegetación acuática y palustre. La cuenca presenta el mayor porcentaje de vacíos de información (80,8%). A su vez, la cuenca San Martín tiene registradas 1.494 especies de plantas, de las cuales 25 son endémicas y 3 son endemismos locales (*Justicia israelvargasii*, *Gongora Guaraya* y *Borreria velascoana*). Una especie se encuentra en peligro crítico (CR): *Borreria velascoana*. Por otro lado, esta cuenca alberga 1066 especies de vertebrados, de las cuales 28 especies se encuentran en alguna categoría de amenaza, y donde al menos la mitad de estos registros se encuentran dentro de Áreas Protegidas. La subcuenca Zapocó es la más pequeña, y su complejidad en cuanto a unidades de vegetación también es mucho menor. Apenas el 18% de su territorio se encuentra protegido (Área Protegida Municipal Laguna Marfil) y están representadas 5 unidades de vegetación. Esta subcuenca presenta el menor porcentaje de vacíos de información (26,6%). Es

en este contexto que se registraron 719 especies de plantas, de las cuales 10 son endémicas y un endemismo local (*Digitaria killeenii*). En cuanto a la fauna, hay 376 especies de vertebrados, de las que están en las listas de especies amenazadas de la UICN.

En cuanto a las presiones sobre las cuencas analizadas, el 17% de la superficie total se encuentra con grados de amenaza entre moderados y altos, definiendo tres zonas con mayor presión (sur y en las nacientes de las cuencas de los ríos San Martín y Paraguá, hacia el norte de la cuenca del río San Martín; y, entre las comunidades de Piso firme y Porvenir). En cuanto al estado de conservación o grado de conversión de sus hábitats naturales, el 57 % (44.529 km²) de la superficie total de las cuencas analizadas se encuentran entre bueno y bueno, el 16 % con moderado (12.730 km²) y cerca del 26 % con un estado de conservación entre malo y muy malo (20.494 km²). Las subcuencas con mejor estado de conservación fueron las del arroyo Liverpool, río Paragua (parte alta), arroyo San Ramón y río California. Finalmente, según las funciones ambientales modeladas para las cuencas analizadas, el 49 % (38.380 km²) de la superficie total alberga áreas donde las cuatro funciones ambientales modeladas convergen (almacenamiento de carbono aéreo, carbono orgánico en el suelo, calidad de hábitats para especies y control de la erosión), ubicadas al norte, noreste y centro del área cubierta por las cuencas.

En síntesis, las cuencas de los ríos San Martín y Paraguá y la subcuenca del río Zapocó albergan una biodiversidad singular que resulta de la transición Chiquitano-Amazónica que las caracteriza, generando un mosaico de unidades de vegetación, riqueza de especies y uso de la biodiversidad que refleja la heterogeneidad de paisajes y culturas que ahí residen. La información generada con el reporte se constituye en base técnica para actualizar los instrumentos de planificación territorial de los municipios vinculados a las cuencas (principalmente Concepción y San Ignacio, ubicados en el departamento de Santa Cruz), así como para la planificación del aporte de la región a las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés).

Contexto

Las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó se encuentran ubicadas en la región norte de la Chiquitania del departamento de Santa Cruz, albergando una diversidad de ecosistemas, destacando el bosque seco chiquitano, cerrado y amazónico, con áreas identificadas en el Plan de Recuperación de Zonas Afectadas por Incendios como de alto valor de conservación y protección de hábitats de biodiversidad. Generar información de base técnico-científica del estado actual de los recursos naturales, sistemas antrópicos y su dinámica de interacción e interrelación vinculada a la gestión del agua desde un enfoque de paisaje, son parte de los conocimientos requeridos para una gestión integral del territorio y los recursos hídricos. En ese contexto, se tiene el objetivo de caracterizar la flora y vegetación actual, fauna terrestre y acuática, y la agrobiodiversidad, con datos que contribuyan a la gestión integral de los recursos hídricos y naturales, así como al manejo de las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó, considerando sus presiones, amenazas y beneficios principales.

En este documento se presenta información sistematizada, actualizada y resume toda la información de la flora, fauna y agrobiodiversidad generada durante las últimas décadas, poniendo a disposición de las entidades departamentales y municipales datos actuales sobre la biodiversidad, funciones ambientales, amenazas y estado de conservación de las cuencas. Esta información puede ser útil como base para los planes territoriales de desarrollo integral (PTDI) de los municipios de los cuales forman parte las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó.

Capítulo I: Introducción

La diversidad biológica comprende la variedad de organismos vivos (plantas, animales y otros), que incluye la variabilidad genética y la variedad de ecosistemas. Por su posición tropical, Bolivia es considerado un país megadiverso, situándolo entre los 12 países con mayor diversidad biológica.

Las tierras bajas de Bolivia tienen 8.453 especies (Jørgensen et al., 2014), incluyen ecorregiones que varían entre los 100 a 1.000 m de altitud y comprenden desde los bosques amazónicos de Pando en el norte hasta los bosques secos chaqueños al sur. En esta zona del país se encuentran ecorregiones como "los bosques del sudoeste de la Amazonía", que comprenden todos los bosques pertenecientes a la cuenca amazónica y que se caracterizan por ser una de las más complejas y ricas en especies de plantas y animales del país (Ibisch & Mérida, 2003; Estenssoro, 2009), el bosque seco chiquitano que presenta elementos de flora y fauna característicos y propios (Estenssoro, 2009) y el cerrado, que destaca por su alto nivel de diversidad y endemismo (Mamani et al., 2010).

En la región también habitan la mayor parte de los pueblos indígenas y originarios de Bolivia. Las cuencas Paragua, San Martín y subcuenca Zapocó se encuentran en los departamentos de Santa Cruz y Beni, presentan una extensión de 77.754,8 km² y fitogeográficamente se encuentran representadas por el bosque amazónico, bosque seco chiquitano, cerrado y llanuras inundables. Por otra parte, son áreas de vocación forestal debido a la existencia de bosques extensos con una gran cantidad de recursos maderables y no maderables. Los ecosistemas de la región cumplen funciones ambientales como fuente de agua dulce, almacenamiento de carbono, control de la erosión del suelo, regulación del clima y son fuente de recursos genéticos de especies maderables y no maderables, incluyendo a los parientes silvestres de especies cultivadas.

Los bosques de la región son considerados como uno de los más productivos de Bolivia por el potencial forestal. Se encuentran especies maderables importantes como mara (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Amburana cearensis*), tajibo (*Tabebuia spp.*), cambará (*Cedrelinga catenaeformis*) y otras especies valiosas como el asaí, cusi, palma real, guapá, uña de gato, entre otras (GAD Santa Cruz, 2020).

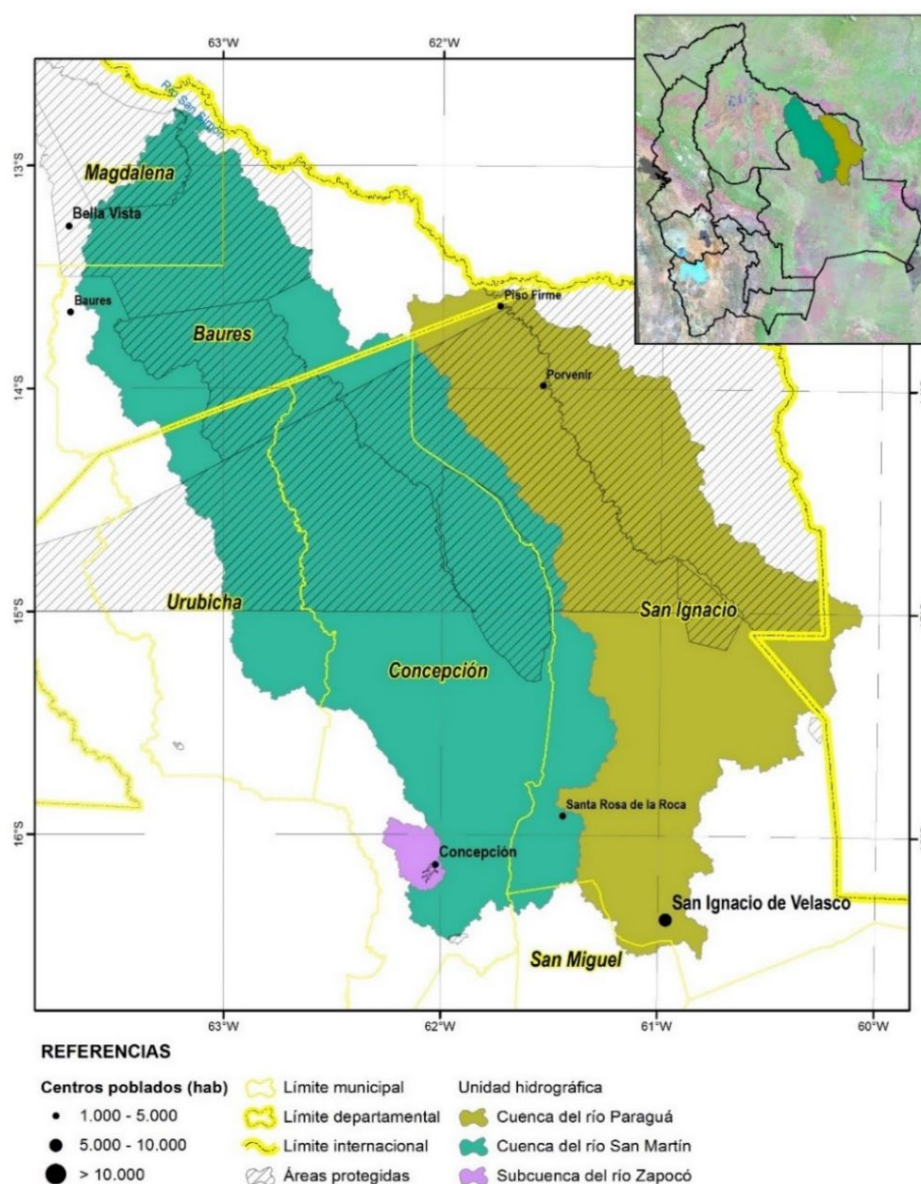
Por la importancia del territorio, se han establecido áreas protegidas nacionales, departamentales y municipales las cuales pretenden impulsar la conservación de la elevada biodiversidad, reducir los efectos de la deforestación, los efectos del crecimiento de la frontera agrícola, quemas e incendios forestales, entre otros. Las principales áreas protegidas son el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Reserva Forestal Bajo Paraguá.

El estado del conocimiento de las cuencas Paraguá, San Martín y Zapocó es todavía insuficiente, por lo que mejorar la documentación en temas de biodiversidad es relevante, ya que la información puede brindar a las instituciones gubernamentales pertinentes un panorama más claro para la toma de decisiones en base a la vocación de cada espacio territorial.

1.1 Límites

La zona de estudio abarca 77,754.8 km² y se encuentra en los Departamentos de Santa Cruz, en los municipios de Concepción, San Ignacio, San Miguel y Urubichá; y en Beni, en los municipios de Magdalena y Baures. La cuenca de San Martín tiene una superficie de 48,145.2 km², la cuenca de Paraguá abarca 28,909.8 km² y la subcuenca Zapocó comprende 699.9 km² (Figura 1).

Figura 1. Área de estudio, el mapa muestra la cuenca de Paraguá (en color ladrillo), la cuenca San Martín (en verde) y la subcuenca Zapocó (en lila).



Fuente: Elaboración propia.

1.2. Características geológicas

La región de estudio se encuentra en el Escudo Precámbrico Boliviano y abarca desde el Paleoproterozoico hasta el Cuaternario. Está relacionada con eventos magmáticos y metamórficos de las provincias geológicas de dos sectores: Rondoniana-San Ignacio (1,56 a 1,30 Ga), en los municipios de Baures y Magdalena del departamento de Beni, y Sunsás (1,25 a 1,00 Ga) en los municipios de Concepción, San Ignacio, San Miguel y Urubichá del departamento de Santa Cruz.

Los sectores Rondonia-San Ignacio y Sunsás se encuentran en el bloque Paraguá en la parte norte y el bloque San Diablo en el sector sur, teniendo una historia geológica distinta. El basamento metamórfico del bloque Paraguá está constituido por el Complejo de Granulitas Lomas Manechis, el Complejo de Gneis Chiquitania y el Grupo de Esquistos San Ignacio.

En la tabla 1, presentamos un resumen de la historia geológica de la región y la litología de la cual están constituidos. En los mapas de las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó, se representan estos colores de acuerdo con su presencia según la tabla cronoestratigráfica internacional.

Tabla 1. Cronoestratigrafía de la región de estudio (los colores están relacionados con la geología histórica).

Tiempo Geológico	Material
Cuaternario	Sedimentos, coberturas lateríticas (Material suelto, sin consolidar)
Neógeno	Coberturas lateríticas (Material suelto, en proceso de consolidación)
Jurásico - Cretácico	Complejos graníticos, Rocas carbonatadas (Rocas duras y Rocas calcáreas)
Carbonífero	Areniscas y conglomerados (Rocas Duras)
Neoproterozoico	Mantos y diques doleríticos (Rocas Duras)
Mesoproterozoico	Granitos, Rocas Máficas, Gabros, Dioritas, Esquistos (Rocas Duras)
Paleoproterozoico	Metasamitas, Gneises (Rocas Duras)

Fuente: Mapa Geológico de Bolivia. Elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN) en el año 2000 a escala 1:1000000.

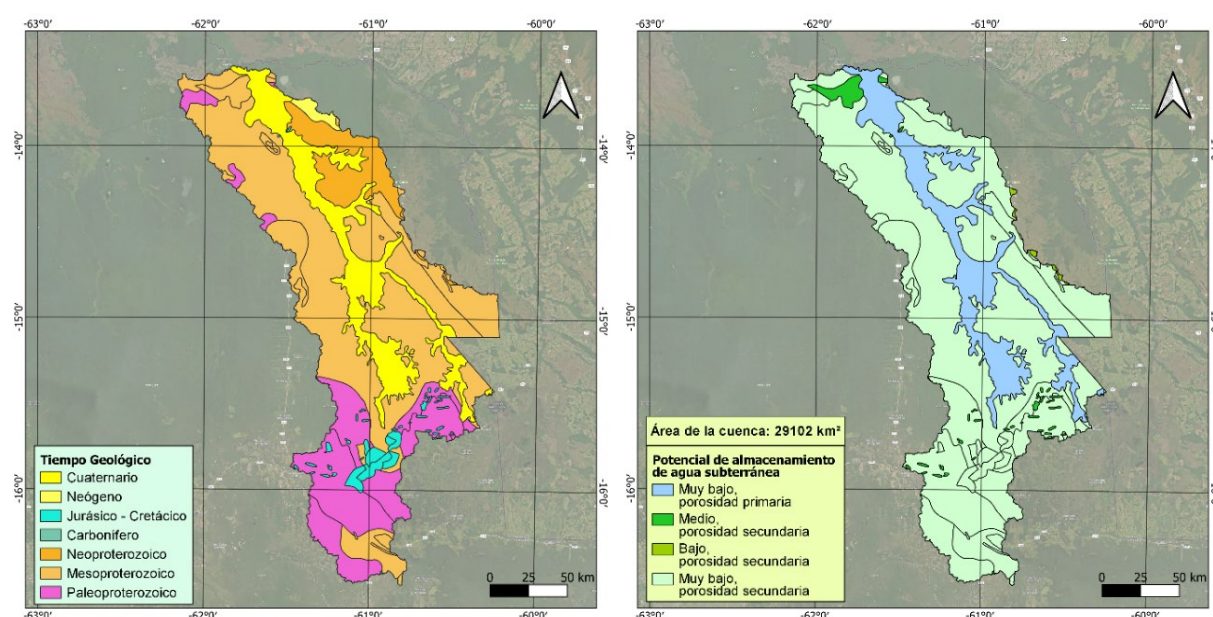
1.3 Potencialidad de almacenamiento de agua de las cuencas

1.3.1 Potencial Hidrológico de la Cuenca del río Paraguá

La potencialidad de almacenamiento de aguas subterráneas está relacionada con características geológicas de las regiones, las cuales, dependiendo del material, pueden ser más o menos almacenadoras de agua. Por ejemplo, las arenas, por su porosidad, tienen mayor potencialidad

de almacenar agua, y las arcillas son impermeabilizantes y tienen muy baja potencialidad de almacenamiento de agua.

Figura 2. a) Mapa Geológico b) Mapa Hidrogeológico.



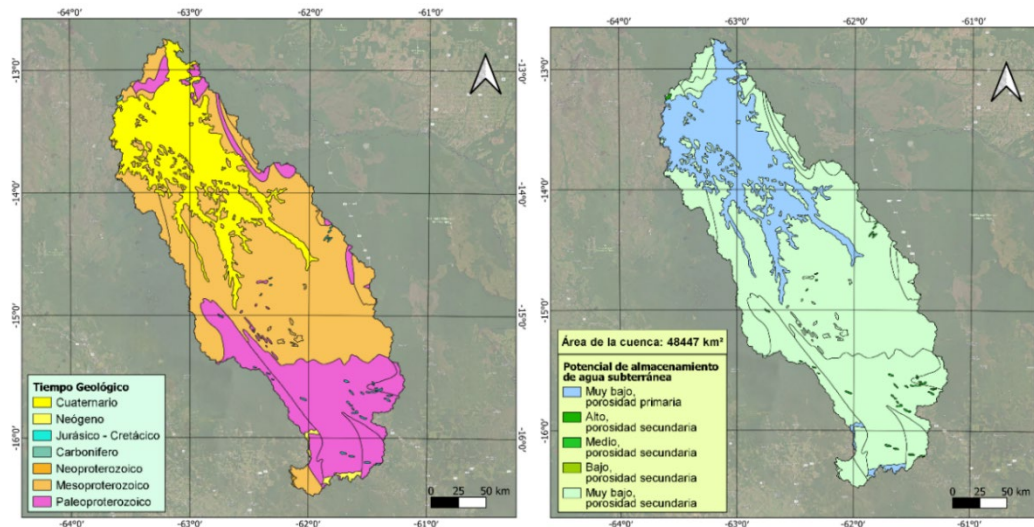
Fuente: Mapa Geológico de Bolivia. Elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN) en el año 2000 a escala 1:1000000.

La zona de estudio se encuentra sobre el Cratón de Guaporé, que está formado por remanentes de rocas más antiguas del país. Estas rocas poseen fracturamientos intensos, los cuales pueden permitir la acumulación de agua. La parte central de la cuenca posee material cuaternario de sedimentos no consolidados, equivalente a los aluviones; por tanto, estos tienen un potencial muy bajo de almacenamiento de agua y abarcan el 35% del área de la cuenca (ver coloración celeste del mapa de la figura 2b). Los sectores con mayor potencial abarcan el 10% de la cuenca (ver color verde oscuro), que justamente coinciden con rocas de intenso fracturamiento y poseen mayor potencialidad de almacenamiento de agua, ya que el agua puede emplazarse entre dichas fracturas. El 55% restante está conformado por rocas fracturadas, pero con bajo potencial para almacenar aguas subterráneas (Figura 2b).

1.3.2 Potencial hidrológico de la cuenca del río San Martín

En la cuenca San Martín, en sectores con coloración verde claro, se encuentran rocas precámbricas compuestas por gneises, esquistos, granitos y cuarcitas. Éstas presentan fracturas, pero con un potencial muy bajo para el posible almacenamiento de agua. Abarcan el 68% de la cuenca. De color verde claro, con un 3%, se encuentran areniscas del grupo Sunsás, a las que se les puede atribuir un potencial medio de almacenamiento de agua. Las rocas mesozoicas cubren el 5% de la cuenca, y tienen un potencial bajo. En el 24% de la superficie de la cuenca se encuentran los aluviones (color celeste), cuya potencialidad de almacenamiento de agua es muy baja debido principalmente a la poca consolidación de los sedimentos.

Figura 3. a) Mapa Geológico b) Mapa Hidrogeológico.



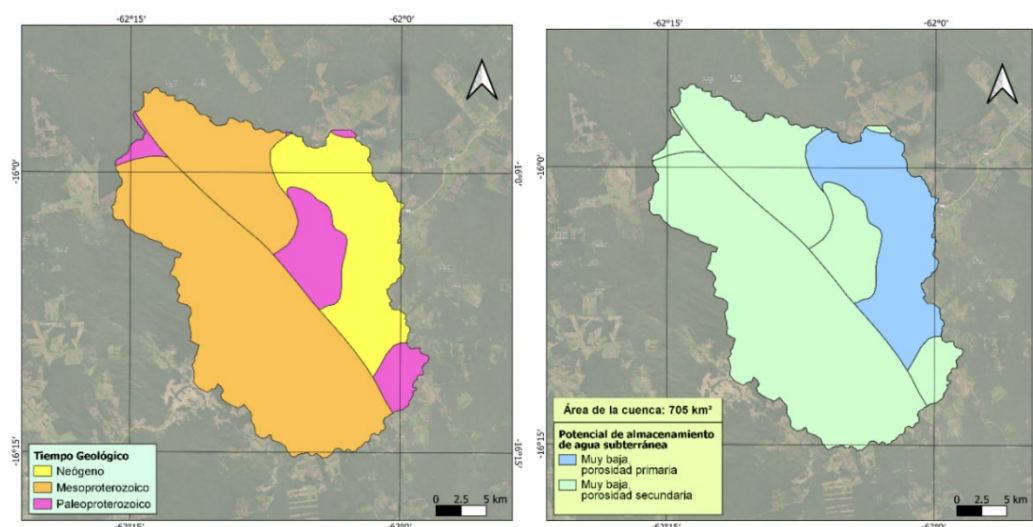
Fuente: Mapa Geológico de Bolivia. Elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN) en el año 2000 a escala 1:1000000.

1.3.3 Potencial hidrológico de la Subcuenca Zapocó

En la subcuenca del río Zapocó, se observa, de manera general, una potencialidad muy baja para almacenar agua, tanto para los aluviones que abarcan un 38% de color celeste, como para las rocas precámbricas de color verde claro, presentes en un 62% de la superficie.

En general, en las cuencas, el potencial de almacenamiento subterráneo es de medio a muy bajo, debido a que existe un amplio registro temporal de rocas, de diferentes composiciones, las cuales son afectadas por diferentes procesos geológicos.

Figura 4. a) Mapa Geológico b) Mapa Hidrogeológico.



Fuente: Elaboración propia.

1.4 Características climáticas

El clima de la región es tropical subhúmedo cálido, con abundantes precipitaciones anuales pero varios meses con lluvias escasas a muy escasas. Hay un periodo lluvioso durante la época más cálida del año y seco durante el invierno. La precipitación promedio es de 948 mm, con una mínima de 826 mm y máxima de 1287 (PMOT San Ignacio 2008). La época lluviosa ocurre de octubre a marzo, y la temporada seca va de abril a septiembre. La temperatura media en la región norte de las cuencas es de 23.7 °C, mientras que en la región al sureste es de 25°C.



Capítulo II: La Flora De Las Cuencas De Paraguá, San Martín Y Subcuenca Zapocó

A nivel continental, la flora de Bolivia está dentro de las diez áreas geográficas más diversas (Ulloa et al., 2017). Este resultado es el fruto del esfuerzo de instituciones científicas nacionales y extranjeras que, en las últimas décadas, aumentaron el conocimiento de la flora del país mediante la investigación en diferentes regiones. Todo el conocimiento acumulado hasta 2014 fue publicado en el catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. En él, se reporta que el país tenía 14.508 especies de plantas (nativas + endémicas; Jørgensen et al., 2014). Sin embargo, el flujo de nuevos registros y nuevas especies es constante, y hasta el año 2021, ya se alcanzó a 15.000 especies.

El conocimiento de la flora dentro y en alrededores de la zona de estudio fue limitado a ciertas áreas y formaciones vegetales. Por ejemplo, las sabanas de Concepción (Killeen & Nee, 1991), el bosque amazónico de la comunidad de Perseverancia (Vargas et al., 1994), el bosque seco chiquitano de Lomerío (Killeen et al., 1998), cerrado, bosque seco, bosque amazónico y sabanas inundables del Parque Nacional Noel Kempff Mercado (PNNKM; Killeen & Schulenberg, 1998), bosques amazónicos del Bajo Paraguá (Villegas et al., 2008), cerrado, bosque seco chiquitano y pantanal del este del departamento de Santa Cruz (Ibisch et al., 2002) y formaciones boscosas de la reserva municipal Copaibo (Miserendino, 2011). Sin embargo, aún queda mucho por conocer.

2.1 Descripción de la flora y su representatividad

En la zona de estudio registramos 175 familias, 1.101 géneros, 3.277 especies, 19 especies naturalizadas, 22 especies adventicias (Tabla 2) y 134 taxa infraespecíficos (63 subespecies, 69 variedades y 2 formas). Adicionalmente, 32 especies que fueron registradas aledañas a los límites de la zona de estudio podrían estar presentes también. La riqueza de especies de la zona de estudio representa casi el 40 % de la diversidad total de las zonas bajas de Bolivia cuyo rango altitudinal encuentra entre los 103 a 1.000 m de altitud. Esta riqueza de especies supera la diversidad del departamento de Pando que cuenta con 2.001 especies y es cercana a la diversidad del departamento de Beni que cuenta con 3.626 especies (Jørgensen *et al.* 2014).

En la zona de estudio, registramos 175 familias, 1.101 géneros, 3.277 especies, 19 especies naturalizadas, 22 especies adventicias (Tabla 2) y 134 taxa infraespecíficos (63 subespecies, 69 variedades y 2 formas). Adicionalmente, 32 especies que fueron registradas aledañas a los límites de la zona de estudio podrían estar presentes también. La riqueza de especies de la zona de estudio representa casi el 40 % de la diversidad total de las zonas bajas de Bolivia, cuyo rango altitudinal se encuentra entre los 103 a 1.000 m de altitud. Esta riqueza de especies supera la

diversidad del departamento de Pando, que cuenta con 2.001 especies, y es cercana a la diversidad del departamento de Beni, que cuenta con 3.626 especies (Jørgensen *et al.* 2014).

La diversidad es mayor en la cuenca Paraguá y disminuye hacia la cuenca San Martín y subcuenca Zapocó (Tabla 2). Esto se debe a que la cuenca Paraguá tiene 12 de las 14 unidades de vegetación, lo que significa una mayor cantidad y variedad de ecosistemas; el cerrado de meseta y serranías es exclusivo de esta cuenca y alberga varios endemismos locales. El 49,7 % de la cuenca tiene un estado de conservación alto-muy alto y, en general, tiene muchas áreas que cuentan con gran cantidad de registros botánicos (Figura 14). En cambio, la menor diversidad registrada en las otras cuencas se debe a que en la cuenca San Martín, el 80,8 % de su superficie no tiene registros botánicos (Figura 14) y, aunque la mayor parte de Zapocó cuenta con muchos registros botánicos, tiene menor superficie (Tabla 2) y tiene menos unidades de vegetación que las otras dos cuencas (Tabla 4).

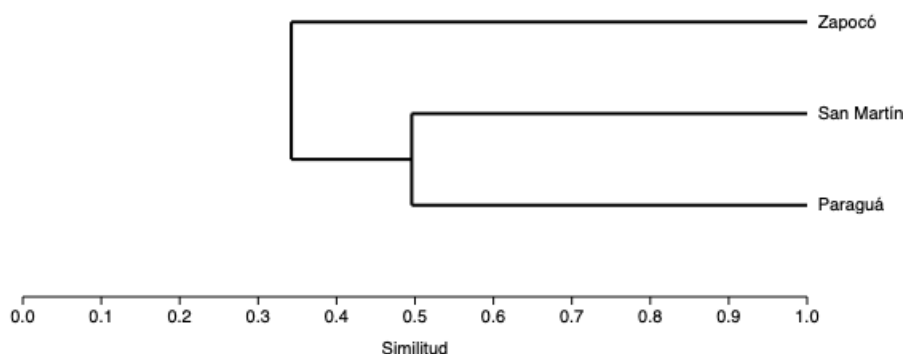
Tabla 2. Superficie y biodiversidad presente en la zona de estudio y en cada cuenca.

Lugar	Superficie (km ²)	Familias	Géneros	Especies	Naturalizadas	Adventicias
Total	77.754,8	175	1.101	3.277	19	22
Paraguá	28.909,8	171	985	2.697	14	15
San Martín	48.145,2	141	702	1.494	6	10
Zapocó	699,9	105	402	719	5	10

Fuente: Elaboración propia.

La similitud en la composición de especies (beta diversidad) entre las cuencas es moderada a baja (Figura 4). Esto significa que alrededor de la mitad de las especies se comparte entre la cuenca Paraguá y San Martín, y alrededor de un tercio se comparte entre la subcuenca Zapocó y las otras dos cuencas. Aunque la cuenca Paraguá y San Martín abarcan grandes superficies (Tabla 2) y comparten 10 de las 14 unidades de vegetación (Tabla 4), solo existe una similitud moderada entre la flora de ambas cuencas. Esto se debe principalmente a la mayor cantidad de vacíos de información en las sabanas, bosques amazónicos, bosques ribereños y bosques de transición de la cuenca San Martín, así como a la ausencia de la flora particular y con muchos endemismos del cerrado de mesetas y serranías de la cuenca Paraguá en la otra cuenca (Tabla 4). La baja similitud de la flora de la subcuenca Zapocó se debe a que solo las especies de 5 unidades de vegetación presentes en esta subcuenca se comparten con las otras cuencas.

Figura 5. Dendrograma de diversidad beta entre las 3 cuencas. Similitud "0" = ninguna especie compartida, similitud "1" = todas las especies compartidas.



Fuente: Elaboración propia.

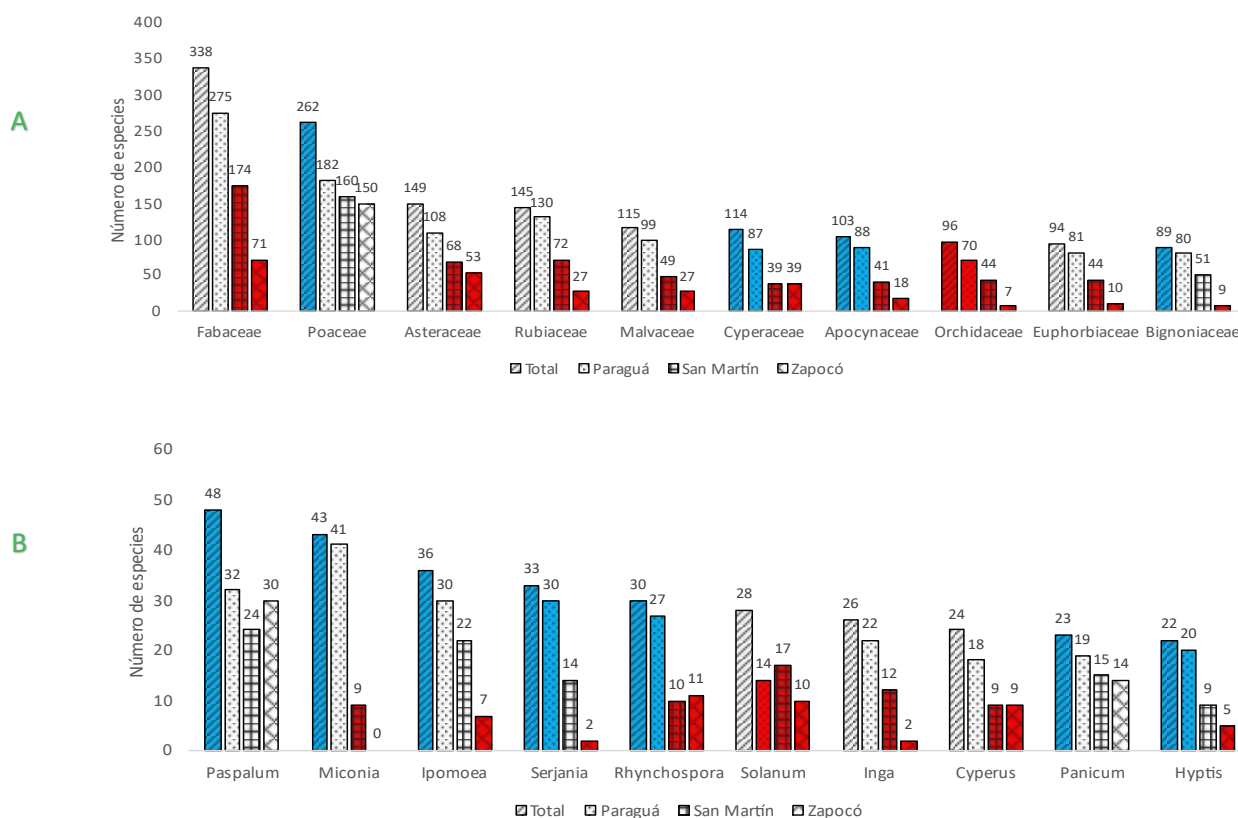
La diversidad de las principales familias y géneros es similar a otros estudios registrados en las zonas bajas de Bolivia. Las familias con mayor cantidad de especies fueron: Fabaceae (338 especies), Poaceae (262 especies) y Asteraceae (149 especies; Figuras 6A, 7). En relación con los géneros, los más ricos son: *Paspalum* (48 especies), *Miconia* (43 especies) e *Ipomoea* (36 especies) (Figura 5B, 6). Estos resultados concuerdan, en general, con estudios específicos realizados dentro y fuera de la zona de estudio, como: Killeen & Nee (1991), Killeen & Schulenberg (1998), Killen *et al.* (1998), Ibish *et al.* (2002) y Villegas *et al.* (2008), y con el patrón general determinado para las zonas bajas de Bolivia por Jørgensen *et al.* (2014).

Solo cuatro de las familias más diversas (Poaceae, Cyperaceae, Apocynaceae y Bignoniaceae) registran entre el 50,2-54,7 % de todas las especies conocidas para las zonas bajas de Bolivia; el resto de las familias poseen entre el 37-43 % de las especies, salvo *Orchidaceae* que solo registra el 22,9 % (Figura 6A). Los géneros *Ipomoea*, *Paspalum*, *Rhynchospora*, *Panicum*, *Serjania* e *Hyptis* están bien representados al registrar entre el 54-73 % de todas las especies conocidas para las tierras bajas; el resto solo tiene entre el 32-48 % (Figura 6B). Los factores que propician que estas familias y géneros estén mejor representados son la presencia de hábitats adecuados para estas plantas que se encuentran en las diferentes fisonomías del bosque amazónico y cerrado. La Chiquitania, por ejemplo, es un centro de riqueza importante para la familia Poaceae (Meneses *et al.* 2014), y en particular las fisonomías campestres y sabánicas del cerrado que están compuestas principalmente por pastos y hierbas con arbustos y/o árboles dispersos, donde las familias y algunos géneros de Poaceae y Cyperaceae, y los géneros *Hyptis* e *Ipomoea* están presentes (Killeen & Hinz 1992, Ibisch 2003, Beck 2014, Villarroel *et al.* 2016, Wood *et al.* 2015).

Asimismo, las familias Apocynaceae y Bignoniaceae, y el género *Serjania*, son componentes importantes de los bosques amazónicos y cerrado (Olmstead *et al.* 2009, BFG 2015, Flora e Funga do Brasil 2022). La baja representatividad de las orquídeas en las tres cuencas se debe, por un lado, a que existen 84 colecciones no identificadas en los herbarios nacionales principalmente y, por otro lado, aún existen muchas áreas en las cuales no se han hecho

colecciones de estas plantas, lo que podría aumentar el número de especies y llegar a registrar hasta un 35-40 % de todas las orquídeas conocidas para las zonas bajas de Bolivia.

Figura 6. Riqueza de especies de plantas en la zona de estudio y por cuencas mostrando el número de especies y el porcentaje de especies que se registran en relación con el total de especies presentes en las tierras bajas de Bolivia. A) Familias de plantas más ricas en especies, B) géneros más ricos en especies. Barras rojas ≤ 25 %, barras blancas 26-49 % y barras celestes ≥ 50 %.



Fuente: Elaboración propia.

2.2 Descripción de la flora por cuenca

2.2.1 Cuenca del río Paragá

En esta cuenca se han registrado 171 familias, 985 géneros y 2.697 especies (Tabla 2). Las tres familias más ricas en especies son: Fabaceae (275 especies), Poaceae (182 especies) y Rubiaceae (130 especies) (Figura 6A, 7). Los géneros más ricos en especies son: *Miconia* (41 especies), *Paspalum* (32 especies), e *Ipomoea* y *Serjania* (30 especies cada una) (Figura 6B, 7). La mayor diversidad encontrada en esta cuenca no solo es reflejo de un mayor esfuerzo de colección en varias zonas aledañas y al interior del PNNKM (Figura 14), sino también por la presencia de 12 de las 14 unidades de vegetación que permite la presencia de una gran variedad de hábitats donde mayor número de especies pueden convivir y porque casi el 50 % de su superficie tiene un estado de conservación alto a muy alto.

Figura 7. Familias y géneros representativos de la zona de estudio. A) Apocynaceae, *Aspidosperma australe* (Amarillo), B) Fabaceae, *Hymenaea stigonocarpa* (Paquí), C) Convolvulaceae, *Ipomoea* sp., D) Poaceae, *Panicum máximum*, E) Malvaceae, *Pseudobombax marginatum* (Pequí), F) Bignoniaceae, *Tabebuia* sp. (Tajibo).



Fotografías: M. Zarate.

En esta cuenca, solo Cyperaceae y Apocynaceae están bien representadas, con un 50-54% de todas las especies conocidas para las zonas bajas de Bolivia. El resto tiene valores inferiores a 48,1%, siendo Orchidaceae nuevamente el menos representado (Figura 6A). Con relación a los géneros, *Serjania*, *Rhynchospora* e *Hyptis* tienen entre un 50-66% de todas las especies conocidas. El resto tiene valores inferiores al 48,7%, y *Solanum* es el menos representado con solo un 16% (Figura 6B). Aparte de los argumentos mencionados en la diversidad general, es importante señalar que la buena representatividad de especies de Cyperaceae en esta cuenca se debe a que el 70% de la unidad de vegetación "campo limpo estacionalmente inundado" presenta un estado de conservación de moderado a muy alto, siendo un hábitat óptimo para muchos miembros de esta familia. La baja representatividad de *Solanum* en todas las cuencas se debe a que este género es más diverso en la zona andina que en las tierras bajas (Knapp 2002).

2.2.2 Cuenca del río San Martín

A esta cuenca pertenecen 141 familias, 702 géneros y 1.494 especies (Tabla 2). Las familias más ricas en especies son: Fabaceae (174 especies), Poaceae (160 especies) y Rubiaceae (72 especies) (Figura 6A, 7). A su vez, los géneros más diversos son: *Paspalum* (24 especies), *Ipomoea* (22 especies) y *Solanum* (17 especies) (Figuras 6B, 7). En esta cuenca, 8 de las 10 familias y 5 de los 10 géneros más diversos registran <25 % de todas las especies conocidas para las zonas bajas de Bolivia (Figura 6A y 6B). Estos resultados nos indican que la riqueza de esta cuenca se encuentra subestimada, es decir, no refleja el número real de especies presentes en esta zona. La riqueza de esta cuenca debería aproximarse a la cuenca Paraguá porque ambas comparten 10 de las 14 unidades de vegetación presentes en la zona de estudio (Tabla 4). Las posibles causas de estos resultados son que los registros se concentran en determinadas áreas (alrededor de caminos hacia la comunidad de Perseverancia y áreas específicas dentro de concesiones forestales), el 80,8% de su superficie tiene vacíos de información, es decir, muchas áreas sin registros botánicos (Figura 14) y muchos de los inventarios florísticos se han concentrado en especies forestales. Futuros esfuerzos de colección deberían contemplar, no solo árboles, sino también plantas del piso del bosque cuya diversidad es más grande en relación con las comunidades del sotobosque y dosel (Killeen *et al.* 1998).

2.2.3 Subcuenca del río Zapocó

En esta cuenca se han registrado 105 familias, 402 géneros y 719 especies (Tabla 2). Las familias más ricas son: Poaceae (150 especies), Fabaceae (71 especies) y Asteraceae (53 especies) (Figura 6A, 7). Con respecto a los géneros, los más ricos en especies son: *Paspalum* (30 especies), *Panicum* (14 especies) y *Rhynchospora* (11 especies) (Figura 6B, 7). Esta diversidad es un reflejo de la composición de especies que existen en el bosque seco chiquitano y las 3 fisonomías del cerrado que están presentes en esta cuenca. Así, por ejemplo, la familia Poaceae y sus géneros, así como un género de Cyperaceae, son típicos y dominantes en los campos. En esta cuenca, también la mayoría de las familias y géneros registran menos del 25 % de las especies conocidas para las zonas bajas de Bolivia (Figura 6A y 6B). Aunque esta subcuenca solo tiene el 26,6 % de su superficie con vacíos de información (Figura 14) y se ha realizado un gran esfuerzo de colección, la pequeña superficie que ocupa y las pocas unidades de vegetación presentes no permiten la existencia de una gran riqueza en las principales familias y géneros.

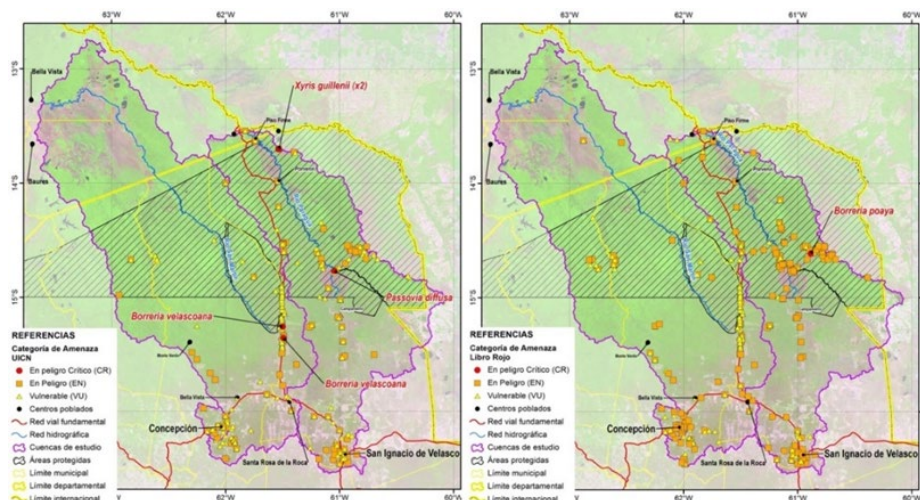
2.3 Especies de flora bajo categorías de amenaza o consideradas endémicas

Se han registrado en total 1,024 especies amenazadas, 980 especies en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y 133 en libros rojos nacionales (VMABCC-BIOVERSITY 2009, Mamani *et al.* 2010, Ministerio de Medio Ambiente y Aguas 2020) (Tabla 3). Las especies amenazadas representan entre el 25-31% de las especies presentes en la

zona de estudio y en cada cuenca, y el 90,5% de las especies evaluadas no presentan un nivel de amenaza alto. La presencia y cantidad de especies categorizadas como Vulnerables y En Peligro en las tres cuencas suman 57 según UICN y 97 según los libros rojos nacionales, respectivamente (Anexo 1). La conversión de la vegetación original en zonas agropecuarias es una amenaza latente que podría haber afectado la existencia de muchas especies. Por ejemplo, los lugares de colección de aproximadamente el 10-30% de las colecciones realizadas en cada una de las últimas décadas actualmente son áreas agropecuarias. Esto nos indica que es muy probable que las especies colectadas en esas décadas hayan desaparecido o estén restringidas a vegetación o árboles remanentes del bosque seco chiquitano, bosque de transición amazónico-chiquitano y el cerrado en sus diferentes fisonomías, que perviven en algunos puntos de las zonas agropecuarias. Estos resultados deberían llamar la atención de los gobiernos locales al momento de realizar la planificación territorial de su entorno natural, ya que estas especies son o están a un paso de estar en una categoría de mayor riesgo o extinguirse localmente.

En cuanto a endemismos, a la fecha, se han registrado 66 especies endémicas; 15 especies están restringidas a la zona de estudio, 26 especies son endémicas al departamento de Santa Cruz, y 25 especies están restringidas a Bolivia. Las tres categorías de endemismo se encuentran en todas las cuencas (Figura 9). Dos importantes centros de endemismo en la zona de estudio son el cerrado y los afloramientos rocosos, donde se han registrado alrededor de 20 especies endémicas, como *Ancistrotropis subhastata*, *Borreria velascoana*, *Gomphrena cardenasii*, *Paspalum kempffii*, *Hyptis woodii*, *Xyris guillenii*, entre otras. El cerrado chiquitano, incluyendo las lajas, alberga aproximadamente 80 especies endémicas (Mamani *et al.* 2011); por lo tanto, acciones futuras de los gobiernos locales deberían contemplar la conservación y protección de estos endemismos, sobre todo las especies que son exclusivas de las 3 cuencas y no crecen en otras partes del mundo.

Figura 8. Mapa de distribución de las especies en las categorías de amenaza: en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU). A) según UICN y B) libros rojos nacionales.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Especies amenazadas presentes en la zona de estudio y por cuencas. Fuente: VMABCC-BIOVERSITY (2009), Mamani *et al.* (2010), Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (2020).

Categoría de amenaza	Total		Paraguá		San Martín		Zapocó	
	UICN	Libro Rojo*	UICN	Libro Rojo*	UICN	Libro Rojo*	UICN	Libro Rojo*
En peligro crítico (CR)	3	1	2	1	1	0	0	0
En Peligro (EN)	19	58	17	54	8	29	2	14
Vulnerable (VU)	38	39	31	36	18	23	7	8
Casi amenazado (NT)	14	9	13	9	7	7	2	3
Preocupación menor (LC)	895	22	786	18	439	14	167	4
Datos insuficientes (DD)	11	4	6	4	4	0	2	0
Total, especies evaluadas	980	133	855	122	477	73	180	29

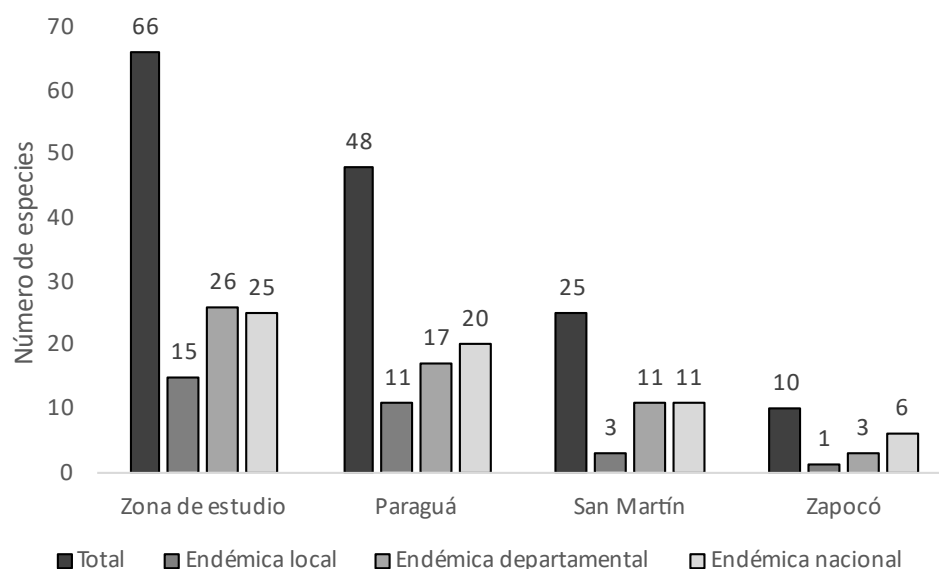
Fuente: Elaboración propia.

2.3.1 Cuenca del río Paraguá

En esta cuenca, están categorizadas en peligro crítico (CR) dos endemismos locales: *Passovia diffusa* y *Xyris guillenii* (Figura 7A), según la UICN, y una hierba de amplia distribución: *Borreria poaya*, según Mamani *et al.* (2010). Otras especies importantes en categorías de amenaza alta (EN y VU) son otros 5 endemismos locales (Anexo 1). *Borreria poaya* está distribuida en Argentina, Brasil, Paraguay y Venezuela. Fue inicialmente conocida en Bolivia a través de un registro del cerro Mutún (Cabral *et al.* 2012), y su categorización de amenaza corresponde a las condiciones evaluadas en ese hábitat. Sin embargo, posteriormente se adicionaron 3 registros más del norte del país, uno de ellos proveniente de la cuenca Paraguá (Figura 7B). Por ello, se requiere una evaluación actualizada de las amenazas potenciales para esta especie en su nueva área de distribución, para confirmar o descartar la categoría de amenaza que posee actualmente.

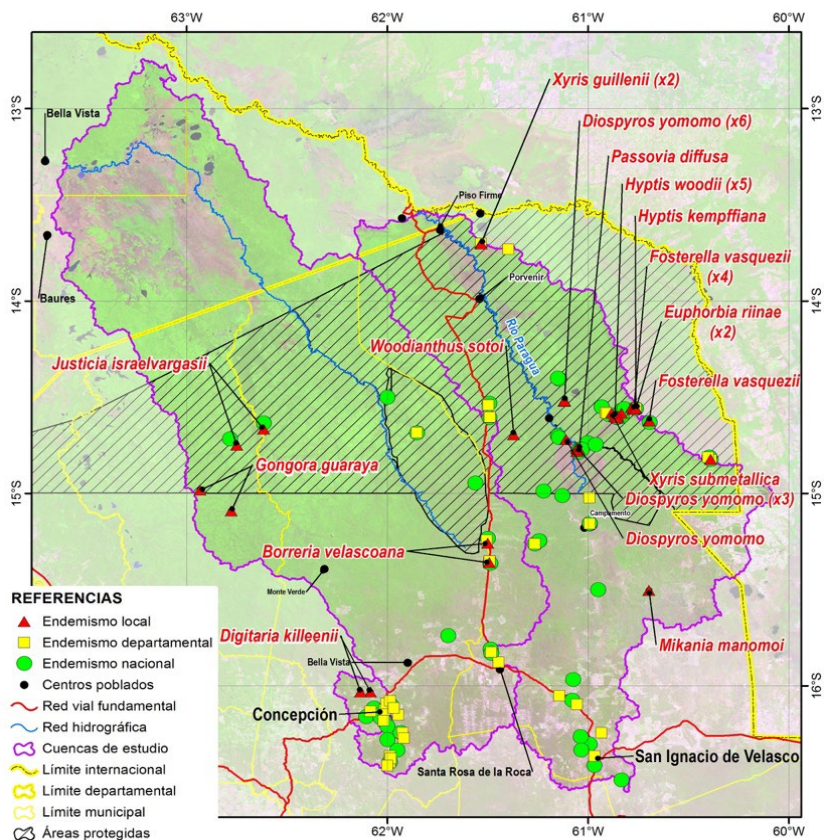
Las otras dos especies en peligro crítico habitan el campo de Murundus y el campo limpo estacionalmente inundado. En ambos tipos de vegetación, el grado de amenaza alto-muy alto es relativamente bajo; sin embargo, los escasos registros presumen que sus poblaciones son reducidas y susceptibles a potenciales amenazas como el fuego y la expansión de pastos invasores.

Figura 9. Número de especies por categorías de endemismo presentes en la zona de estudio y en cada una de las cuencas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Mapa de distribución de los tres tipos de endemismo en la zona de estudio. Los endemismos locales se indican también con el nombre de la especie. Número de registros > 1 son indicados entre paréntesis.



Fuente: Elaboración propia.

Se reportan 48 especies endémicas en total para la cuenca Paraguá. Once especies son endemismos locales, y el mayor número de especies endémicas se registra en esta cuenca (Figura 9). Estos resultados reflejan la presencia de diferentes clases de unidades de vegetación, con diferentes características de suelo, grado de inundación y altura sobre el nivel del mar. En estas, se han formado hábitats con características particulares que han permitido el establecimiento de una flora única.

Por ejemplo, las siguientes hierbas son conocidas por pocos registros y solo habitan en algunas de las fisonomías del cerrado dentro y aledaño al PNNKM: *Euphorbia riinae* e *Hyptis kempffiana*, que habitan los cerrados de meseta a 700-800 m.s.n.m.; *Hyptis woodii*, *Passovia diffusa*, *Xyris guillenii* y *X. submetallica*, que habitan los campos estacionalmente inundados; la hierba *Fosterella vasquezii*, conocida por 4 colecciones, habita zonas rocosas dentro del PNNKM; *Diospyros yomomo*, un árbol pequeño frecuente en zonas pantanosas, está registrado dentro y aledaño al PNNKM (Figura 10).

Otras especies, como el arbusto *Woodianthus sotoi*, conocido por un solo registro en el borde del camino en una zona de bosque semihúmedo, y la orquídea epífita *Catasetum ricii*, conocida por un solo registro, es probable que amplíen su rango de distribución a otras áreas dentro de esta cuenca o la cuenca San Martín si se realiza un mayor esfuerzo de colección. El arbusto *Mikania manomoi* solo fue registrado en un lugar del cerro Manomó, este cerro aislado se encuentra a 100 km al norte de San Ignacio (Figura 10). Factores como el aislamiento geográfico, en el caso de *M. manomoi*, pueden ser la causa de este endemismo local. Sin embargo, en las otras especies, se desconoce cuál es el nicho ecológico (tolerancia y requerimientos de una especie) que encuentran en su hábitat y no encuentran en otros similares.

2.3.2 Cuenca del río San Martín

En esta cuenca, solo la hierba *Borreria velascoana* (Rubiaceae) se encuentra en peligro crítico (Figura 8A). Su hábitat son dos lajas, áreas que actualmente tienen grados de amenaza alto a muy alto debido al cambio en el uso del suelo por agricultura, fuego y construcción de red vial.

Para esta cuenca se han registrado 25 especies endémicas, que representan casi la mitad de lo registrado en Paraguá, y 3 endemismos locales (Figura 9). Estos resultados, al igual que los de diversidad, están subestimados, ya que esta cuenca, así como Paraguá, cuenta con 12 de las 14 unidades de vegetación (Tabla 4), abarca una gran extensión de territorio y presenta buen estado de conservación, especialmente en el centro norte de la cuenca (Figura 9). Sin embargo, el 80,8 % de su superficie presenta vacíos de información. Es de esperar que mayores esfuerzos de colección aumenten el registro de las tres clases de endemismos en vegetaciones como las sabanas abiertas e inundables y en las diferentes fisonomías del bosque amazónico, especialmente de hierbas, (sub)arbustos y epífitos (plantas que crecen en troncos y copa de los árboles).

Los endemismos locales, conocidos solo de dos colecciones, son: la hierba *Justicia israelvargasii* y la orquídea epífita *Gongora guaraya*, ambas presentes en el bosque amazónico de tierra firme

(Figura 10); la primera, presente en el borde del bosque (Wasshausen & Wood 2003) y la segunda, crece en el tronco de la palmera *Bactris major* (Gerlach *et al.* 2020). De ambas especies existen pocos datos para afirmar que estas especies están restringidas a estos hábitats o que su rango de distribución pueda extenderse a otros hábitats.

El tercer endemismo local es la hierba *Borreria velascoana*, presente en dos afloramientos rocosos, a 68-69 km de Santa Rosa de la Roca, en el camino a Piso Firme (Figura 10). Los dos únicos registros datan del año 2009. Esta especie forma parte del conjunto de especies endémicas restringidas a las lajas, las cuales albergan un endemismo local alto (Azurduy & Maillard 2022), que se caracterizan por tener suelos superficiales, con poca materia orgánica y con pequeñas islas de vegetación donde el suelo tiene suficiente profundidad (Mamani *et al.* 2010) y que ha permitido albergar una flora especializada a este hábitat.

2.3.3 Subcuenca del río Zapocó

No se ha registrado ninguna especie en peligro crítico (CR) y la cantidad de especies amenazadas es menor que las otras cuencas (Tabla 3). Es probable que existan más especies amenazadas, incluso que existan especies en la categoría en peligro crítico, debido a que el 23,9 % de la subcuenca registra un grado de amenaza alto-muy alto. A medida que se evalúe el grado de amenaza de más especies registradas en esta subcuenca el número de especies amenazadas puede aumentar.

Se han registrado 10 endemismos, que representa un 20 % de los endemismos registrados en la cuenca Paraguá, y solo un endemismo local (Figura 9). A pesar de que, en esta zona se ha realizado un gran esfuerzo de colección y solo tiene 26,6 % de su superficie con vacíos de información (Figura 13), el principal factor que puede haber reducido la presencia y registro, actual y futuro, de más endemismos, sobre todo locales, es la degradación de la vegetación original, produciendo un estado de conservación de malo-muy malo en el 79% de su superficie (Tabla 4). El único endemismo local es el pasto *Digitaria killenii*, conocido de dos colecciones que datan de 1986-1987, situados en dos estancias al norte de la localidad de Concepción (Figura 10). Crecen en el límite entre bosque seco Chiquitano y la fisonomía sabánica del cerrado, este ambiente intermedio parecer ser el hábitat de esta especie, pero, al no contar con más registros y considerando el estado de conservación malo de la subcuenca es incierto que se vuelva a coleccionar esta planta.

2.4 Descripción de las unidades de vegetación en las cuencas de los ríos Paraguá, San Martín y la subcuenca del río Zapocó

En las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó, diferenciamos 14 unidades de vegetación (Figura 11). La mayoría de ellas se encuentran en las dos primeras cuencas, y solo 5 unidades se hallan en la subcuenca Zapocó (Tabla 4). Por otro lado, el bosque amazónico de pie de meseta y el cerrado de mesetas y serranías solo están presentes en la cuenca Paraguá, mientras que la sabana abierta y la sabana inundable están únicamente en la cuenca San Martín (Tabla 4).

El bosque amazónico de tierra firme ocupa la mayor superficie dentro del área de estudio (31.191,4 km²), y en la cuenca San Martín se encuentra alrededor de 2/3 de esa superficie (Tabla 4).

Tabla 4. Unidades de vegetación presentes por cuenca y su superficie (km² y porcentaje).

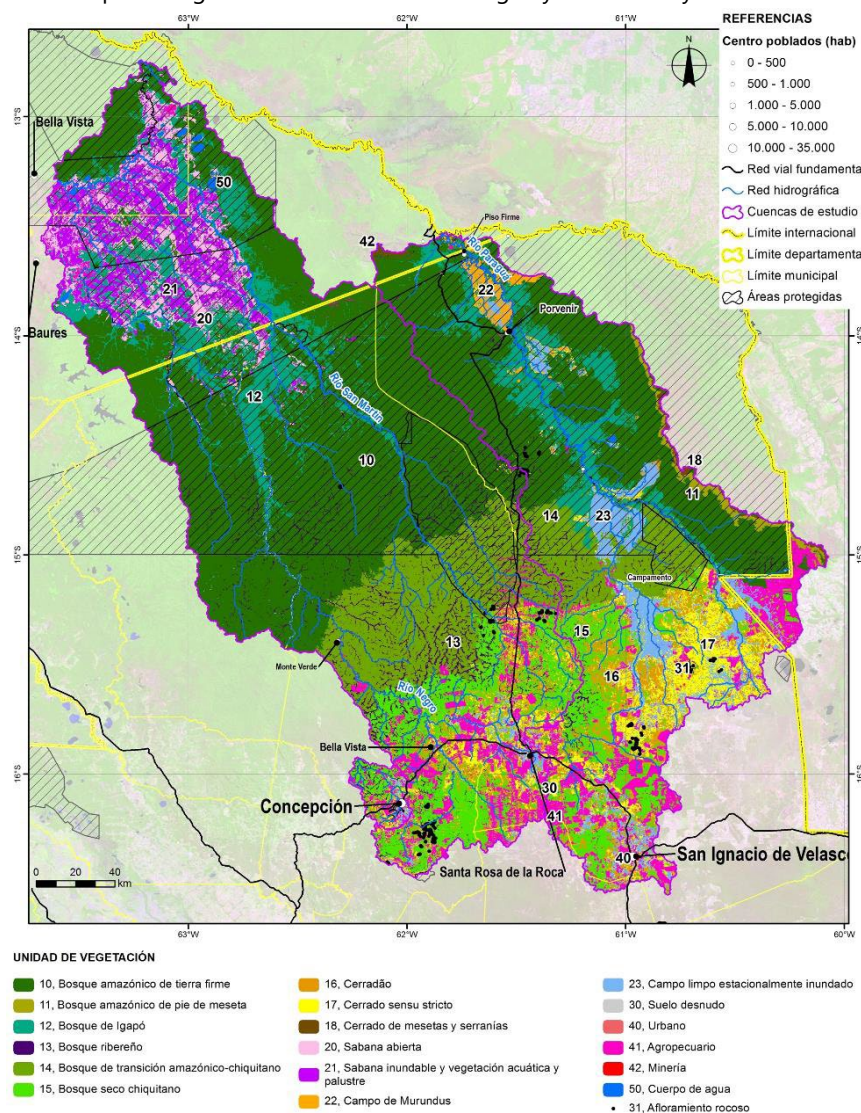
Cuenca	Paraguá		San Martín		Zapocó	
Unidad de vegetación	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Afloramiento rocoso	9,9	0,03	4,2	0,0	---	---
Bosque amazónico de pie de meseta	379,1	1,3	---	---	---	---
Bosque amazónico de tierra firme	9.653,9	33,4	21.537,4	44,7	---	---
Bosque de Igapó	2.867,2	9,9	4.877,6	10,1	---	---
Bosque de transición amazónico-chiquitano	2.483,3	8,6	5.430,1	11,3	---	---
Bosque ribereño	363,0	1,3	1.762,7	3,7	73,1	10,4
Bosque seco chiquitano	2601,5	9,0	3.726,1	7,7	251,5	35,9
Campo limpo estacionalmente inundado	2.729,4	9,4	374,8	0,8	62,7	9,0
Campo de Murundus	404,7	1,4	1,6	0,0	---	---
Cerradão	2.220,3	7,7	1231,1	2,6	48,5	6,9
Cerrado de mesetas y serranías	197,9	0,7	---	---	---	---
Cerrado <i>sensu stricto</i>	2.459,9	8,5	887,7	1,8	85,3	12,2
Sabana abierta	---	---	2.681,7	5,6	---	---
Sabana inundable y vegetación acuática y palustre	---	---	3.179,0	6,6	---	---

Fuente: Elaboración propia.

2.4.1 Afloramiento rocoso

Esta unidad, dentro de la zona de estudio, cuenta con una extensión de 14.1 km². Hace referencia únicamente a aquellas cúpulas y lajas graníticas que se encuentran ampliamente distribuidas y en diferentes proporciones (Figura 11). Estos afloramientos rocosos varían significativamente en tamaño y pueden ser desde planos hasta convexos (Figura 11), y suelen encontrarse dentro o rodeados por el bosque seco chiquitano y el cerrado sensu lato. Para el área de estudio, se tienen zonas que pueden concentrar gran parte de estos afloramientos. Por ejemplo, en la zona central, donde se encuentra Cerro Pelao, y al suroeste alrededor de Concepción. La vegetación de estos afloramientos rocosos puede ser considerada como una de las más especializadas. Las familias representativas son Bromeliaceae, Asteraceae, Cactaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae y Velloziaceae. Especies como *Ancistrotropis subhastata*, *Borreria velascoana*, *Hibiscus conceptionis*, *Neocuatrecasia epapposa* y *N. tysonii*, *Paspalum crucense* y *Sporobolus crucensis* son especies endémicas que comparten tanto los afloramientos de la zona central como los de la zona sur.

Figura 11. Mapa de vegetación de las cuencas Paraguá y San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Bosque amazónico de pie de meseta

Estrecha franja de bosque amazónico que se distribuye sobre las laderas abruptas de la meseta de Caparuch (Figura 11). Ocupa una superficie de 379,1 km². Se compone principalmente de bosques siempreverdes estacionales. Los árboles son altos en promedio (25 m) y los suelos son pedregosos. Aunque su composición tiene elementos amazónicos, también existen elementos de los bosques chiquitanos (Navarro 2011). Subiendo hacia la meseta, el tamaño de los árboles tiende a disminuir y la presencia de lianas es evidente. Algunas especies presentes en esta unidad son: *Chamaecostus subsessilis*, *Davilla grandiflora*, *Metrodorea flavida*, *Myrcia* amazónica, *Palicourea guianensis*, *Protium heptaphyllum* (Isiga), *Serjania comata*, *Terminalia fagifolia*, *Trichilia elegans*, entre otras.

2.4.3 Bosque amazónico de "tierra firme"

Esta unidad, conocida localmente como monte alto, ocupa la mayor extensión de la zona de estudio con 31,191.4 km² y se extiende desde el norte hasta la zona central de la cuenca San Martín y hasta la parte alta de la subcuenca Tarvo (Figura 11). Bosques siempre verdes, altos (> 25 m), no inundables, presentes en llanuras aluviales antiguas de los ríos del margen suroeste del Escudo Precámbrico en la cuenca de los ríos Paraguá e Iténez (Figura 12B) y en Bolivia constituyen el límite más meridional de los bosques amazónicos del noreste de Pando, norte de Beni y de Rondonia (Navarro 2011). Este mismo autor destaca la presencia de especies características como *Cariniana estrellensis* (Yesquero negro) y *Couratari guianensis*, *Erisma uncinatum* (Cambará hembra) y *Qualea paraensis* (Cambará macho), entre otras. En los bosques amazónicos del norte de la provincia Itenez, *Bertholletia excelsa* (Castaña) alcanza su límite más meridional de distribución en Bolivia (Navarro & Maldonado 2002). Estos bosques no son tan diversos, en especies y endemismos, como los de más al norte (Ibisch *et al.* 2003, Villegas *et al.* 2008).

2.4.4 Bosques de Igapó

Esta unidad de vegetación cubre una extensión de 7.744,8 km² y se distribuye sobre áreas muy planas, deprimidas o llanuras aluviales de ríos y arroyos. En la cuenca Paraguá, ocupa áreas colindantes al río Tarvo, río Paraguá y sobre algunos de sus ríos tributarios, así como algunas zonas entre Porvenir hacia la serranía San Simón. En la cuenca San Martín, abarca áreas colindantes al río Negro y río San Martín, así como extensas llanuras entre los ríos antes mencionados. Más al norte, se entremezcla con las sabanas abiertas e inundables (Figura G).

Este tipo de vegetación comprende todos los bosques amazónicos inundables por aguas que tienen poco contenido de nutrientes (aguas negras, claras o mixtas). El nombre "Igapó" es el término que en Brasil se utiliza para designar a este tipo de bosque. Los bosques varían desde húmedos siempre verdes hasta estacionales, y la estructura es variable. Sin embargo, en las cuencas bajas de los ríos Paraguá y San Martín, suelen tener una altura de 20-25 m, con algunos

árboles emergentes que alcanzan alrededor de los 30 m. El sotobosque es escaso o ausente (Figura 12A). Además, son parte de esta unidad los bosques pantanosos de palmas, compuestos por *Tabebuia insignis* y *Mauritia flexuosa* (Palma real) (Navarro 2011).

Algunas especies presentes en esta unidad incluyen *Albizia subdimidiata*, *Cariniana domestica* (Yesquero colorado), *Macrolobium acaciifolium* (Tipa del baño), *M. multijugum* y *Symmeria paniculata*, entre otras (Navarro 2011, Beck 2014).

2.4.5 Bosque de transición amazónico-chiquitano

Esta unidad tiene una extensión de 7,913.4 km² y se extiende a manera de franja en dirección este a suroeste en la parte media de las cuencas San Martín y Paraguá (Figura 11). Como el nombre lo señala, es una zona de transición entre el bosque seco chiquitano y el bosque amazónico de tierra firme. A medida que el bosque seco chiquitano se extiende hacia el norte, se entremezcla con elementos característicos del bosque amazónico. Son bosques altos y densos, semideciduos a siempre verdes estacionales que alcanzan los 22-26 m de altura. Las especies de afinidad chiquitana, en general, predominan más hacia el sur y hacia el este (Navarro 2011). Las especies importantes son: *Centrolobium microchaete* (Tarara), *Hura crepitans* (Ochoó), *Sapindus saponaria* (Chutouvo) y *Calycophyllum spruceanum* (Guayabochi) (Navarro 2011).

Figura 12. A) Bosque de Igapó, B) bosque amazónico de tierra firme, C) vegetación acuática o "pantanales", D) sabana abierta, E) cúpulas graníticas rodeada de bosque seco chiquitano, zona sur de Concepción, F) taropal, con *Eichhornia azurea* en primer plano.



Fotografías: A de M. Martinez, B y E de R. Nina y C, D y F de S. Beck.

2.4.6 Bosques ribereños

Esta unidad de vegetación tiene una extensión de 2,198.8 km² y se distribuye mayormente en la parte media de la cuenca del río San Martín, con menor presencia en la cuenca Paraguá y subcuenca Zapocó. Está presente en muchos ríos/arroyos que recorren el bosque seco chiquitano, el bosque de transición amazónico-chiquitano y el bosque amazónico de tierra firme (Figura 11). Está constituida por franjas de bosques situados en los márgenes de ríos/arroyos o fondos de valle de los cursos fluviales que poseen mayor humedad y pueden inundarse temporalmente en época de lluvias.

La composición y estructura son variables; Navarro (2011) define los siguientes tipos: en el río bajo San Martín y bajo río Negro, el bosque tiene un dosel de poca altura, desarrollado sobre orillas arenosas e inundado por agua fluyente. En la Chiquitania central, oriental y occidental, los bosques están formados por árboles adaptados a suelos temporalmente inundados (bosque higrófilo); es el más extendido y ocupa el fondo de los valles de los arroyos. En la Chiquitania norte, el bosque es alto, siempre verde estacional; existe la presencia frecuente de especies amazónicas características de ambientes inundables por ríos de aguas blancas como *Cariniana ianeirensis* (Yesquero blanco) y *Hura crepitans* (Ochoó).

En el escudo precámbrico chiquitano, los bosques se desarrollan sobre los márgenes de los ríos del centro, oeste y este de la Chiquitania, donde la vegetación está en contacto directo con el agua y es inundada durante la crecida de los ríos. Especies importantes son: *Calycophyllum spruceanum* (Guayabochi), *Ceiba pentandra* (Mapajo), *Ficus eximia* (Bibosi), *F. trigona* (Gomaliño colorado), *Gallesia integrifolia* (Ajo Ajo), *Lonchocarpus pluvialis*, *Maclura tinctoria* (Mora), *Pisonia zapallo*, *Phyllostylon rhamnoides* (Cuta), *Spondias mombin* (Sucá, asucaró, turino, nusucá, nusucash, cedrillo, cajá, taperebá, ocorocillo, suca), *Syagrus sancona* y *Symmeria paniculata*, entre otras.

2.4.7 Bosque seco chiquitano

En la zona de estudio, estos bosques ocupan una extensión de 6.579,1 km². Se ubican mayormente en la parte alta y media de la cuenca San Martín y, en menor proporción, en la parte media de la cuenca Paraguá, sobre planicies y serranías. En las zonas más alejadas a la carretera Concepción-San Ignacio de Velasco y Santa Rosa de la Roca-Piso Firme, se encuentran las áreas mejor conservadas y menos fragmentadas (Figura 11).

Bosques semidecíduos, medianamente altos (15-20/-25 m), con suculentas columnares y gran presencia de lianas, con especies siempre verdes hasta caducifolias, dosel denso a semidenso (Figura 12E), sotobosque de árboles y arbustos entre 8-14 m de alto, estrato herbáceo dominado por bromelias terrestres o hierbas algo leñosas en la base (Guillen *et al.* 2002, Ibisch *et al.* 2003, Navarro 2011, Beck 2014).

Las especies casi restringidas al bosque chiquitano son *Acosmium cardenasii* (Tajaá) y *Centrolobium microchaete* (Tarara) (Navarro 2011), y el género *Woodianthus* es endémico de esta unidad. Otras especies importantes son: *Cordia alliodora* (Picana, Picana blanca), *Schinopsis brasiliensis* (Soto, Quebracho colorado), *Tabebuia spp.* (Tajibo, Alcornoque), *Terminalia argentea* (Verdolaga), entre otros.

2.4.8 Campo limpo estacionalmente inundado

Esta unidad de vegetación cuenta con una superficie total de 3.166,9 km², forma parte de la fisonomía campestre del Cerrado y, a diferencia de otros campos, se encuentra de forma dispersa en la penillanura, ocupando las zonas más bajas de la región chiquitana (Villarroel et al., 2016). En la zona de estudio, se encuentra principalmente dentro de la cuenca Paraguá y de forma casi continua, desde la pampa de los Fierros, El Refugio, la Toledo hacia el sur atravesando San José de Campamento y San Simón (Figura 11). Sin embargo, dentro de la cuenca San Martín y Zapocó, este se encuentra de forma dispersa, sobre todo alrededor de Santa Rosa de la Roca, Concepción y San Ignacio, formando un mosaico intercalado con otras unidades de vegetación (Figura 13A). El campo limpo estacionalmente inundado se caracteriza por anegarse temporalmente durante la época húmeda, con un estrato gramíneo-herbáceo que alcanza hasta 1,5 m de altura, pero únicamente cuando no ocurren quemas (Martínez et al., 2020). Entre las especies dominantes están pastos de la familia Poaceae, como *Andropogon bicornis*, *Eriochrysis cayennensis*, *Imperata tenuis*, *Loudetia flammida*, *Loudetiopsis chrysothrix*, *Saccharum trinii* (nombre válido *S. villosum*), *Schisachyrium condensatum*, hierbas similares a pastos de la familia Cyperaceae, como *Rhynchospora globosa*, y pequeñas hierbas, como *Ludwigia nervosa* y *Xyris savannensis* (Villarroel et al., 2016).

2.4.9 Campo de Murundus

Esta unidad de vegetación, también conocida en el área de estudio como pampas de termiteros, se encuentra mayormente en el Bajo Paraguá, alrededor de la comunidad Porvenir y el PNNKM (Figura 11). Cuenta con una superficie total de 406,3 km². Los campos de Murundus son bastante particulares debido a su paisaje. Están dominados por un campo estacionalmente inundado, pero que posee árboles y arbustos agrupados sobre montículos o termiteros dispersos (Villarroel et al., 2016).

Los árboles y arbustos agrupados pueden alcanzar hasta 8 m de altura. Por otro lado, estas pampas de termiteros sufren quemas frecuentemente o pueden llegar a inundarse prolongadamente. Las especies comunes sobre las plataformas de los termiteros son *Alibertia edulis* (Huevo de michi, Marmelada), *Astronium fraxinifolium* (Cuchi, Pototó), *Brosimum gaudichaudii* (Mururé, Algodoncillo, Purubi), *Genipa americana* (Bi), *Tabebuia aurea* (Alcornoque para todo, tajibo, tajibo de pampa, tajibo amarillo), *Qualea grandiflora*, entre otras (Villarroel et al., 2016).

2.4.10 Cerradão

El cerradão es una unidad o tipo de vegetación que cubre una superficie de 3.499,9 km², la cual se distribuye inicialmente en pequeñas proporciones desde la zona norte de la cuenca Paraguá hasta la zona sur, ocupando las tres cuencas y tornándose en una unidad con mayor extensión, rodeada principalmente de bosque seco chiquitano y cerrado sensu stricto (Figura 11). Esta unidad de vegetación es un bosque semideciduo o deciduo compuesto por árboles de porte bajo, entre 8 y 12 m de altura, con árboles emergentes de hasta 15 m (Villarroel *et al.* 2016) (Figura 13F). Su composición leñosa está conformada por especies boscosas y sabánicas, así como por ciertas especies casi exclusivas, entre ellas pequeños árboles (arbustos) como *Alibertia edulis* (Huevo de michi, Marmelada), *Callisthene fasciculata* (Tinto), *Dilodendron bipinnatum*, *Protium heptaphyllum* (Isiga), *Vochysia haenkeana* (Cambara palo amarillo) y *Xylopia aromática* (Peraquina) (Villarroel *et al.* 2016). Otra especie que caracteriza al cerradão es la presencia del guapá (*Guadua paniculata*); este bambú a veces llega a ser el elemento dominante.

2.4.11 Cerrado de mesetas y serranías

Esta unidad de vegetación se distribuye principalmente en la serranía de San Simón, el cerro Manomó y en la meseta de Caparuch (Figura 11), con una superficie total de 197,9 km². La meseta de Caparuch viene a ser el área con mayor documentación botánica y mejor definida. Por lo general, esta unidad se presenta en un mosaico de fisonomías campestres y sabánicas, mismas que pueden estar intercaladas de acuerdo con las características del suelo, pendiente y humedad donde se desarrolla. Por ejemplo, en la meseta de Caparuch, previa a la cima se tiene **cerrado rupestre** (Figura 12E), mismo que está conformado por árboles y arbustos dispersos. Por otro lado, la fisonomía campestre, que es la de mayor dominio, se encuentra en sus diferentes sub-fisonomías, entre ellas: el **campo rupestre** está presente al filo de la meseta y otras áreas donde el suelo es poco profundo. Además, se caracteriza por poseer una flora particular y es considerada una de las más ricas en endemismo y especies raras. Algunas de sus especies son pequeñas hierbas como *Aspilia cardenasii* (nombre válido *Wedelia cardenasii*), *Hyptis kempffiana*, *H. woodii*, *Euphorbia riinae*, entre otras. El **campo sujo seco** y **campo limpo seco** que ocupan gran parte del paisaje de la meseta tienen una forma de vida predominante conformada por gramíneas, hierbas y subarbustos. En el caso del campo sujo seco, se diferencia por una mayor presencia de arbustos y pequeños árboles de porte bajo.

Finalmente, el **campo limpo úmido** se desarrolla sobre todo en aquellas áreas con relieve levemente inclinado que forman pequeñas depresiones, llegando a retener bastante humedad, pero sin llegar a inundarse. En este campo, se pueden encontrar el pequeño *arbusto* *Myrcia proencana* y hierbas como *Xyris guillenii*, *X. crassifunda* y *Paepalanthus chiquitensis* que emergen hasta 1 m de alto.

La distribución en forma de mosaico ocurre de la misma manera en el cerro Manomó y la serranía de San Simón, pudiendo cambiar la predominancia de alguno de sus campos. Por

ejemplo, el **campo sujo** y **campo limpo** que se desarrollan sobre suelos rocosos y/o arenosos en la cima del cerro Manomó son continuos y dominantes en comparación con otros campos. A diferencia de la meseta de Caparuch, estos dos sitios son los menos explorados y con menos registros botánicos.

2.4.12 Cerrado sensu stricto

Esta unidad de vegetación se encuentra distribuida, en su mayoría, en la subcuenca Zapocó, parte alta de la cuenca San Martín, y con algunas áreas dispersas en la parte media y baja de la cuenca Paraguá (Figura 11), con una superficie total de 3.432,9 km². El Cerrado sensu stricto forma mosaicos junto a otras unidades de vegetación, como el cerrado y áreas de campo limpo estacionalmente inundado; así mismo, conforma el conjunto de fisonomías sabánicas, donde se pueden distinguir hasta cuatro sub-fisonomías. De acuerdo con Villarroel *et al.* (2016), el cerrado sensu stricto está conformado por árboles y arbustos dispersos, con un estrato gramíneo-herbáceo continuo, pudiéndose diferenciar en función a la cobertura, abundancia de leñosas y el sustrato en el que se desarrolla.

Dentro de la zona de estudio se pueden distinguir, sobre todo en la penillanura, tres sub-fisonomías: el **cerrado denso**, **cerrado típico** y **cerrado ralo** (Figura 13B, 13C, 13D), mismos que se caracterizan por la presencia de un estrato gramíneo-herbáceo que puede variar entre 0,5 y 1 m de altura, un dosel leñoso discontinuo de 3 y 5 m de altura. Otro aspecto importante para esta unidad son las quemas. El fuego mantiene el cerrado en su estado natural y ha ocurrido desde antes de la llegada del ser humano, pero actualmente es causado por actividades humanas en diferentes frecuencias, y muchas plantas de este ecosistema han evolucionado para sobrevivir y beneficiarse de la quema (Mamani *et al.* 2010).

Algunas de sus especies leñosas típicas son *Bowdichia virgilioides* (Sucupira), *Brosimum gaudichaudi* (Mururé, algodóncillo, purubí), *Byrsonima cydoniifolia* (Totaicillo, muresí, totaishí), *B. coccolobifolia*, *Erythroxylum daphnites*, *Eugenia dysenterica* (Mochochó), *Himatanthus obovatus*, *Jacaranda cuspidifolia* (Ala de piyo, paraparaú), *Kielmeyera coriacea* (Huevo de burro), *Luehea paniculata*, *Machaerium acutifolium* (Tipa), *Qualea multiflora* y *Stryphnodendron obovatum* (Ala de pio), entre otras (Villarroel *et al.* 2016).

Por otro lado, en mesetas y serranías, además de estas tres sub-fisonomías, se puede encontrar el cerrado rupestre, que a diferencia de las sub-fisonomías de penillanura, se desarrolla en suelos rocosos únicamente con árboles y arbustos de entre 1 y 3 m de altura. Y, además, posee una composición florística particular con especies como *Caryocar brasiliense* (Piquí, huevo de burro, bola de burro), *Davilla elliptica*, *Miconia albicans*, *Norantea guianensis*, *Palicourea rigida*, *Pouteria ramiflora* (Yera, Chochís, uruma, lúcuma), *Schefflera distractiflora* (nombre válido *Didymopanax distractiflorus*) y *Terminalia fagifolia*, entre otras (Villarroel *et al.* 2016).

2.4.13 Sabana abierta

Este tipo de vegetación está distribuido en la parte baja de la cuenca San Martín. La mayor extensión se encuentra en la provincia Itenez del departamento de Beni, pero también se extiende hacia el norte de la provincia Ñuflo de Chávez del departamento de Santa Cruz (Figura 11). Forma parte de la extensa sabana de los llanos de Moxos (Figura 11) y ocupa una superficie de 2.681,7 km². Los registros botánicos son escasos. El único estudio botánico cercano a la zona de estudio que describe una vegetación similar fue realizado por Beck & Beck (2016).

Las sabanas abiertas están dominadas por comunidades de hierbas de gramíneas y ciperáceas (Figura 12D). Los géneros más importantes son: *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Cyperus*, *Rhynchospora*, *Scleria*, *Hyptis* y *Vernonia* (Beck & Beck 2016). Esta unidad de vegetación, junto con la unidad de sabana inundable y vegetación acuática y palustre, forma parte de la ecorregión de las Sabanas inundables de los llanos de Moxos, una región exclusiva de Bolivia (Ibisch *et al.* 2003).

2.4.14 Sabana inundable y vegetación acuática y palustre

Esta unidad, al igual que la anterior, ocupa la parte baja de la cuenca San Martín. La mayor extensión se encuentra en la provincia Itenez, pero también se extiende a otras provincias del departamento del Beni, y pequeñas áreas se localizan también en el norte de la provincia Ñuflo de Chávez del departamento de Santa Cruz (Figura 11). Tiene una superficie de 3.179,0 km². Este tipo de vegetación está entremezclado con la sabana abierta y los bosques de Igapó, formando manchas discontinuas (Figura 11). No se han registrado colecciones botánicas para esta vegetación en la zona de estudio. Al oeste de esta unidad, hacia la región de Magdalena, Beck & Beck (2016) describen para esta unidad de vegetación diferentes tipos de comunidades vegetales asociadas a bordes de ríos (Figura 12C) y lugares pantanosos con especies características diferenciales como:

- Cañuelar, presencia de *Echinochloa*, *Hymenachne* y *Luziola*.
- Taropal, presencia de *Eichhornia azurea* y *Pontederia subobovata* (Pontederiaceae) (Figura HF).
- Junquillar, presencia de *Cyperus giganteus* (Cyperaceae) y *Rhabdadenia madida* (Apocynaceae).
- Totoral, presencia de *Eleocharis acutangula* y *E. Elegans* (Cyperaceae).
- Patujusal, presencia de *Thalia geniculata* (Maranthaceae) y *Eleocharis interstincta* (Cyperaceae).
- Curiche, presencia de Alismataceae, Cyperaceae, Poaceae, Pontederiaceae.
- Yomomo, es un curiche más denso, pantanoso y a veces con arbustos y árboles.

Figura 13. Principales sub-fisionomías de Cerrado, **A)** campo limpo estacionalmente inundado, **B)** cerrado ralo, **C)** cerrado típico, **D)** cerrado denso, **E)** cerrado rupestre, y **F)** Cerradão creciendo al borde de domos (afloramiento rocoso).



Fotografías: Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

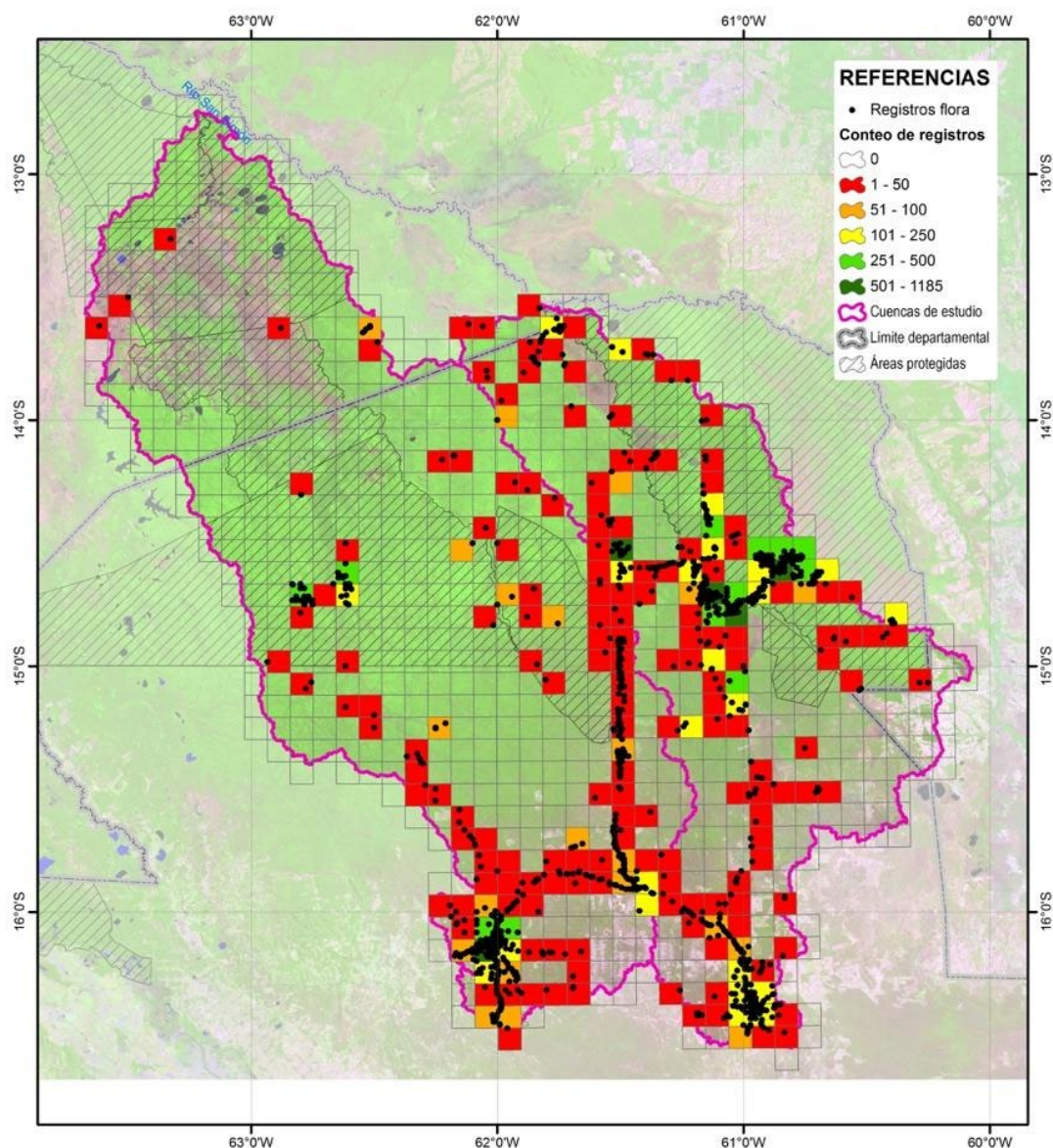
2.5 Análisis de vacíos de información

La distribución y cantidad de registros a lo largo del área de estudio es heterogénea (Figura 14). El 74,4% del área presenta vacíos de información, es decir, no existen registros botánicos. La cuenca Paraguá tiene un 62,2%, la cuenca San Martín un 80,8%, y la sub-cuenca Zapocó un 26,6% de ausencia de registros. Estos vacíos son más notorios en grandes áreas de la cuenca baja del río San Martín, específicamente en el norte de la provincia Ñuflo de Chávez y la provincia Iténez, entre los ríos Negro y San Martín principalmente (Figura 13).

Asimismo, se ha identificado que las áreas con mayor cantidad de registros se concentran únicamente en la población de Concepción, camino hacia San Javier y camino a El Carmen. Además, se observa una concentración en la zona de Cerro Pelao, los alrededores de la comunidad de Perseverancia y tres zonas en el borde y al interior del PNNKM: La Toledo, El Refugio y el extremo noreste de la pampa Los Fierros, así como la senda hacia la meseta Caparuch. Algunas áreas aledañas a estas también presentan altos niveles de registros (Figura 13).

La mayor proporción de los registros se encuentra a lo largo y aledaños a las principales vías de acceso y algunas sendas de ingreso dentro del PNNKM. Entre los años 1991 y 2000, se realizaron casi 10.000 colecciones, contribuyendo de manera significativa a llenar el vacío de información que existía en la zona de estudio. Estos resultados resaltan, por un lado, los lugares donde se han concentrado los mayores esfuerzos de colección e investigación, y, por otro lado, las zonas donde se requiere emprender proyectos de investigación que llenen el vacío de conocimiento de la flora y/o vegetación que existe en ellos.

Figura 14. Mapa de vacíos de información.



Fuente: Elaboración propia.



Capítulo III: La Fauna de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó

La biodiversidad de cada país es un componente fundamental para su desarrollo (Mittermeier, et al., 1997). Bolivia está entre los quince países con mayor biodiversidad a nivel mundial; representa el 0,2% de la superficie mundial y alberga alrededor del 4% de la diversidad biológica (MMAyA, 2018). Esto se debe a su ubicación geográfica, su variedad topográfica y un gran número de ecorregiones, tipos de vegetación y ecosistemas (Salazar-Bravo et al., 2002; Tarifa & Aguirre, 2009).

Se reconoce que Bolivia se encuentra entre los diez países con mayor diversidad de mamíferos (411 especies; Aguirre et al., 2019; Calderón y Muchala, 2021; Poma-Urey et al., 2020 y 2021; Siles y Wallace, 2021; Siles et al., 2021) y aves (1.435 especies, Herzog et al., 2018). Está entre los trece países con mayor riqueza de anfibios (245 especies) y dentro de los once con mayor diversidad de peces de agua dulce (652 especies) (MMAyA, 2018). Actualmente, esta biodiversidad está amenazada debido al contexto socioeconómico y político que, de no revertirse, pondrá en grave riesgo la sostenibilidad del uso de los recursos naturales a largo plazo.

A la fecha, Bolivia considera que el 17,3 % de sus especies de vertebrados se encuentran amenazadas (CR, EP, VU, NT y DD). Los grupos más afectados son los reptiles, donde el 43,5 % de sus especies se encuentran en alguna de estas categorías (133 especies de 306 reportadas para Bolivia), los anfibios, donde el 35% de sus especies están amenazadas (90 especies de 245), y los mamíferos con el 31,6 % de sus especies dentro de alguna categoría (130 especies de 411). Finalmente, se encuentran las aves, donde 130 especies, de las 1.435 reportadas, se encuentran amenazadas (9,2%); y peces que han incluido 43 especies de las 909 (6,6%) conocidas para nuestro país.

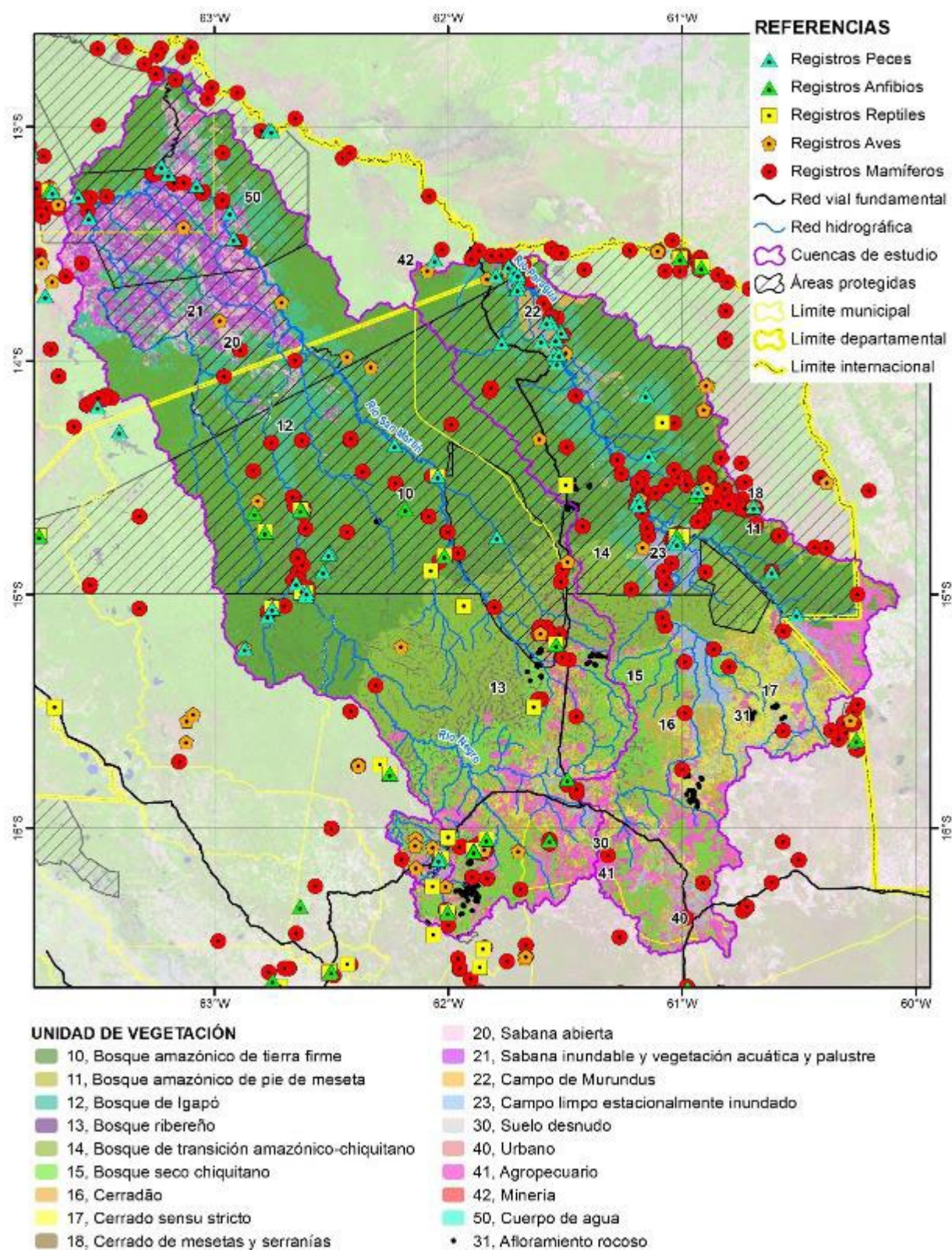
Considerando esto, una estrategia apropiada para asegurar la conservación de la biodiversidad es el manejo integral de cuencas. En este sentido, el Plan Nacional de Cuencas establece que el desarrollo de conocimiento del funcionamiento sistémico de la cuenca, el intercambio y utilización de saberes locales e información en la gestión de estas unidades contribuirá a la toma de decisiones en los procesos de planificación e implementación del Plan Director de Cuencas, al monitoreo y la evaluación de la efectividad de las medidas de adaptación de las cuencas, así como la toma de decisiones respecto al aprovechamiento de los recursos hídricos, bajo un enfoque de adaptación al cambio climático. Se reconoce que conocer la fauna y flora albergada se convierte en esencial para generar estas estrategias y, de esta forma, generar mejores condiciones de vida de los pobladores locales. Por lo cual, el presente estudio tiene la finalidad de caracterizar la fauna, de tal forma que la información sea de utilidad en la gestión y manejo de las cuencas de Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.

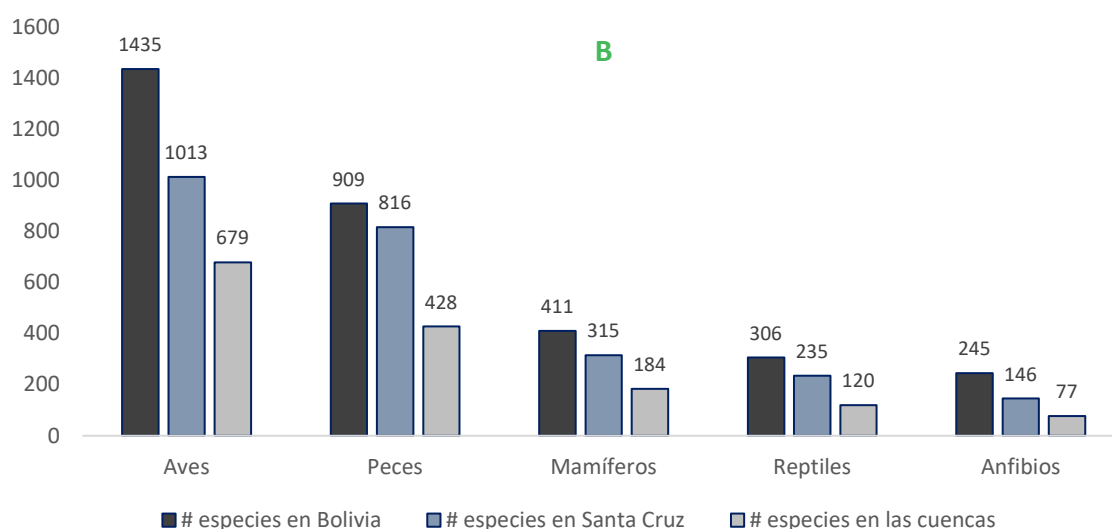
3.1 Descripción de la fauna y su representatividad

Nuestro diagnóstico ha generado bases de datos para cada grupo taxonómico dentro de los límites de estas cuencas y en los alrededores más próximos. En total, sistematizamos 15.718 registros de fauna, siendo el grupo de las aves el que acumuló el 48% de los registros (7.442), mamíferos el 34% (5.344 registros), peces el 14% (2.279 registros) y anfibios y reptiles que acumulan el 4% de la información (580 registros) (Anexo 2). Es importante mencionar que cada localidad georreferenciada puede contener más de un registro de los especímenes de una misma especie o de varias. De la misma forma, una especie en particular puede estar representada en varias localidades. Este primer acercamiento nos permitió obtener un listado de las especies confirmadas dentro de las áreas de intervención y aquellas que se encuentran en localidades cercanas a las cuencas de interés.

Las cuencas de San Martín, Paraguá y la subcuenca Zapocó albergan 1.488 especies de vertebrados, lo que corresponde al 45% de la fauna de vertebrados registrada en nuestro país. Es así como, en estas cuencas, se encuentran 679 especies que corresponden al grupo de las aves, 428 especies de peces, 184 especies de mamíferos, 120 especies de reptiles y 77 especies de anfibios (Figura 15).

Figura 15. a) Distribución de los registros obtenidos de fauna para las cuencas y sus alrededores. b) Número de especies de vertebrados para Bolivia (negro), para Santa Cruz (gris oscuro, Vides 2016) y el total de aquellas confirmadas para las cuencas San Martín, Paraguá y Zapocó (gris claro).





Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a su representatividad, a nivel nacional, estas cuencas albergan el 47% de las especies de peces registradas para Bolivia, el 47.3% de las especies de aves y el 44.8% de las especies de mamíferos. A nivel departamental, el 67% de las especies de aves registradas para Santa Cruz se encuentran en las cuencas estudiadas. De la misma forma, el 58% de las especies de mamíferos, el 51% de reptiles, el 52% de anfibios y el 52.5% de las especies de peces se encuentran dentro del área de estudio (Tabla 5). Estos resultados sugieren que estas cuencas concentran una importante cantidad de especies en un área cinco veces más pequeña que Santa Cruz y al menos 14 veces más pequeña que todo el país (considerando que la superficie conjunta de las cuencas es de 77,754.8 km²).

Tabla 5. Representatividad de la riqueza de especies encontrada en las cuencas de San Martín, Paragará y la subcuenca Zapocó respecto nuestro país y al departamento de Santa Cruz.

Grupo taxonómico	# especies en Bolivia	# especies en las cuencas	% representativo de especies en la cuenca respecto al país	# especies en el departamento de Santa Cruz	% representativo de especies en las cuencas respecto al Departamento
Aves	1435	679	47,32	1013	67,03
Peces	909	428	47,08	816	52,45
Mamíferos	411	184	44,77	315	58,41
Reptiles	306	120	39,22	235	51,06
Anfibios	245	77	31,43	146	52,74

Fuente: Elaboración propia.

Estudios que tomaron en cuenta las características estructurales del departamento de Santa Cruz, la heterogeneidad del hábitat, los patrones de distribución de la cobertura leñosa y biomasa aérea, la lluvia, precipitación horizontal y la riqueza potencial de especies han identificado a estas cuencas como sitios de alta prioridad para la conservación de la

biodiversidad (Quiroga, et al., 2011). Con el diagnóstico realizado, hemos coincidido en resaltar la importancia de estas zonas para la conservación de gran parte de las especies de fauna registradas para nuestro país.

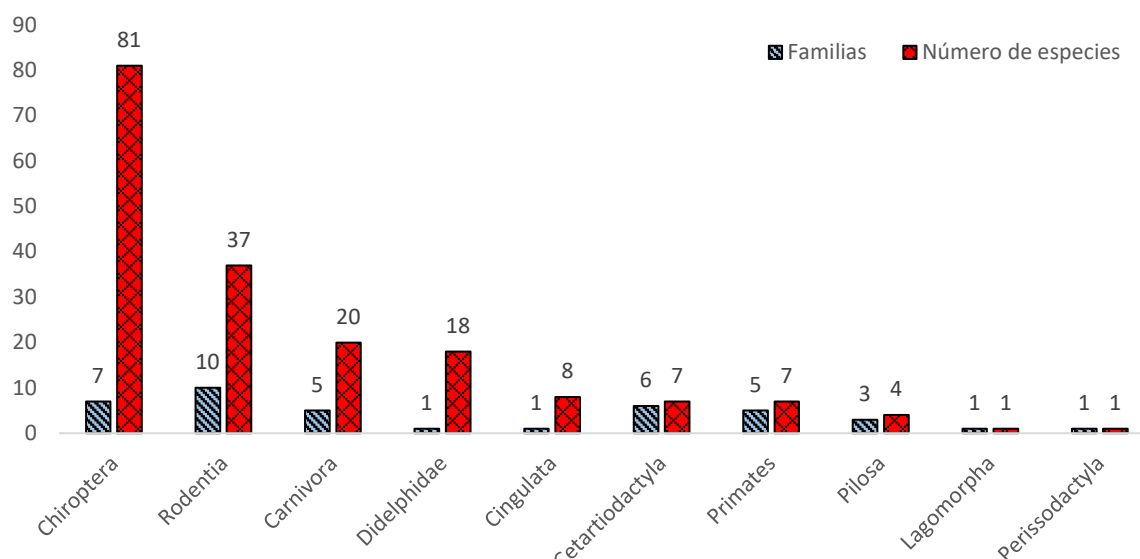
3.1.1 Composición de especies de mamíferos en las cuencas

Los mamíferos cumplen roles importantes en los procesos ecológicos, tales como la descomposición de materia muerta, reciclaje de nutrientes, polinización, dispersión de semillas, control de poblaciones de herbívoros o de insectos. También tienen un rol importante para la alimentación de las familias como aporte económico de la cacería de subsistencia (Wallace et al., 2010).

Recientemente, la lista de especies de mamíferos para Bolivia fue actualizada a 411 (Aguirre et al., 2019; Calderón y Muchala, 2021; Poma-Urey et al., 2020 y 2021; Siles y Wallace, 2021; Siles et al., 2021). En las cuencas se han registrado 184 especies de mamíferos, distribuidas en 10 órdenes y 40 familias. El orden Chiroptera, con 81 especies, es el grupo más diverso. Rodentia le sigue en número de especies con 37, aunque se esperaría que existan más especies, por lo que se sugiere generar estudios que ayuden a completar las listas.

Luego tenemos el orden Carnivora con 20 especies, el orden Didelphimorphia con 18 especies, Cetartiodactyla y primates con 7 especies cada uno, Pilosa con 4 y, finalmente, Lagomorpha y Perissodactyla con una especie cada una (Figura 17; Anexo 2).

Figura 17. Riqueza de especies (anaranjado) y familias (azul) en los diferentes órdenes de mamíferos.



Fuente: Elaboración propia.

Se registraron especies consideradas importantes para la conservación, como el pejiche o armadillo gigante (*Priodontes maximus*), de gran relevancia ecológica ya que es el único

armadillo capaz de construir termiteros en el curso de su forrajeo (Noss et al., 2010). Los registros de esta especie se encuentran al sur de la cuenca Paraguá y al oeste de la cuenca San Martín, todos fuera de las áreas protegidas.

Otras especies interesantes son el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*) y el oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), adaptadas a diversas ecorregiones, pudiendo el primero ser eminentemente terrestre, mientras que el segundo ser terrestre y arborícola. Los registros de estas especies se encuentran al sur de la cuenca Paraguá en bosque seco chiquitano y bosque amazónico dentro del PNNKM.

Dentro del orden primates, se registraron 7 especies, entre ellas el mono araña (*Ateles chamek*), categorizada como EN de acuerdo con la UICN y como VU en la lista roja de Bolivia (MMAyA, 2009), fue registrada en bosques secos en ambas cuencas.

En cuanto a carnívoros, son 20 especies confirmadas en el área, incluyendo al jaguar (*Panthera onca*), cuyos registros están en ambas cuencas y se distribuyen entre los bosques secos chiquitanos, bosques amazónicos y sabanas de inundación. Otras especies como el puma (*Puma concolor*), el ocelote (*Leopardus pardlis*), el margay (*Leopardus wiedii*) y el yaguaroundi (*Herpailurus yagouaroundi*), importantes controladores de las poblaciones de sus especies presa, fueron registradas al sur de las cuencas en bosque seco chiquitano.

También está el tapir (*Tapirus terrestris*) y los chanchos de monte (*Tajacu pecari* y *Pecari tajacu*), categorizadas como NT y cuyo rol ecológico es determinante en la dispersión de semillas de las plantas de las cuales se alimentan, aportando a la regeneración de los bosques.

El orden Chiroptera es el más diverso, y sus registros se concentran dentro del PN-NKM y en la RVS Ríos Blanco y Negro, habiendo también datos al sur de las cuencas. Al menos 17 especies de la subfamilia *Phyllostominae* están presentes en el PN-NKM, incluyendo al falso vampiro (*Vampirus spectrum*), que es la especie más grande de murciélago en Bolivia y está categorizada como VU para nuestro país y NT en la UICN. La presencia de especies de esta subfamilia indica buena salud de los ecosistemas.

Los roedores, con solo 37 especies, son un grupo aún poco estudiado en el área de intervención y se concentran en el PN NKM y la RVS Ríos Blanco y Negro, además del sur de las cuencas.

Es importante la presencia del bufeo (*Inia boliviensis*), cuyos registros se concentran en el ANMI Iténez (Beni) al norte de la cuenca San Martín y dentro del PNNKM. El bufeo es uno de los delfines de río menos estudiados a nivel mundial. Habita principalmente en las microcuencas de los ríos Mamoré e Iténez, ambas tributarias de la subcuenca Madera (Aliaga-Rossel 2010, Tavera et al. 2011). Esta especie se encuentra en el apéndice II de CITES y está categorizada como VU

para Bolivia (MMAyA 2009) y EN para la UICN (IUCN 2018), aunque en esta lista se la considera como *Inia geoffrensis*.

Figura 18. Mamíferos presentes en las cuencas. A) capiguara (*H. hydrochaeris*), B) perezoso o perico (*Bradypus variegatus*), C) murciélago insectívoro (*Myotis* sp.), D) murciélago frugívoro (*Artibeus* sp.).

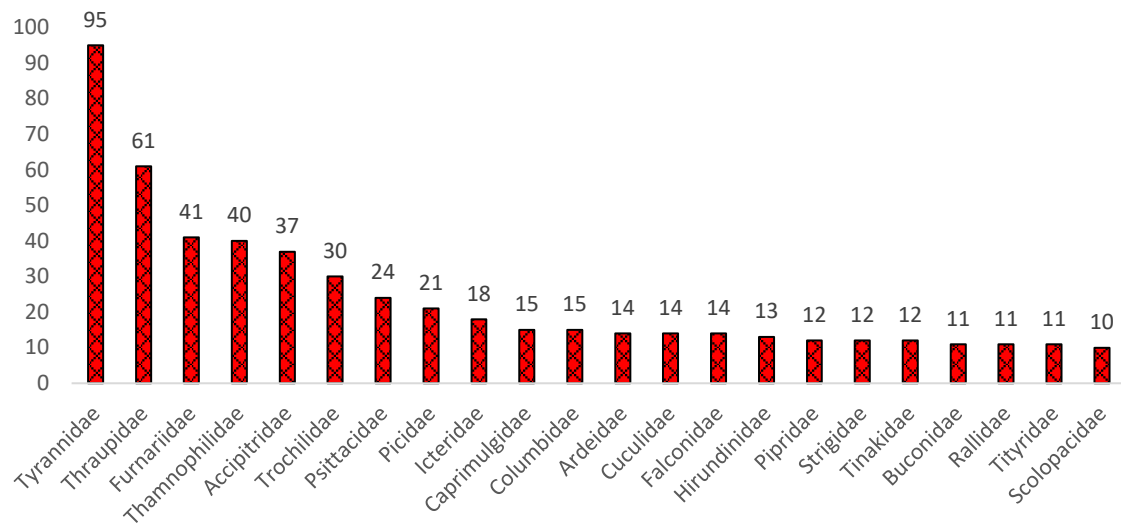


Fotografías: Isabel Moya.

3.1.2 Composición de especies de aves en las cuencas

Las aves son importantes en los ecosistemas; son controladoras de insectos plagas en cultivos, polinizadoras y dispersoras de semillas de plantas silvestres. Además, limpian el ambiente al alimentarse de animales en descomposición (BirdLife International, 2018). En Bolivia, se han reportado 1.435 especies (Herzog et al., 2017), número que ha incrementado con nuevos reportes, como *Calidris acuminta* (Knowlton, 2016), *Mareca sibilatrix* (Camacho, 2019), *Leucophaeus atricilla* (Matthew et al., 2019), *Rhynchospiza dabbenei* (Areta et al., 2019) y la reciente descripción de la nueva especie para la ciencia de la Tangara Inti, *Heliothraupis oneilli* (Lane et al., 2021). Esto dejaría un total de 1.440 especies de aves para Bolivia.

Figura 19. Número de especies que contienen las familias más diversas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Aves presentes en las cuencas. A) *Pitangus sulphuratus*, B) *Hypocnemoides maculicauda*, C) *Chauna torquata*, D) *Vanellus chilensis*.



Fotografías: Miguel Aponte.

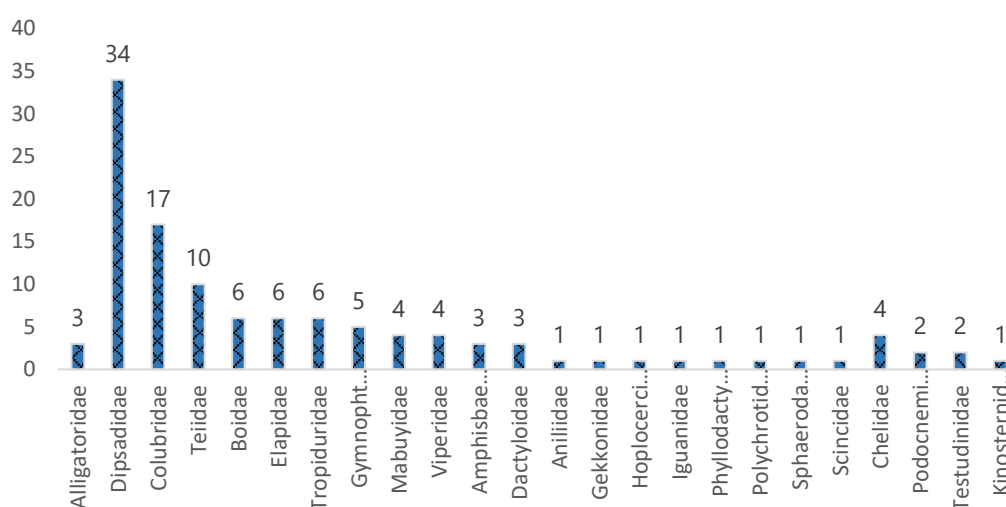
Para las cuencas San Martín, Paraguá y Subcuenca Zapocó, se han registrado 679 especies de aves distribuidas en 28 órdenes y 71 familias. De estas, 45 familias se encuentran fuera del orden *Passeriformes*. Los *Tyrannidos* (atrapamoscas) cuentan con 95 especies, seguida por la familia *Thraupidae* (sayubú y tangara) con 61 especies, *Furnariidae* (tiluchis y trepa-palos) con 41 especies, *Thamnophilidae* (Hormigueros) con 40 especies, *Accipitridae* (águilas y chubis) con 37 especies, *Trochilidae* (picaflores) con 30 especies, *Psittacidae* (parabas y loros) con 24 especies y otras familias con menor número de especies (Figura 19; Anexo 2).

Algunas especies se encuentran distribuidas únicamente en este sector del país, como es el caso de la pava (*Pipile cufubí*), cuya distribución alcanza la cuenca Paraguá y el PNNKM a nivel nacional. Otro caso es el picaflor (*Phaethornis nattereri*), una especie con poca información y pocos registros en el país, todos provenientes de esta área protegida. El barbudo (*Capito dayi*) es otro ejemplo, del cual solo se conocen 4 registros que provienen del PNNKM en la cuenca Paraguá.

3.1.3 Composición de especies de reptiles en las cuencas

Los reptiles son abundantes y diversos en los ecosistemas tropicales y en los desiertos. El factor limitante en su distribución geográfica está relacionado con su incapacidad para regular su temperatura corporal, razón por la cual no se los encuentra en la Antártida ni en los océanos polares (Zug et al., 2001). El movimiento de la Tierra, combinado con la radiación solar, provoca una redistribución continua del calor en el planeta; por ello, los reptiles deben hacer frente a los cambios térmicos en diversas escalas durante cada época del año (Angilletta, 2009). Las especies más vulnerables al aumento de la temperatura global son aquellas que habitan en los ecosistemas tropicales (Aguilar-Kirigin y Naya, 2013), como las que son registradas en las tres cuencas.

Figura 21. Número de especies registradas para cada familia de los reptiles en las cuencas estudiadas.



Fuente: Elaboración propia.

Las cuencas albergan 119 especies de reptiles, distribuidas en tres órdenes y 24 familias. El orden Squamata cuenta con 107 especies distribuidas en 19 familias entre lagartos y serpientes, siendo el más diverso. Testudines (tortugas) le sigue en número de especies con nueve y, por último, el orden Crocodylia (caimanes) con tres especies (Figura 19; Anexo 2).

Entre las especies registradas, están aquellas consideradas importantes para la conservación, como la tortuga *Podocnemis expansa*, categorizada como "En Peligro". Le siguen las especies "Vulnerables", como las serpientes endémicas *Eunectes beniensis* y *Micrurus serranus*, la tortuga *Podocnemis unifilis* y el caimán negro *Melanosuchus niger*. Finalmente, las especies consideradas como "Casi Amenazadas" son la serpiente *Epicrater cenchria*, las especies de lagartijas endémicas *Tropidurus callathelys*, *T. chromatops*, *T. xanthochilus*, la tortuga *Acanthochelys macrocephala* y el caimán *Paleosuchus trigonatus*.

3.1.4 Composición de especies de anfibios en las cuencas

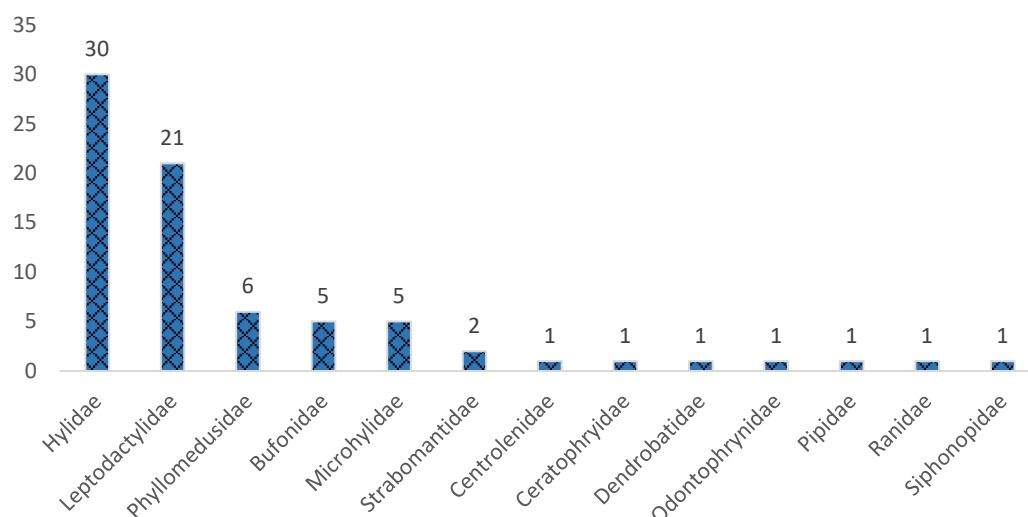
Los anfibios cumplen roles importantes en la naturaleza. Los adultos controlan la biomasa de artrópodos y otros invertebrados, mientras que los renacuajos se alimentan de zooplancton y fitoplancton presentes en el medio acuático. Aunque se ha evidenciado que algunas especies en estado larvario son carnívoras (MECN 2010; Vitt y Caldwell 2014). Sin embargo, los dramáticos descensos y extinciones de las poblaciones de anfibios en todo el mundo (Houlahan *et al.* 2000) y las elevadas frecuencias de anomalías físicas o reproductivas (Ankley *et al.* 2004) pueden estar directa o indirectamente relacionados con las actividades agrícolas y el uso de productos agroquímicos como los pesticidas (Fellers *et al.* 2004).

Las causas de los descensos de las poblaciones de anfibios siguen sin resolverse, pero estudios recientes sugieren seis hipótesis para explicarlos: 1) destrucción del hábitat, 2) contaminantes químicos, en particular los pesticidas, 3) aumento de la radiación ultravioleta, 4) cambio climático, 5) introducción de depredadores exóticos y 6) enfermedades, en particular el hongo patógeno quitrido (Marsh y Pearman 1997; Berger *et al.* 1998; Ankley *et al.* 2004; Fellers *et al.* 2004; Burrowes y De la Riva 2017).

Asimismo, los anfibios actúan como bioindicadores de la calidad del ambiente y son utilizados para evaluar el impacto antrópico en zonas específicas (Hyne *et al.* 2009). Bajo este escenario regional, las cuencas albergan 77 especies de anfibios, distribuidas en dos órdenes y 13 familias. El orden Anura cuenta con 76 especies distribuidas en 12 familias, siendo la familia Hylidae con 8 géneros la dominante en estas cuencas. El menos representado es el orden Gymnophiona con una especie (Figura 22; Anexo 2). Esta baja diversidad de especies de herpetozoos, en comparación con los otros grupos de vertebrados, podría reflejar que la investigación taxonómica en estas cuencas está distribuida de forma desigual. Considerando que tradicionalmente, la investigación de la biodiversidad se ha centrado en grupos emblemáticos y carismáticos de mamíferos y aves (Butchart *et al.* 2005; Collen *et al.* 2009), así como la falta de

recursos financieros, técnicos y humanos (Fernández *et al.* 2015), se les ha dedicado menos esfuerzo a los otros taxones de vertebrados.

Figura 22. Número de especies registradas para cada familia de los anfibios en las cuencas estudiadas.



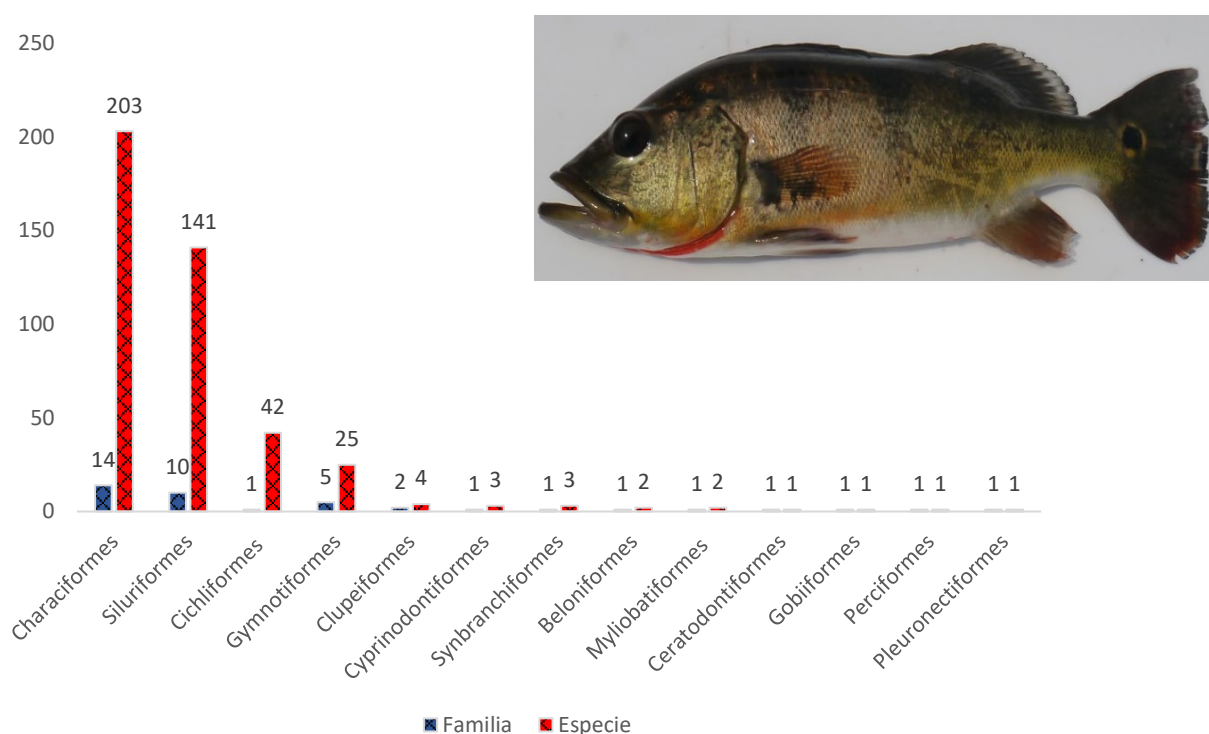
Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Composición de especies de peces en las cuencas

Los peces son un componente importante de los ambientes acuáticos; participan en el ciclo de nutrientes en los cuerpos de agua, además de ser parte de la cadena alimenticia de otros vertebrados y representar una fuente de alimento e ingresos económicos para poblaciones humanas. En 2014, Sarmiento *et al.* reportan 907 especies de peces presentes en nuestro país. Sin embargo, en los últimos años se han descrito nuevas especies y se amplió el rango de la distribución de otras, lo que implicaría un incremento en la riqueza de especies conocidas.

En las cuencas Paraguá, San Martín y Zapocó se registran 428 especies de peces, distribuidas en 13 órdenes y 40 familias. Los órdenes dominantes son los Characiformes (especies con escamas como las sardinas, pacú, dorado y pirañas), siendo uno de los más diversos con 14 familias y 203 especies. Le sigue los Siluriformes con 10 familias y 141 especies (peces con bigotes, cubiertos con cuero o placas como los bagres, zapatos y simabados), los Cichliformes (peces con los radios de aletas duros y blandos como el tucunaré, cupacás, palometas y chotemas) con 1 familia y 42 especies, y los Gymnotiformes (peces cuchillos, anguillas eléctricas) con 5 familias y 25 especies. Los órdenes restantes son menos diversos, como los peces aguja (Beloniformes), los peces del orden Cyprinodontiformes, representados por los peces de ciclo de vida estacional, y las temidas rayas (Myliobatiformes), de las cuales se extrae el aceite para uso medicinal (Figura 23).

Figura 23. Número de especies que contienen las familias más diversas.



Fuente: Elaboración propia.

Una especie importante para la conservación es el pacú (*C. macropomum*), apreciado por su carne y categorizado como VU en el Libro Rojo de Bolivia debido a la sobrepesca en toda su área de distribución. El pacú se encuentra en Paraguay y San Martín, es omnívoro y gran parte de su alimentación proviene de los frutos del bosque ribereño que caen a los ríos. Esta especie realiza migraciones para su reproducción.

Entre los bagres se destacan los surubíes o pintados (*P. punctifer*, *P. fasciatus* y *P. tigrinus*), el muturo (*Z. zungaro*), las piraibas (*B. filamentosum* y *B. flavicans*) y el general (*P. hemiliopterus*). Son especies carnívoras y de mayor porte que se encuentran en las zonas profundas de los ríos de mayor cauce. Son importantes en la pesca de subsistencia y comercial en estas cuencas y en la Amazonía en general. Se caracterizan por ser migrantes, desplazándose desde las planicies hasta las cabeceras de los grandes ríos para desovar.

Otra especie apreciada por su carne es el tucunaré (*C. pleiozona*), que se encuentra en la categoría NT en la lista de fauna amenazada de Bolivia y es importante para la pesca deportiva, de subsistencia y comercial.

Una especie de pez de pequeño porte y de hábitos subterráneos es el bagre (*P. sanguijuela*), de distribución restringida y listada en el Libro Rojo. Especies de hábitos estacionales como el pez anual (*P. longipinnis*), que habita los curiches o ambientes acuáticos temporales, deja huevos en

los charcos temporales y cuando se secan estos ambientes, sus huevos permanecen enquistados aguardando las próximas lluvias, para desarrollarse en pocos meses y completar su ciclo de vida. Estas especies anuales son de distribución restringida y muy susceptibles a cualquier cambio en los regímenes hídricos.

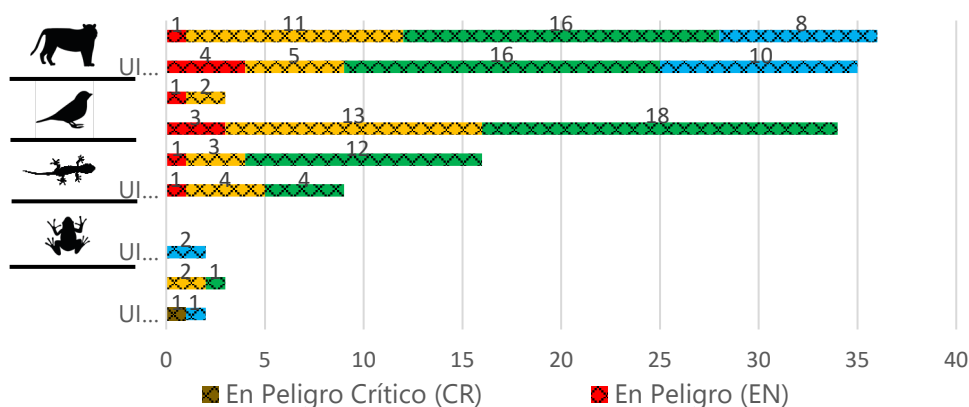
El orden Gymnotiformes o cuchillos, que se caracterizan por producir descargas eléctricas para cazar y defenderse, se destaca la anguila eléctrica (*E. electricus*) presente en los ríos de agua clara como el Paraguá. Dentro del Orden Siluriformes está el pequeño bagre del género *Vandellia*, conocido localmente como candirú, pez parásito de otros peces, como los grandes bagres. Se fija en sus agallas para alimentarse de sangre, pero también es conocido por el hábito de ingresar a la uretra de bañistas.

3.2 Especies amenazadas EN PARAGUÁ, San Martín y la Subcuenca Zapocó

De acuerdo con las categorías asignadas por la UICN, las cuencas de Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó albergan 74 especies amenazadas de animales vertebrados (CR, EN, VU, NT, DD). El grupo que presenta más especies amenazadas corresponde a las aves, con 34 especies; le siguen los mamíferos, con 27; los reptiles, con 9; y anfibios y peces, con dos especies cada uno.

Si analizamos las listas del Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia, en total tenemos 73 especies; sin embargo, la distribución de las categorías es diferente entre los grupos. Es así como, en el caso de los mamíferos, el número de especies amenazadas se incrementa a 51, mientras que en las aves se reduce a 3 especies amenazadas. De igual forma, en el caso de los reptiles, el número de especies amenazadas se incrementa a 16.

Figura 24. Número de especies dentro de las categorías de amenazas registradas en las listas de la UICN y del Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. CR= Críticamente amenazada.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Especies amenazadas de mamíferos

En las cuencas, están presentes cuatro especies categorizadas según la UICN, entre ellas la londra o nutria gigante (*P. brasiliensis*), amenazada principalmente por la contaminación de los ríos donde habita. Los registros de esta especie se encuentran principalmente al norte de la cuenca San Martín y dentro de la RVS Kenneth Lee.

Otras especies son el mono araña (*A. chamek*) que, en las listas bolivianas, se encuentra como VU y cuyas amenazas principales en la zona son la pérdida de hábitat y la cacería. Los registros de esta especie se encuentran al sur de la cuenca San Martín y dentro de la RVS Kenneth Lee, así como en la región central de la cuenca Paraguá, fuera de las áreas protegidas.

El bufeo o delfín de río (*Inia boliviensis*) es una especie endémica de Bolivia y está categorizada como VU; sus principales amenazas son la contaminación de los ríos. En las cuencas hay registros de esta especie en áreas protegidas tales como PNANMI Iténez en San Martín y el PNNKM en la cuenca Paraguá.

Dentro de la categoría VU en las listas de la UICN se encuentran especies como el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), el pejichi (*Priodontes maximus*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), cuyos registros están fuera de las áreas protegidas y solo en la cuenca Paraguá, y el anta o tapir (*Tapirus terrestris*), que cuenta con registros en ambas cuencas tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. Para estas especies, las principales amenazas corresponden a la pérdida de hábitat y, de manera inmediata, los incendios que cada año ocurren en estos bosques.

3.2.2 Especies amenazadas de aves

Dentro de la categoría "En Peligro", podemos mencionar especies como el águila coronada (*B. coronatus*), una especie muy amenazada debido a su baja densidad poblacional y su fragmentada distribución. Se estima una población global menor a 1.000 individuos (IUCN 2022, LRVB 2009). El único registro se encuentra en el sur de la cuenca Paraguá, fuera de las áreas protegidas. Otras especies dentro de esta categoría son el semillero de pico grande (*S. maximiliani*) y el tucancillo (*P. bitorquatus*), especies poco conocidas en Bolivia que presentan amenazas debido a la deforestación y destrucción de sus hábitats. Los registros de estas especies provienen de la cuenca del Paraguá.

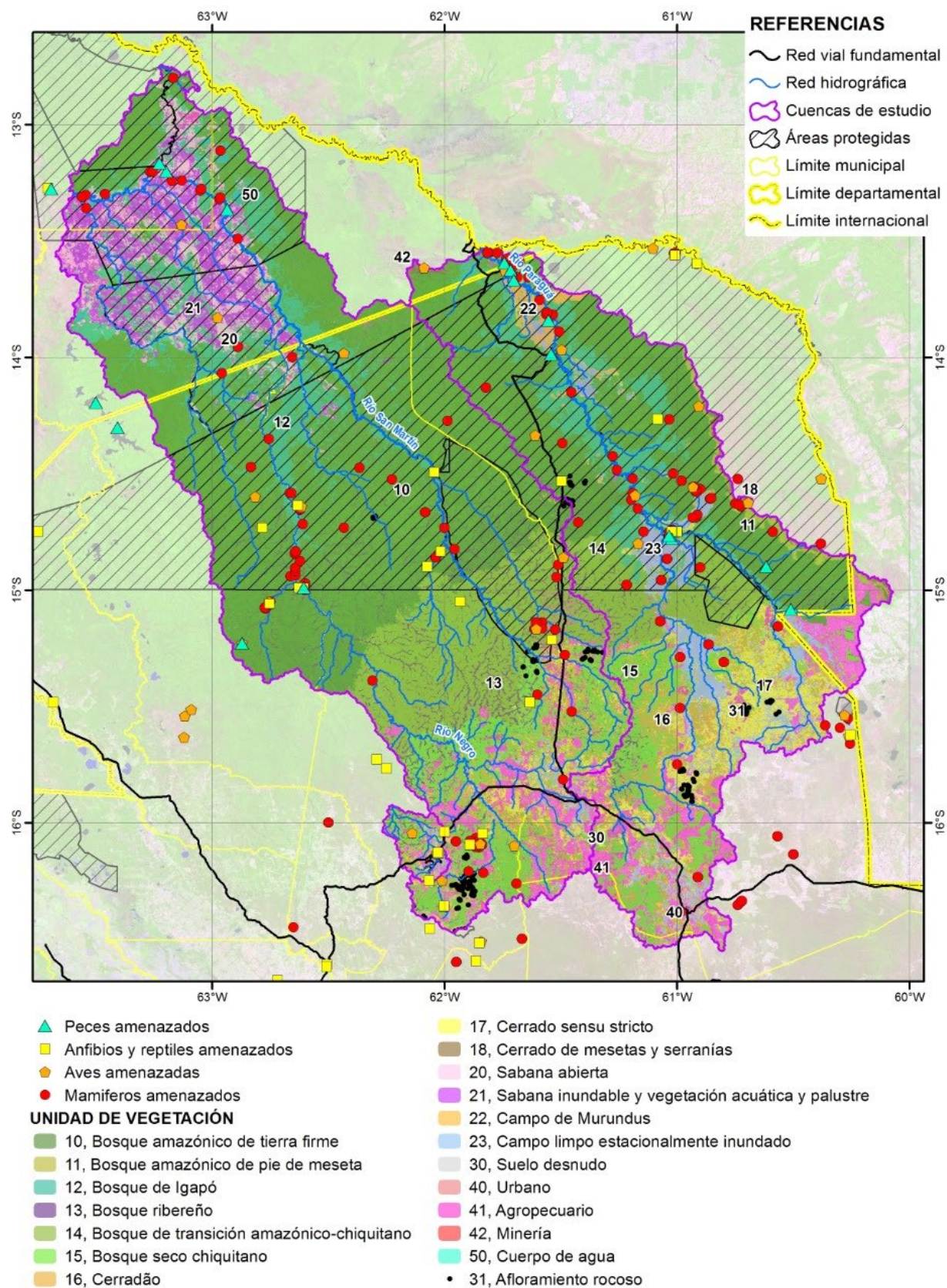
En la categoría "Vulnerable" se encuentran: El águila arpía (*H. harpyja*), la rapaz de mayor tamaño amenazada por la pérdida de su hábitat debido a la deforestación, fue reportada en todas las cuencas, sobre todo en el PNNKM, Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro en el departamento de Santa Cruz y en la Reserva Iténez del departamento del Beni. La perdiz macuca (*T. tao*), la pava pintada (*C. fasciolata*) y la torcaza (*P. subvinacea*) son especies consideradas amenazadas por la deforestación y la cacería como fuente de proteínas (alimentación). Estas especies fueron registradas en la cuenca Paraguá y San Martín, y se sabe de su presencia en el

PNNKM, la RVS Ríos Blanco y Negro en el departamento de Santa Cruz y en el PN ANMI Iténez en el Beni.

3.2.3 Especies amenazadas de reptiles y anfibios

Las cuencas San Martín, Paragua y la subcuenca Zapocó albergan especies amenazadas tanto de reptiles como de anfibios. De acuerdo con las categorías de amenaza de la UICN y del Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia, de las 119 especies de reptiles registradas en estas cuencas, tan solo 3 tortugas no están bajo ninguna categoría de amenaza (*Mesoclemmys raniceps*, *Phrynops geoffroanus* y *Kinosternon scorpioides*). La mayoría de las especies están consideradas bajo la categoría de "Preocupación menor (LC)" debido a la escasa información con la que se cuenta sobre su estado poblacional, no solo en el país sino en su área de distribución natural. Mientras que 9 son consideradas como "Casi Amenazadas (NT)", 6 en la categoría de "Vulnerables (VU)" y la tataruga (*Podocnemis expansa*) dentro de la categoría "En Peligro (EN)" como la más amenazada de extinción. El análisis similar para los anfibios nos ha permitido registrar 1 especie, *Pithecopus azureus*, considerada dentro la categoría de "Datos Deficientes (DD)", y 2 especies sin ninguna categoría asignada por la UICN o el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia debido a que su identificación no ha sido confirmada (*Proceratophrys sp* y *Elachistocleis cf magnus*). Mientras que las restantes 74 especies de anfibios presentes en estas cuencas están consideradas dentro de la categoría de "Preocupación menor (LC)" debido a la escasa o inexistente información sobre su estado poblacional, pero con una amplia distribución que las haría resilientes al impacto antrópico que se ha dado en algunas regiones de su área de distribución natural.

Figura 25. Registros de especies amenazadas de los diferentes grupos taxonómicos de fauna en las cuencas. El mapa muestra las unidades de vegetación, la presencia de áreas protegidas y los límites políticos de las cuencas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Reptiles amenazados, A) *Caiman yacare* (Foto J. Aparicio), Preocupación menor (LC); B) *Chelonoidis carbonarius* (Foto J. Aparicio), Casi Amenazado (NT) y Apéndice II Cites.



Fotografías: James Aparicio

3.2.4 Especies amenazadas de Peces

Son 3 especies de peces amenazados, de acuerdo con el LRFSVB: el pacú (*C. macropomum*), el tucunaré (*C. pleiozona*) y el pequeño bagre (*P. sanguijuela*). Otra especie potencialmente presente en la cuenca es el dorado de cuero o piraiba (*B. rousseauxii*). La UICN reconoce 2 especies amenazadas en las cuencas: la raya *P. motoro*, como Datos Insuficientes (DD), y *P. sanguijuela*, CR. El pacú (*C. macropomum*) se encuentra en la categoría VU, porque sus poblaciones muestran declinación debido a la sobrepesca, la construcción de represas que bloquean su migración y el flujo genético de sus poblaciones, y, por último, por la destrucción del bosque ribereño, clave para su alimentación, al ser una especie omnívora y frugívora. El tucunaré (*C. pleiozona*) se encuentra casi amenazado (NT) debido a la pesca comercial, deportiva y de subsistencia. Asimismo, la contaminación por mercurio es otra amenaza para la especie, debido a su ubicación en la cima de la cadena alimenticia; al ser un predador, el mercurio se concentra más en las especies tope de la cadena. Por último, las perturbaciones por peces introducidos (no-nativos), como *S. insignis*, que se alimenta de sus huevos, y el paiche (*A. gigas*), por la voracidad, agresividad y preferencia de hábitat similar que posee. El pequeño bagre (*P. sanguijuela*) se encuentra como Vulnerable (VU) por su distribución restringida, lo que la hace muy vulnerable a cambios antrópicos. El dorado de cuero o piraiba (*B. rousseauxii*), categorizada como Vulnerable (VU) por la pesca y por la construcción de represas que bloquean la migración y el flujo genético de sus poblaciones.

3.3 Especies endémicas en las cuencas de Paragvá, San Martín y subcuenca Zapocó

Las cuencas albergan 10 especies endémicas. La primera corresponde a un pez, *Phreatobius sanguijuela*, que fue originalmente descrita en la localidad de Porvenir en de la cuenca del río

Paragua. Recientemente, su distribución se amplió a algunas localidades del vecino país de Brasil, pero debido a su distribución, está restringida a una parte de la cuenca del río Itenez o Guaporé.

Las otras 9 especies corresponden a reptiles, de las cuales 4 especies son lagartijas, como *Potamites ocellatus*, asociada a quebradas con pequeños cursos de agua que aprovecha para escapar de los depredadores. Los *Tropidurus callathelys*, *Tropidurus chromatops* y *Tropidurus xanthochilus* están restringidos a las aglomeraciones rocosas (inselberg) dentro de las formaciones vegetacionales de cerrado y bosque chiquitano. Las otras 5 especies son serpientes; dos de ellas venenosas, las corales *Micrurus diana* y *Micrurus serranus*; dos culebras, *Phalotris sansebastiani* y *Apostolepis phillipsae*; y la sicuri *Eunectes beniensis*. Destaca la importancia de los diferentes hábitats de esta región para la conservación de la riqueza herpetológica del país.

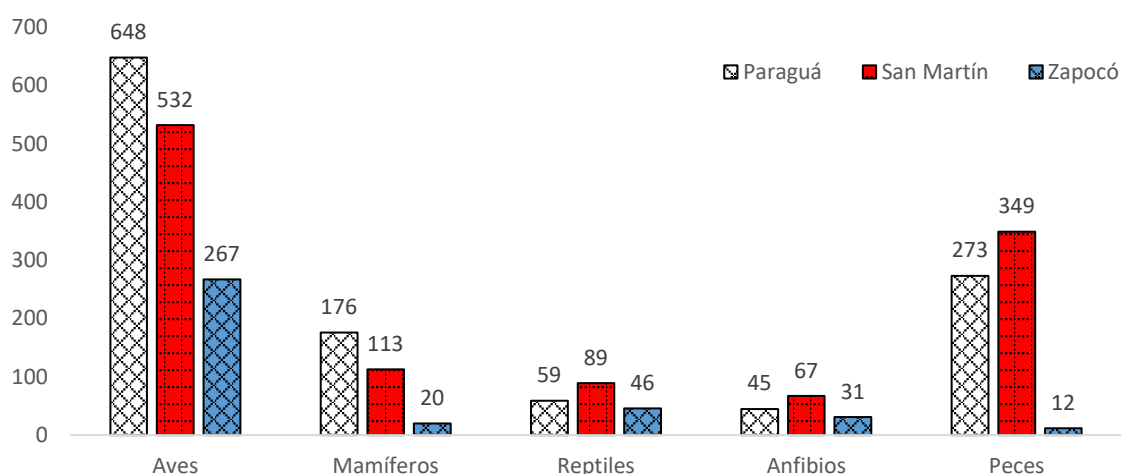
No se cuenta con reportes sobre la presencia de anfibios endémicos dentro de las cuencas; sin embargo, esto puede estar reflejando la falta de estudios más que su ausencia. Este fue el caso de la rana venenosa *Ameerega boehmei*, endémica de la Chiquitania, que estuvo confundida con otras especies durante varios años hasta su descubrimiento. Lamentablemente, está en riesgo de desaparecer debido a los incendios que destruyeron su hábitat en los años anteriores, que son los pastizales abiertos cerca de pequeños ríos y charcos de agua.

3.4 Descripción de la fauna por cuenca

Las cuencas difieren en tamaño, siendo San Martín la más grande y la subcuenca Zapocó la más pequeña. Pero difieren también en rango altitudinal: Paraguá tiene un rango altitudinal desde los 169 a 1090 msnm, San Martín de 142 a 895 msnm y Zapocó de 422 a 794 msnm. Además, difieren en la diversidad de ecosistemas que albergan, siendo Paraguá la cuenca que presenta 12 de las 14 unidades de vegetación.

Bajo este contexto, las especies de fauna presentes en estas cuencas también difieren en número e identidad.

Figura 27. Número de especies en San Martín, Paragá y Zapocó para los cinco grupos taxonómicos.



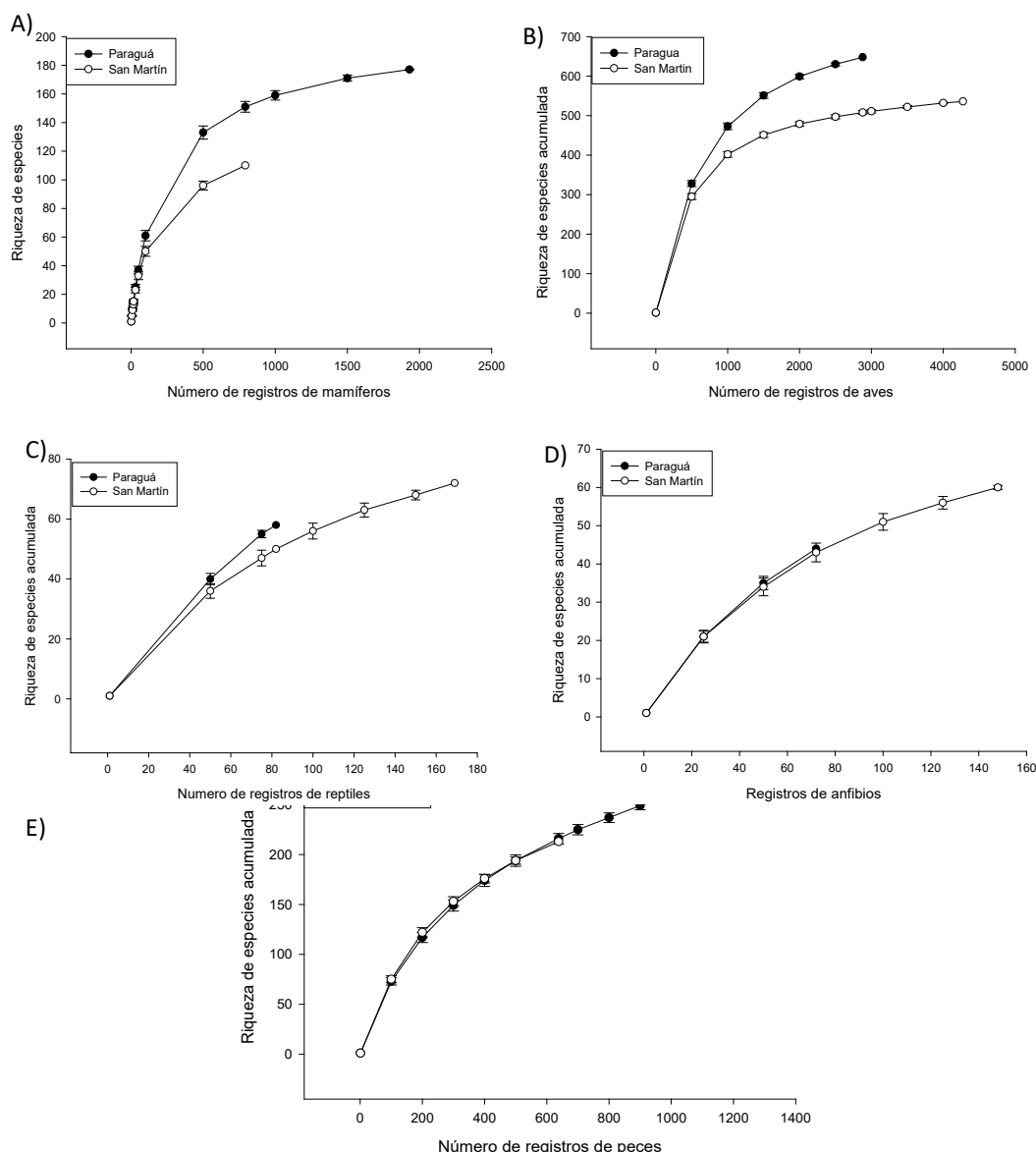
Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, Paragá presenta un mayor número de especies de vertebrados, con 1.267 especies, mientras que San Martín registra 1.066 especies y Zapocó 376 especies (debemos considerar que esta subcuenca es mucho más pequeña que las anteriores y su complejidad, en cuanto a unidades de vegetación, también es menor). Si analizamos esta riqueza por grupo taxonómico, en aves y mamíferos, Paragá presenta más especies que San Martín; en cambio, en reptiles, anfibios y peces, la tendencia parece cambiar, siendo San Martín la cuenca con mayor número de especies.

Para saber si las cuencas de San Martín y Paragá cuentan con un diagnóstico robusto de la riqueza de especies, analizamos la información a través de curvas de acumulación de especies, utilizando el número de registros como medida de esfuerzo (análisis de rarefacción).

Los resultados sugieren que, para aves y mamíferos, las curvas llegan a una asíntota en la acumulación de sus especies, lo que refleja que ambas cuencas están relativamente bien representadas. A diferencia de lo que veíamos comparando solo el número de especies, con este análisis también evidenciamos que, para una misma cantidad de registros, Paragá presenta mayor riqueza de especies, posiblemente porque también mantiene un mayor número de unidades de vegetación y, por consecuencia, provee un número mayor de hábitats. En cambio, para reptiles, anfibios y peces, las curvas se encuentran aún en crecimiento, lo que significa que, si se siguen adicionando registros, es muy probable que también el número de especies se incremente. Para estos casos, no se ve una diferencia en la riqueza de especies para ambas cuencas (Figura 27).

Figura 28. Curvas de rarefacción de especies para: A) Mamíferos, B) Aves, C) Reptiles, D) Anfibios y E) Peces. Nótese que en mamíferos y aves Paraguarí tiene mayor número de especies, en cambio en anfibios, reptiles y peces las curvas están aún en incremento y ambas cuencas parecen tener la misma riqueza de especies.

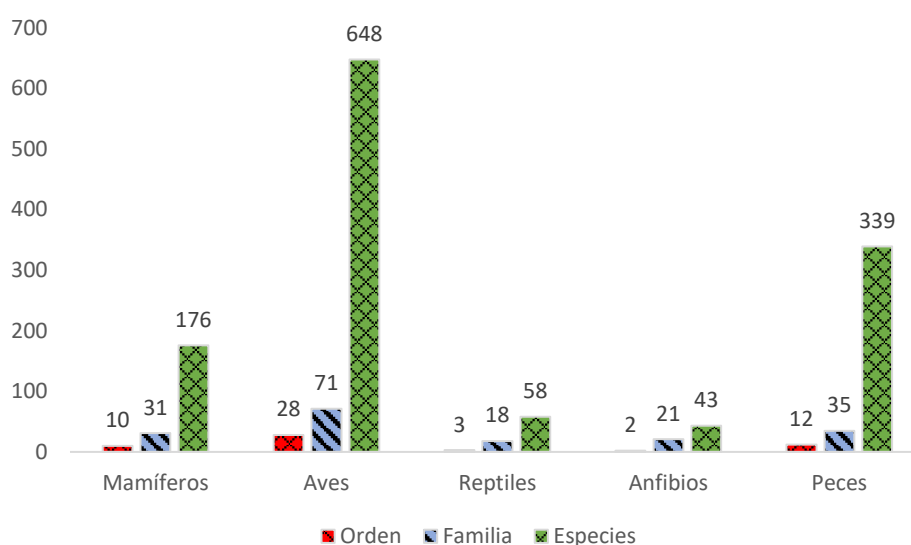


Fuente: Elaboración propia.

3.4.1 Descripción de la fauna en la cuenca Paraguarí

Paraguarí alberga 1.267 especies de vertebrados, siendo mucha de la información proveniente del PNNKM. En cuanto a la riqueza de especies por grupos, esta cuenca cuenta con 648 especies de aves, lo que representa el 51,1 % del total de especies de vertebrados. Luego encontramos a los peces con 273 especies, representando el 26,8 % del total de especies; los mamíferos con 176 especies (13,9 %); los reptiles con 59 especies, que constituyen el 4,7 % del total de especies; y, finalmente, los anfibios con 45 especies presentes en esta cuenca, lo que representa el 3,6 % (Tabla 9).

Figura 29. Número de órdenes, familias y especies de los diferentes grupos taxonómicos para la cuenca Paraguá.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las aves, la familia Tyrannidae (atrapamoscas) fue la más diversa con 92 especies, seguida por Thraupidae (sayubú y tangaras) con 59 especies, Thamnophilidae (hormigueros) con 38 especies, Furnariidae (tiluchi y trepapalo) con 37, Accipitridae (chubis y águilas) con 36 especies, Trochilidae (picaflores) con 30 especies, Psittacidae (parabas y loros) con 23 especies y el resto de las familias con menos especies (Anexo 2). Los mamíferos, por otro lado, están representados principalmente por micromamíferos. De las 176 especies presentes, 75 corresponden a murciélagos (orden Chiroptera), entre ellos especies que se alimentan de néctar, frutos, sangre, carne y algunos de ellos también de insectos. Los registros de este grupo se encuentran distribuidos en toda la cuenca, pero principalmente en el PNNKM. Otro grupo muy diverso son los ratones de campo de la familia Cricetidae con 21 especies, cuyos registros se concentran también en el PNNKM (Anexo 2).

De igual forma, los peces, que incluyen 339 especies, incluyen al orden Characiformes que presenta el mayor número de familias (14) y especies (166), el orden Siluriformes que comprende a los bagres y peces zapatos con 8 familias y 98 especies, el orden de los Cupacás o Cichliformes presenta una sola familia y 38 especies, el orden Gymnotiformes o peces cuchillos con 5 familias y 22 especies (Anexo 2). En el caso de los anfibios, los géneros *Leptodactylus*, *Physalaemus*, *Rhynella* y *Boana* presentan la mayor cantidad de especies distribuidas en la cuenca. El resto de los géneros solo presentan 1 o 2 especies. Finalmente, los reptiles en la cuenca tienen una representatividad del 49% de reptiles con respecto al total de las especies registradas en las tres cuencas. Las 58 especies de reptiles incluyen serpientes del género *Erythrolamprus*, seguido por *Micrurus* con 3 especies, destacándose la especie endémica *Micrurus diana*. Le siguen en abundancia las lagartijas de los géneros *Kentropyx* y *Tropiduros* con 3 especies cada uno, pero se destacan 3 especies endémicas del género *Tropidurus* (*T. callathelys*, *T. chromatops*, *T. xanthochilus*). Los otros órdenes están representados por 2 especies

de tortugas de río (*Podocnemis unifilis* y *Podocnemis expansa*), y una sola especie en Crocodylia (*Paleosuchus trigonatus*).

En cuanto a las especies amenazadas, la cuenca alberga 53 especies, de acuerdo con la UICN, mientras que, de acuerdo con el LRFSVB, son 63 especies amenazadas. Cabe mencionar que Paraguá alberga casi el doble de especies amenazadas que San Martín, incluyendo especies categorizadas como VU, tal es el caso del ciervo de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), cuyos registros provienen de ambientes de cerrado y campos de Murundú (propios de esta cuenca). Otras especies, como el borocho (*Chrysocyon brachyurus*), considerada como Casi Amenazada, fue registrada solo en esta cuenca, tanto en bosques como en cerrado. Es probable que esto también sea un efecto de la cantidad de trabajo que se ha desarrollado en esta cuenca, por lo cual no podemos descartar que estas especies también puedan ser registradas en San Martín si se amplía el esfuerzo de búsqueda.

En Paraguá, al menos el 55% de su territorio se encuentra protegido por espacios de conservación, tales como el Parque Nacional Noel Kempf Mercado, Área Protegida Municipal de Bajo Paraguá y la Área Protegida Municipal Reserva San Ignacio, y al menos el 64% de los registros obtenidos de especies amenazadas se encuentran dentro de estas áreas protegidas, mientras que el 36% son registros de especies amenazadas fuera de las áreas protegidas (Figura 23).

Tabla 9. Número de especies de cada grupo taxonómico que se encuentra en la cuenca Paraguá. La tabla también presenta el número de especies amenazadas de acuerdo con la UICN y al LRFSVB. EN= En Peligro, VU= Vulnerable, NT= Casi Amenazada, DD= Datos insuficientes, LC= Preocupación menor.

Grupo taxonómico	Total sp. en la cuenca	# Especies amenazadas de acuerdo con la UICN						# Especies amenazadas de acuerdo con el LRFSVB			
		CR	EN	VU	NT	DD	LC	EN	VU	NT	DD
Aves	648		3	10	6		629	1	2		
Mamíferos	176		3	4	14	6	147	1	11	15	21
Reptiles	58		1	3			54	1	1	7	
Anfibios	45					1	44				
Peces	273	1				1	10		2	1	

Fuente: Elaboración propia.

El bosque amazónico de tierra firme y el bosque de Igapó son las unidades de vegetación dominantes en las Áreas Protegidas y también albergan la mayor cantidad de especies de animales. Así, en el bosque amazónico, se cuenta con registros de 769 especies de vertebrados terrestres, siendo las aves las más representativas con 564 especies, seguidas de los mamíferos con 159 especies, los reptiles con 30 y los anfibios con 16 especies. En el mismo sentido, los bosques de Igapó albergan 671 especies, donde las aves están representadas por 582 especies, los mamíferos con 39, los reptiles con 23 especies y los anfibios con 27 (Anexo 2). El Río Paraguá

es el límite entre el PN-NKM y la APM-RBP, y es precisamente donde se encuentran varios registros de especies consideradas amenazadas, entre ellas mamíferos como la nutria gigante (*P. brasiliensis*), categorizada como EN, y el delfín de río (*Inia boliviensis*), que en Bolivia se encuentra como VU. En este río y sus alrededores se encuentran también especies de peces importantes para la conservación, como *Phreatobius sanguijuela*, que está categorizada como CR por la UICN y en Bolivia como una especie VU. Los registros de este pez se encuentran al norte de la cuenca, y se sabe que es una especie con una distribución muy restringida y muy poco tolerante a los cambios en su hábitat. Otras especies también presentes en este río y sus afluentes son el pacú (*C. macropomum*), categorizado como VU, y el tucunaré (*C. pleiozona*), considerado como NT, ambas altamente apreciadas por su carne y de importancia en la pesca de subsistencia y comercial. Muchos de los registros de todas estas especies provienen del norte de la cuenca, muy cerca del área donde se ha determinado que el grado de amenaza de los bosques es moderado (Ver capítulo de amenazas), y una de las amenazas es la actividad minera de oro, magnesio y piedras preciosas, y se presume que su actividad estaría contaminando los ríos (La Región, 2022) y, como consecuencia, impactando negativamente sobre las poblaciones de estas especies.

Otro grupo muy diverso presente en estos bosques corresponde a los murciélagos, entre los cuales se encuentran al menos 13 especies de la subfamilia Phyllostominae consideradas bioindicadores, entre ellas, insectívoros del género *Micronycteris* y *Glyphonnycteris*, y otras especies carnívoras como *Trachops cirrhosus*, que se alimenta de anfibios. La presencia de estas especies nos lleva a pensar que estos bosques aún se encuentran en buen estado de conservación. En el caso de las aves, dos especies icónicas y actualmente muy amenazadas fueron registradas en el PNNKM, el águila coronada (*B. coronatus*) y el tucancillo (*P. bitorquatus*), categorizadas como EN y amenazadas principalmente por la destrucción de su hábitat y su baja densidad poblacional. Otras especies, como las llamadas atrapamoscas (Tyrannidae), también fueron registradas, entre ellas, el tucán (*Ramphastos vitellinus*) y el hormiguero (*Hypocnemis ochrogyna*), están categorizadas como VU (IUCN). De la misma forma, especies amenazadas de reptiles fueron también registradas dentro del PNNKM, tal es el caso del lagarto *Tropidurus xanthochilus* y la especie endémica de culebra *Apostolepis phillipsae*, que tiene un hábito fosorial y que actualmente se encuentran categorizadas como VU. En estos bosques de Igapó también se encontró a la culebra *Hydrops triangularis*, característica de cuerpos de agua como lagos, ríos y bosques inundados, siendo una de las especies de serpientes que, junto a las otras 18 especies de reptiles registrados, son de lejos el grupo dominante en estos hábitats. En el caso de los anfibios, no se han registrado especies amenazadas en esta cuenca; sin embargo, se sabe que los incendios no planificados, el cambio de uso del suelo y la pérdida de su hábitat pueden poner en riesgo a este grupo, por lo que es importante generar información actual para evaluar el estado de conservación de estas especies dentro de las cuencas.

Otro elemento clave y propio de esta cuenca son los campos de *Murundú* o campos de termiteros. Estos campos se encuentran principalmente de norte a sur de la cuenca en la RM-

BP, al límite con el PNNKM, entre el bosque amazónico y el bosque de transición. Estos campos, a la fecha, solo cuentan con información de micromamíferos, sobre todo murciélagos representados por 50 especies, entre ellas el falso vampiro (*Vampirus spectrum*), registrado dentro del PNNKM. Otras especies de mamíferos registradas fueron el jaguar y el ciervo de las pampas, ambas categorizadas como vulnerables. En el caso del jaguar, una especie amenazada y al mismo tiempo muy icónica en estos ambientes, sus registros no se circunscriben solo a áreas protegidas; al ser una especie que puede utilizar diferentes hábitats, sus registros se distribuyen en diferentes unidades de vegetación, incluyendo el Cerrado, bosque Chiquitano, sobre todo asociados a bosques ribereños y ambientes pecuarios al sur de la cuenca.

Al sur de la cuenca, las unidades de vegetación más representativas son el Cerrado y el Bosque Seco Chiquitano; cabe recalcar que estas unidades son las más amenazadas en ambas cuencas, sobre todo por el cambio del uso del suelo y los incendios no planificados. Actualmente, quedan remanentes de vegetación nativa rodeados de una matriz compuesta de estancias ganaderas y áreas de cultivo (Ver capítulo de amenazas). También es importante mencionar que en la cuenca de Paraguá no existe ningún espacio de conservación que esté protegiendo estos ecosistemas; por lo cual, la fauna que aún está presente se encuentra permanentemente amenazada. Es en este contexto que en el Cerrado fueron registradas 192 especies de animales, de las cuales 104 corresponden a los mamíferos, 81 especies a aves y 7 especies son anfibios. Los murciélagos son, nuevamente, el grupo con mayor riqueza, con 42 especies, de las cuales 19 corresponden a frugívoros y tres especies corresponden a nectarívoros, además del murciélago vampiro (*D. rotundus*) asociado a estancias ganaderas (Figura 29). Tanto el murciélago vampiro como algunos carnívoros, entre ellos el jaguar y el puma, son especies involucradas en conflictos con los ganaderos. Estas especies aprovechan recursos alimenticios como el ganado, alimentándose principalmente de terneros. La respuesta de los pobladores es eliminar a estos animales, amenazando la permanencia de sus poblaciones; pero adicionalmente, en el caso de los murciélagos, la matanza no distingue solo al murciélago vampiro, por lo cual las otras especies (frugívoras, nectarívoras e insectívoras) se ven amenazadas.

Figura 30. Murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), especie muy común en las estancias ganaderas y es la responsable de los conflictos con la actividad ganadera.



Fotografía: Raquel Galeón.

Otras especies presentes y categorizadas como VU en el LBFSVB son los carnívoros, representados por 18 especies, entre las cuales están el borocho (*C. brachyurus*) y el perrito de monte (*S. venaticus*), que es una especie muy rara y poco abundante, susceptible a los cambios en los hábitats donde se encuentra. Los cérvidos también son comunes; tal es el caso del ciervo de los pantanos, categorizado como VU, y chanchos de monte como el teitétú (*P. tajacu*) y el tropero (*T. pecari*), que son especies muy usadas por los pobladores locales como fuente de proteínas.

En el caso de las aves, la familia más diversa son las parabas y loros (Psittacidae) con 8 especies y los serere y mauri (Cuculidae) con 7 especies. Entre las especies más relevantes se encuentra la pava pintada (*Crax fasciolata*), categorizada como vulnerable por la IUCN, por presentar amenazas debido a la cacería de subsistencia y la destrucción de su hábitat a causa de la deforestación.

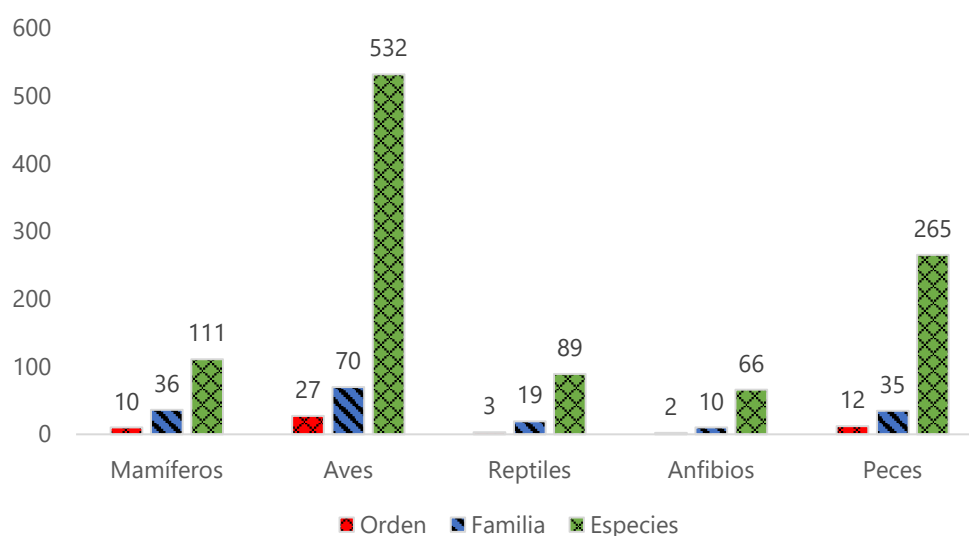
Es también importante resaltar que el Cerrado es una formación con condiciones extremas de calor y sequedad para la herpetofauna. Sin embargo, se encuentran elementos adaptados a estas condiciones, como la rana *Physalaemus centralis*, que se presenta en las áreas abiertas de este ecosistema. Su registro en estas cuencas es muy importante, ya que es una especie en peligro de extinción (IUCN – LC) debido a la destrucción extensiva de este hábitat en los países vecinos Brasil y Paraguay, con los que compartimos este ecosistema. También está presente la rana del chaco "*Boana raniceps*", adaptada a las condiciones extremas del Cerrado. Incluyendo estas dos especies, el estudio ha permitido registrar 7 especies de anfibios distribuidas en 6 géneros de 4 familias. Aunque no se ha registrado reptiles, sabemos por otras investigaciones en ecosistemas similares como en la parte del Cerrado dentro del PN Noel Kempff Mercado, que se han registrado unas 127 especies entre reptiles y anfibios, incluyendo las lagartijas endémicas *Tropidurus etheridgei*, *Tropidurus xanthochilus* y *Tropidurus chromatops*, las cuales fueron reportadas en este mismo estudio para otras áreas de la cuenca. Por lo tanto, la ausencia de reptiles para el Cerrado es atribuible al bajo esfuerzo de muestreo realizado en este ecosistema.

3.4.2 Composición de la fauna en la cuenca San Martín

La cuenca San Martín alberga 1.066 especies de vertebrados, y mucha de la información proviene de las áreas protegidas, tales como la RVS-Ríos Blanco y Negro, el Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Iténez (PNAMI-Iténez), la Reserva Municipal del Copaibo de Concepción y la Reserva Científica Ecológica y Arqueológica Kenneth Lee (RCEA-Kenneth Lee).

La riqueza de especies está representada por 532 especies de aves, lo que corresponde al 49,9 % del total de especies de vertebrados registrados para esta cuenca. Luego encontramos a los peces con 265 especies (24,9 % del total de especies), los mamíferos con 111 especies (10,6 %), los reptiles con 89 especies (8,3 %) y, finalmente, los anfibios con 67 especies presentes en esta cuenca (6,3 %).

Figura 31. Número de órdenes, familias y especies de los diferentes grupos taxonómicos para la cuenca San Martín.



Fuente: Elaboración propia.

En la cuenca San Martín, los registros de los micromamíferos se encuentran principalmente dentro de la RVS Ríos Blanco y Negro. Dentro de este grupo, los murciélagos (Chiroptera) son el grupo más diverso, con 46 especies. El orden Carnivora, representado por 14 especies, tiene registros que se distribuyen a lo largo de la cuenca. Los Primates, que incluyen a monos como el manechi, el mono araña, mono Martín, entre otros, tienen registros al sur de la cuenca, principalmente fuera de las áreas protegidas, mientras que el orden Cetartiodactyla, que corresponde a los venados y chanchos de monte, tiene registros principalmente en la RVS RByN. En cuanto a las aves, se ha confirmado la presencia de 532 especies, de las cuales 24 se encuentran en el orden Passeriformes, y las restantes 46 familias se distribuyen en otros órdenes. La familia Tyrannidae (atrapamoscas) es la más diversa, con 76 especies, seguida por Furnariidae (tiluchis y trepapalo) con 38 especies, Thraupidae (sayubú y tangaras) con 34 especies, Accipitridae (chubis y águilas) con 32 especies, Thamnophilidae (hormigueros) con 29 especies, Psittacidae (parabas y loros) con 24 especies, y Trochilidae (picaflores) con 18 especies; otras familias albergan un menor número de especies.

Los peces cuentan con 265 especies, donde el orden Characiformes con 12 familias y 121 especies es el más diverso. Este orden alberga peces de porte mediano a pequeño, como las sardinas, pirañas y bogas, además del pacú (*C. macropomum*) que puede alcanzar tallas medianas a grandes. El segundo orden con mayor representatividad de familias es Siluriformes, con 10 familias y 101 especies, donde se incluyen a los bagres y peces zapatos, además de especies de mayor porte como los piraibas y surubíes. En tercer lugar, está la familia Cichlidae (orden Cichliformes) con 21 especies de peces, conocidos localmente como cupacás. En esta familia se incluye al tucunaré (*C. pleiozona*), especie altamente apreciada por su carne y de importancia en la pesca de subsistencia y comercial.

La herpetofauna está representada por el 87 % de anfibios respecto al total de las especies registradas para este grupo en las tres cuencas. De los 28 géneros presentes, *Leptodactylus* es el dominante, seguido de *Dendropsophus* y *Scinax*. Estos albergan el 75% de las especies registradas en las tres cuencas.

Entre las 89 especies de reptiles presentes en San Martín se encuentran serpientes de los géneros *Erythrolamprus*, *Micrurus* y *Chironius*, siendo muy abundantes. Dentro del género *Eunectes*, se destaca la especie endémica *Eunectes beniensis*. También se encuentran los Testudines con 9 especies como *Acanthochelys macrocephala* y *Mesoclemmys raniceps*, que son difíciles de registrar por estar asociados a curichis y pequeñas lagunas con mucha vegetación riverense. En el orden Crocodylia se encuentra el caimán negro (*Melanosuchus niger*), que es una especie protegida por estar en el Apéndice I de CITES.

En cuanto a las especies amenazadas, en esta cuenca se han registrado 28 según la UICN, mientras que, según el LRFSVB, son 25 las especies amenazadas. Igual que en Paraguará, más de la mitad de la superficie de San Martín, el 57,5%, se encuentra protegida a través de espacios de conservación, como la RVS- Ríos Blanco y Negro, la RM-Copaibo de Concepción, el PNANMI-Iténez y la RCEA-Kenneth Lee; estas dos últimas se encuentran en el departamento de Beni. Los resultados sugieren que al menos el 50% de los registros de especies amenazadas que hemos obtenido están ubicados dentro de las áreas protegidas, mientras que el otro 50% de los registros se encuentran fuera de las áreas protegidas, sobre todo al sur de la cuenca entre el cerrado y el bosque seco chiquitano.

Tabla 10. Número de especies de cada grupo taxonómico que se encuentra en la cuenca San Martín. La tabla también presenta el número de especies amenazadas de acuerdo con la UICN y al LRFSVB.

Grupo taxonómico	Total sp. en la cuenca	# Especies amenazadas de acuerdo con la UICN					# Especies amenazadas de acuerdo con el LRFSVB			
		EN	VU	NT	DD	LC	EN	VU	NT	DD
Aves	532		8	4		520		1		
Mamíferos	113	1		1	2	36	1	2	1	1
Reptiles	89	1	2	5		78	1	3	6	
Anfibios	67				1	63				
Peces	349				3	46		5	6	

Fuente: Elaboración propia.

Al norte de la cuenca, en lo que corresponde a la Provincia Iténez del departamento del Beni, están presentes las sabanas abiertas de inundación, los bosques de Igapó y los bosques ribereños, ambientes cuyo estado de conservación fluctúa entre moderado y bueno y que presentan áreas protegidas en gran parte de su superficie. En estas sabanas se han registrado 264 especies de vertebrados, de las cuales el 95 % corresponden a aves, el 4 % a mamíferos y menos del 1 % a anfibios. Están presentes mamíferos de gran porte como el jaguar (*P. onca*) y

el yaguarundi (*H. yagouaroundi*); ambas especies son capaces de usar diferentes tipos de hábitats. La presencia del jaguar indica precisamente que estos ambientes aún cuentan con buena salud ecosistémica. Otros mamíferos presentes y relacionados al río San Martín son la nutria gigante (*P. brasiliensis*), el delfín de río (*Inia boliviensis*) y especies de peces importantes para los pobladores, ya que son pescados y comercializados. Entre ellos, se encuentran el tucunaré (*C. pleiozona*) categorizado como NT y el pacú, que actualmente se encuentra como VU en la lista roja de Bolivia. Se han reportado 249 especies de aves, entre ellas algunas amenazadas como la pava pintada (*Crax fasciolata*) y la torcaza (*Patagioenas subvinacea*), ambas consideradas como especies VU de acuerdo con la UICN. En relación con la herpetofauna y su escaso registro de especies, podemos atribuir estos resultados a la poca o inexistente campaña para su registro en este ecosistema, ya que en los ecosistemas aledaños se tienen registros de especies que son características de áreas abiertas como sabanas y pastizales. Entre estas, podemos mencionar a las serpientes *Bothrops pauloensis* y *Crotalus durissus*, así como lagartijas como *Tupinambis teguixin* y *Ameiva ameiva*. En cuanto a anfibios, se registraron 2 especies de 2 géneros. Entre ellas, la rana *Leptodactylus podicipinus*, de hábitos terrestres y presente en áreas abiertas, y la rana arborícola *Trachycephalus typhonius*, que indica la presencia de ciertos manchones arbóreos en esta sabana que le sirven de refugio.

El bosque amazónico de tierra firme es otro elemento importante en esta cuenca; se estima que alberga 95 especies de mamíferos, 502 especies de aves, 41 especies de reptiles y 22 de anfibios. En estos bosques se han capturado al menos seis especies de murciélagos de la subfamilia Phyllostominae, consideradas bioindicadores. Entre ellas, insectívoros acechadores del género *Lophostoma*, el omnívoro *Phyllostomus hastatus* de hábitos generalistas, considerado el segundo murciélago más grande de Bolivia, y otra especie carnívora como *Trachops cirrhosus*, que se alimenta de anfibios. Como ocurre en Paraguay, la presencia de estas especies nos lleva a pensar que estos bosques aún se encuentran en buen estado de conservación. Otro grupo importante son los Cetartiodactyla, que incluye cérvidos como el ciervo de los pantanos categorizada como VU y chanchos de monte como el teiteté (*P. tajacu*) y el tropero (*T. pecari*), ambas categorizadas como NT. Estas especies son importantes ya que son parte de la dieta de los pobladores locales, constituyéndose en importante fuente de proteínas, sobre todo para las comunidades más alejadas. En el caso de las aves, las especies más notables son el águila arpía (*Harpia harpyja*), la cual se encuentra catalogada como VU (LRVB y IUCN) debido a su baja densidad poblacional y amenazas a causa de la destrucción de su hábitat por la deforestación, y la pava pintada (*Crax fasciolata*), especie que presenta amenazas por la destrucción de su hábitat y cacería, por lo cual se encuentra dentro de la categoría de VU (IUCN). Otro grupo importante son los Psittacidae (parabas y loros), especies que presentan amenazas a causa de la destrucción de su hábitat y son seguidas por la extracción para el tráfico de vida silvestre con fines de mascotismo. Estos bosques también albergan 41 especies de reptiles y 22 especies de anfibios, entre las que se observa una dominancia de especies adaptadas a hábitats arbóreos y arbustivos como las de la familia Hylidae. Asimismo, se presentan dos especies de la familia Phyllomedusidae, también preferentemente arborícolas como *Phyllomedusa boliviana* y

Pithecopus hypochondrialis, apoyando a su vez los resultados obtenidos con los reptiles de que este ecosistema está relativamente bien conservado.

Al sur de la cuenca, las unidades de vegetación más representativas son el Cerrado y el Bosque Seco Chiquitano. Nuevamente, estas unidades son las más amenazadas, sobre todo por el cambio del uso del suelo, incendios no planificados y la construcción de atajados no planificados que retienen el agua afectando a las zonas más bajas. Como ocurre en Paraguará, tampoco existen espacios de conservación que estén protegiendo estos ecosistemas, por lo cual la fauna y flora asociadas a estas unidades de vegetación se encuentran en permanente amenaza. Es en este contexto que, en el Cerrado, se han reportado 104 especies de mamíferos, entre ellos primates como el manechi (*Alouatta caraya*), el mono araña (*Ateles chamek*), el mono martín (*Sapajus apella*) y el leoncito o titi de cola negra (*Mico melanurus*). También alberga 83 especies de aves, siendo las familias más diversas Psittacidae (parabas y loros) con 8 especies y Cuculidae (serere y mauri) con 7 especies. Una especie relevante es la pava pintada (*Crax fasciolata*), categorizada como VU por la IUCN, por estar amenazada debido a la cacería de subsistencia y la destrucción de su hábitat. También se encuentran 6 especies de anfibios adaptados a condiciones de calor y sequedad extrema, como la rana *Physalaemus centralis*, que se presenta en las áreas abiertas de este ecosistema. Su registro en estas cuencas es muy importante, ya que es una especie EN debido a la destrucción de su hábitat. También está presente la rana del chaco *Boana raniceps*, adaptada a las condiciones extremas del Cerrado. A la fecha, no se ha reportado ninguna especie de reptil, sobre todo por el bajo esfuerzo realizado. Sin embargo, sabemos por otras investigaciones en ecosistemas similares, como en el Cerrado dentro del PN Noel Kempff Mercado, que se han registrado unas 127 especies entre reptiles y anfibios, incluyendo las lagartijas endémicas *Tropidurus etheridgei*, *T. xanthochilus* y *T. chromatops*. Estas fueron también registradas en otras áreas de la cuenca, por lo que la ausencia de reptiles para el Cerrado es atribuible al bajo esfuerzo de muestreo realizado en este ecosistema.

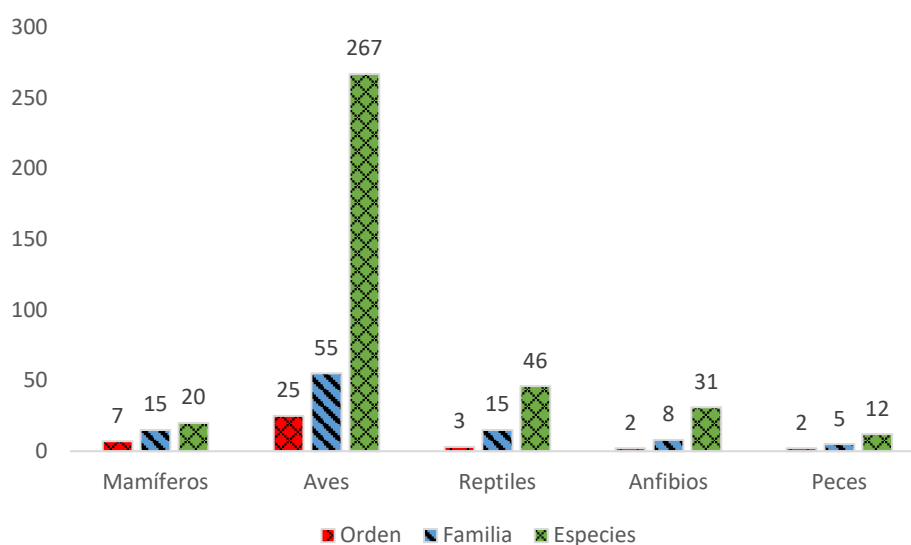
Otra unidad de vegetación es el Bosque Seco Chiquitano, que alberga 281 especies de vertebrados terrestres, entre ellos 32 especies de mamíferos que incluyen a cervidos como el huaso y la urina, y chanchos de monte como el tropero (*T. pecari*) y el taitetú (*P. tajacu*), así como el anta (*Tapirus terrestris*), que es una especie considerada como VU. La presencia del jaguar en estos ambientes se relaciona principalmente con las estancias ganaderas, produciéndose conflictos en los que muchas veces los jaguares son cazados, amenazando sus poblaciones. En cuanto a las aves, se han registrado 226 especies, incluyendo 14 especies de Psittacidae (parabas y loros) amenazadas por el mascotismo. También se encuentra la pava pintada (*Crax fasciolata*), especie considerada VU por la IUCN, por presentar amenazas por la cacería de subsistencia y la destrucción de su hábitat a causa de la deforestación. La herpetofauna del bosque seco chiquitano presenta 17 especies de anfibios, entre ellas *Ameerega picta* de la familia Dendrobatidae, que está en el apéndice II de CITES. Asimismo, se presenta un ensamble de especies que ocupan los diferentes estratos de un bosque conservado, con especies fosoriales como *Siphonops paulensis*, un estrato inferior con *Rhinella diptycha* y *Leptodactylus elenae*, un

estrato medio con *Scinax fuscovarius*, y el estrato superior con *Phyllomedusa boliviana* y *Trachycephalus typhonius*. Por su parte, los reptiles están representados solo por 6 especies entre lagartijas y serpientes. Se encuentran elementos como *Xenodon severus*, especie amazónica, pero que marginalmente se encuentra presente en este ecosistema, así como la lagartija *Hoplocercus spinosus* que es un elemento del cerrado, pero que también se distribuye dentro del bosque seco chiquitano, demostrando la importancia de esta formación para la dispersión de especies entre formaciones de vegetación.

3.4.3 Composición de la fauna en la subcuenca Zapocó

La subcuenca Zapocó es la zona de estudio más pequeña; existe un área protegida municipal, la Laguna Represa de Sapocó, que protege el 18% de la superficie de la subcuenca. Se han registrado 376 especies de vertebrados en total, siendo las aves las más diversas con 267 especies, seguido por los reptiles con 46 especies, anfibios con 31 especies, mamíferos con 20 y peces con apenas 12 especies (Figura 32).

Figura 32. Número de órdenes, familias y especies de los diferentes grupos taxonómicos para la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las especies amenazadas, esta subcuenca reporta 14 especies amenazadas de acuerdo con la UICN y 11 especies amenazadas de acuerdo con el LRFSVB. Es claro que, por efecto de su tamaño y composición de sus unidades de vegetación (que van a determinar la diversidad de hábitats), contienen la menor diversidad de fauna y, por lo mismo, la menor cantidad de registros de especies amenazadas. Aunque también es un área poco estudiada, por lo cual no se descarta que la riqueza de especies pueda incrementarse si se realizan más estudios.

Tabla 11. Número de especies de cada grupo taxonómico que se encuentra en la cuenca Zapocó. La tabla también presenta el número de especies amenazadas de acuerdo con la UICN y al LRFSVB.

Grupo taxonómico	Total sp. en la cuenca	# Especies amenazadas de acuerdo con la UICN					# Especies amenazadas de acuerdo con el LRFSVB			
		EN	VU	NT	DD	LC	EN	VU	NT	DD
Aves	267	1	2	2		261	-	1	-	-
Mamíferos	20	1		1	-	14		2	4	1
Reptiles	46	1	2	4	-	36	1	3	-	-
Anfibios	31	-	-	-	-	29	-	-	-	-
Peces	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de vegetación predominantes son el Bosque Seco Chiquitano. Además, se cuentan con áreas de inundación estacional (Campo limpio). Las áreas agropecuarias también son importantes en esta subcuenca, donde se observan grandes manchones distribuidos entre remanentes de Cerrado y Bosque Seco Chiquitano.

En este contexto, al menos 376 especies de vertebrados se encuentran presentes, incluyendo 20 especies de mamíferos, como el jochi pintado (*C. paca*) y el jochi colorado (*D. azarae*), así como algunos félidos como el puma (*P. concolor*), cánidos como el borochi (*C. brachyurus*), venados como la urina (*M. gouazoubira*) y el ciervo de las pampas (*O. bezoarticus*), que además es una especie categorizada como VU. También se encuentran chanchos de monte como el tropero (*Tayassu pecari*) y el taitetú (*Pecari tajacu*), categorizadas como casi amenazadas en el LRFSVB. Aunque la mayoría de los registros de estas especies datan de los años 90 y principios de los 2000, se cuentan también con registros recientes (2021) que confirman aún su presencia en el área.

En el caso de las aves, se registraron 267 especies, incluyendo cuatro especies que se encuentran en las listas de especies amenazadas (LRVB e IUCN). Entre estas, podemos mencionar en la categoría de EN al semillero de pico grande (*Sporophila maximiliani*), en la categoría de VU al águila arpía (*Harpia harpyja*), el Tucán (*Ramphastos vitellinus*) y al semillero (*Sporophila nigrorufa*). Aunque la subcuenca Zapocó es más pequeña, alberga un importante número de especies de aves.

De la misma forma, se reportaron 30 especies de anfibios para esta cuenca, donde se destaca la presencia de la especie *Ameerega picta* de la familia Dendrobatidae, debido al interés comercial para el mercado de mascotas, situándola en las listas del Apéndice II de CITES. Además, hay 46 especies de reptiles, destacándose la especie endémica *Eunectes beniensis* y solo un género *Helicops* con 3 especies de culebras de agua. El orden Testudines cuenta con el registro de 6 géneros y el orden Crocodylia alberga al caimán yacaré (*Melanosuchus niger*), una especie VU que está incluida en el Apéndice I de CITES.

Los peces de la subcuenca del río Zapocó son los menos conocidos; solamente se tienen registradas 12 especies capturadas en la represa Zapocó de Concepción en un relevamiento rápido. Los peces pertenecen a 2 órdenes y 5 familias. El orden Characiformes es el mejor representado, con 4 familias y 10 especies, seguido por el orden Cichliformes con 1 familia y 2 especies. En su mayoría, las especies son de porte pequeño, como sardinas (*Astyanax bimaculatus*, *Moenkhausia bonita* y *Bryconops caudomaculatus*). Entre las de mayor tamaño, se encuentran los peces boca de perro (*Acestrorhynchus sp*) y 2 especies de pirañas del género *Serrasalmus*. Ninguna de las especies listadas se encuentra en alguna categoría de amenaza.

3.5 Análisis de vacíos de información de la fauna en las cuencas de Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó

El análisis de vacíos de información fue realizado para los cinco grupos de fauna de vertebrados, en función del análisis espacial sobre una grilla de 10 x 10 km. Esto nos permite analizar los vacíos en áreas determinadas y calcular la superficie de la cuenca que aún no cuenta con información biológica. Por otro lado, nos permite identificar las áreas con poca o nula información y, al cruzarlo con las unidades de vegetación, nos permite identificar aquellas unidades con poca información sobre fauna.

En el caso de los peces, el análisis de vacíos de información fue realizado a partir del análisis de subcuencas. De esta forma, es posible evidenciar dónde es necesario generar más información de este grupo en particular. Para conocer la metodología exacta, se puede revisar el Anexo 3.

3.5.1 Mamíferos

En el caso de los mamíferos, el 14,7% de la superficie de las cuencas cuenta con información sobre este grupo. Los registros se distribuyen en toda la cuenca; sin embargo, hay una acumulación importante de información en el PNNKM y en áreas protegidas departamentales como Ríos Blanco y Negro e Iténez.

No todas las cuadrículas presentan información de todos los grupos taxonómicos de mamíferos, lo que significa que, por ejemplo, especies de hábitos acuáticos, como el delfín de río o la nutria gigante, concentran gran parte de su información al norte de las cuencas, dentro del PNANMI Iténez, gracias a estudios realizados por FAUNAGUA.

En cambio, gran parte de los registros de micromamíferos se distribuyen dentro del PNNKM y la RVS Ríos Blanco y Negro, muchos de ellos por el trabajo realizado en el MNKM y el PCMB.

Otra información interesante se encuentra fuera de áreas protegidas, en el centro-sur de la cuenca Paraguá y sur de la cuenca San Martín, donde encontramos información sobre jaguar, puma, primates, cánidos, cérvidos, entre otros.

Por otro lado, también se generó una curva de acumulación de especies de mamíferos para saber qué tan bien representada estaba la riqueza de especies. Cuando observamos la curva, vemos que ha llegado claramente a una asíntota, por lo que, al menos en las áreas donde existe información, se ha logrado registrar la mayoría de las especies que podrían estar presentes.

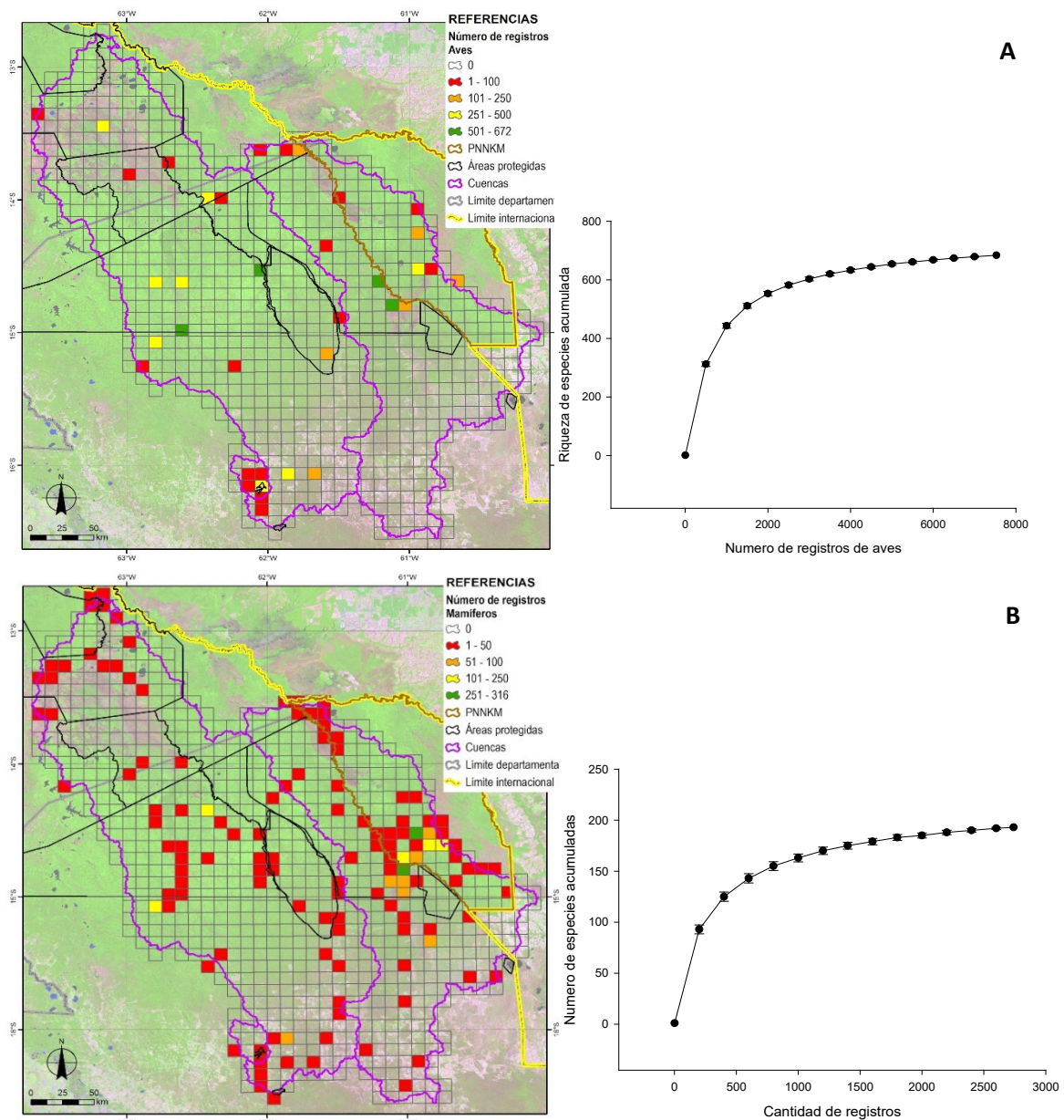
Sin embargo, si se realizan muestreos en áreas vacías, esta riqueza de especies puede incrementarse, acumulando especies que ahora son consideradas como probables o potenciales.

3.5.2 Aves

Para aves, se ha estimado que el 4.1% de la superficie de la cuenca cuenta con información sobre este grupo. A la fecha, se cuenta con al menos 7,442 registros que albergan a 679 especies de aves. Estas se concentran en diferentes áreas específicas dentro del PNNKM, la RVS Ríos Blanco y Negro, y la Reserva Departamental ANMI Iténez. Gran parte del sur de la cuenca de Paraguá carece de información. Es importante resaltar que todas las cuadrículas presentan información de diferentes grupos taxonómicos de aves. Esto significa que se tiene información sólida de aves y de los diferentes tipos de hábitats presentes en las cuencas y subcuencas.

Otra información interesante sobre las aves en este sector se encuentra dentro de áreas protegidas de categoría nacional y subnacional, tanto en el departamento del Beni (RD ANMI Iténez) como en Santa Cruz (PNNKM, RVS Ríos Blanco y Negro, y RM del Copaibo). De igual manera, se generó una curva de acumulación de especies de aves (Fig. 33) para conocer cuán representativa es la riqueza de especies. La curva ha llegado claramente a una asíntota, lo que indica que al menos en las áreas donde existe información de este grupo se ha logrado registrar la mayoría de las especies que podrían estar presentes. Sin embargo, es posible que, al realizar muestreos en áreas vacías, esta riqueza de especies pueda incrementarse, acumulando aquellas que por ahora son consideradas como probables.

Figura 33. Análisis de vacíos de información para A) Aves y B) Mamíferos. Cuadrículas en rojo son áreas con poca información, cuadrículas sin color es ausencia de información y cuadrículas verdes son áreas con mucha información. Ambas curvas de acumulación de especies parecen llegar a una asíntota.

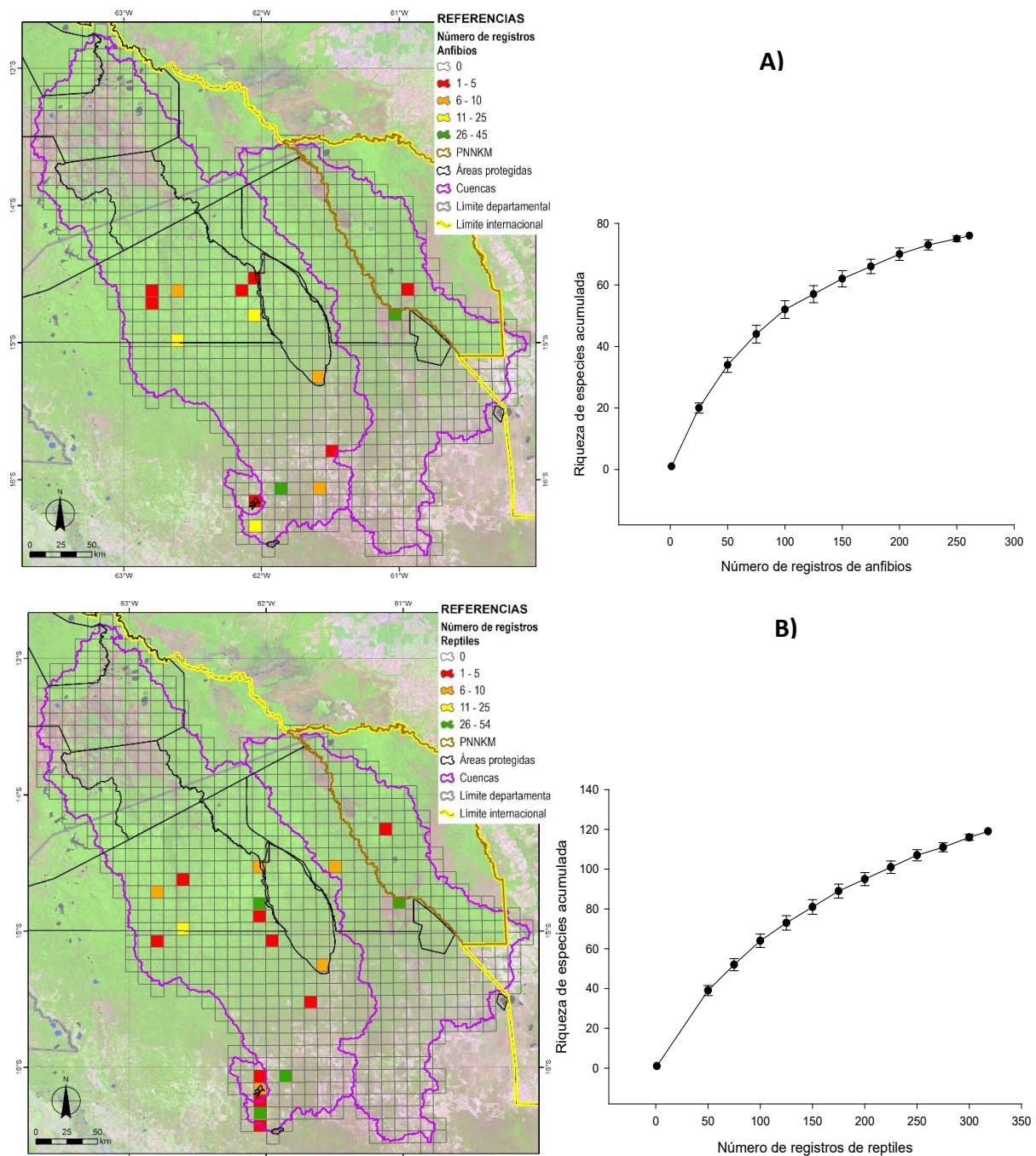


Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Anfibios

En el caso de los anfibios, la información disponible es relativamente escasa; el análisis sugiere que solo el 1,7% de la superficie de las cuencas contiene información de este grupo. Las curvas de acumulación de especies corresponden a lo observado en el mapa de vacíos de información, porque es evidente que la gráfica está en crecimiento. Esto indica que aún falta mucho para contar con una muestra representativa de la riqueza de especies de este grupo en las cuencas.

Figura 34. Análisis de vacíos de información para A) Anfibios y B) Reptiles. Las cuadrículas en rojo muestran áreas con pocos registros de información, cuadrículas sin color muestran ausencia de información, mientras que las cuadrículas verdes indican áreas con gran cantidad de información.



Fuente: Elaboración propia.

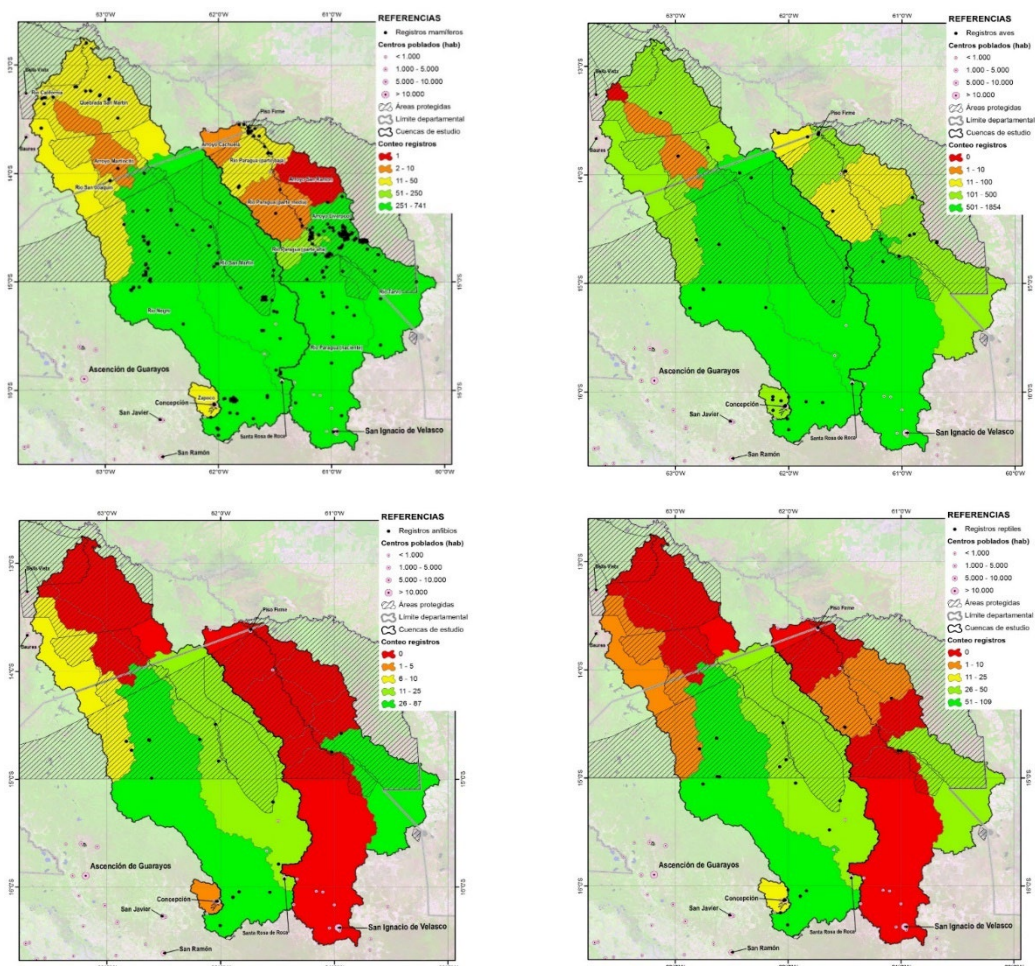
3.5.4 Reptiles

Para reptiles, se ha estimado que el 2.16% de la superficie de la cuenca cuenta con información de este grupo. Por consiguiente, gran parte de esta unidad aún es desconocida respecto a este grupo. Mucha de la información disponible se concentra en el borde del PNNKM en la cuenca de Paraguará, al sureste de la RVS Ríos Blanco y Negro y al sur de la cuenca de San Martín. Como

ocurre con los anfibios, la curva de acumulación de especies de reptiles se encuentra aún en crecimiento, lo que significaría que incluso en las áreas donde hay información, aún no se cuenta con una riqueza de especies representativa de la zona y que si se realizan más estudios es probable que las listas de especies se incrementen.

Cuando analizamos los vacíos de información a nivel de microcuencas, identificamos que, para aves y mamíferos, las subcuencas del río Tarvo, río Paraguá, río Negro y río San Martín muestran una mayor cantidad de información existente. En el caso de los mamíferos, la subcuenca del arroyo San Ramón, que se encuentra al este del PNNKM, es la que menos información presenta. El panorama es diferente para reptiles y anfibios, donde varias subcuencas carecen totalmente de información para estos grupos, sobre todo en la cuenca Paraguá y al norte de la cuenca San Martín.

Figura 35. Análisis de la presencia o ausencia de información en las subcuencas que componen la cuenca de Paraguá y San Martín, además de la subcuenca Zapocó para A) mamíferos, B) Aves, C) Anfibios y D) Reptiles.



Fuente: Elaboración propia.



Capítulo IV: Usos de la Biodiversidad

4.1. Etnobiología

Bolivia tiene una gran diversidad cultural y una enorme riqueza biológica. Ambos atributos se encuentran en la etnobiología, disciplina que estudia y documenta los conocimientos tradicionales de la biodiversidad aplicados a diferentes usos y se constituye en la vía más adecuada para detectar potenciales recursos de aprovechamiento. Santa Cruz es uno de los departamentos con mayor explotación de recursos naturales (Toledo, 1996), y durante los últimos años, varias instituciones como la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC), el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), el Herbario Nacional de Bolivia, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Conservation International (CI), Missouri Botanical Garden, Wildlife Conservation Society (WCS), el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) y la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno han generado información valiosa para la gestión sostenible de los recursos naturales.

El nivel de documentación del conocimiento local ha avanzado en las últimas décadas, principalmente con estudios del pueblo chiquitano, que documentan alrededor de 300 especies empleadas en algunas comunidades cercanas al área de estudio (Toledo, 1996), posicionándolo como el grupo étnico mejor documentado. La situación es muy distinta para el pueblo Guarasu'We, del cual no se cuenta con registros sobre su etnobiología, así como del pueblo Baure, del cual existe muy poca documentación, reportando sólo el uso y rendimiento productivo por hectárea de algunas especies cultivadas (FCBC, 2009; PDM Baures, 2012).

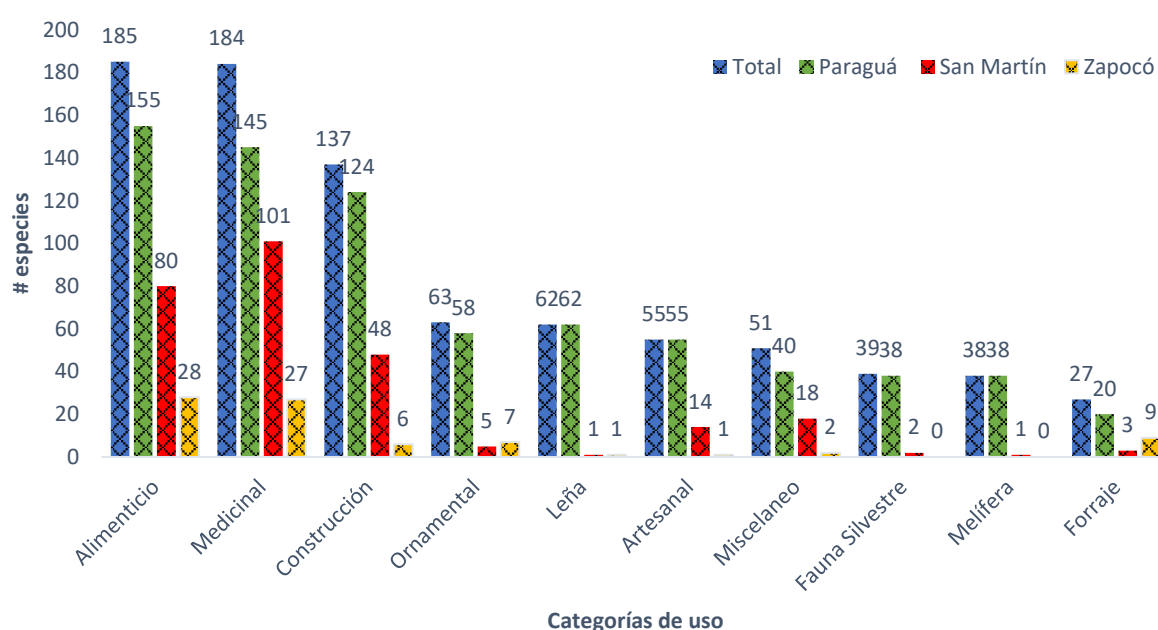
4.1.1. Uso de la flora

De las 178 familias de plantas documentadas en la región que abarca las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó, 88 registran algún uso, lo que representa casi el 50%. En cuanto a especies, del total de 3.383, el 12% (411 especies) registra algún uso, de las cuales 185 son usadas como alimento (45%), 184 tienen algún uso medicinal, 137 son empleadas en la construcción, 63 son ornamentales y 62 son utilizadas como leña (Figura 36).

De las 137 especies apreciadas como recurso maderable, 94 son empleadas también para otros usos, como el alimenticio, medicinal, ornamental, etc. Lo mismo ocurre con las restantes 274 especies que no tienen uso maderable y que ofrecen interesantes oportunidades para el sustento de las familias locales, representando una alternativa económica complementaria, sin mencionar el rol que cumplen en la seguridad y soberanía alimentaria.

El Anexo 1 indica en detalle las especies reportadas en la zona y los usos que poseen. Sin embargo, es posible que varias especies presentes en el área de estudio no registren un uso en la literatura pero que sí estén siendo usadas en la cotidianidad por los pobladores locales. Algunos ejemplos de estas especies son la cuta o *natüósh* (*Dilodendron bipinnatum*), una Sapindaceae que se encuentra en las tres cuencas con un uso medicinal, ceremonial y en la elaboración de jabones en zonas aledañas; o el aguái grande (*Pouteria caimito*, Sapotaceae) presente en las tres cuencas y que reporta uso alimenticio fuera del área de estudio, pero ningún uso dentro.

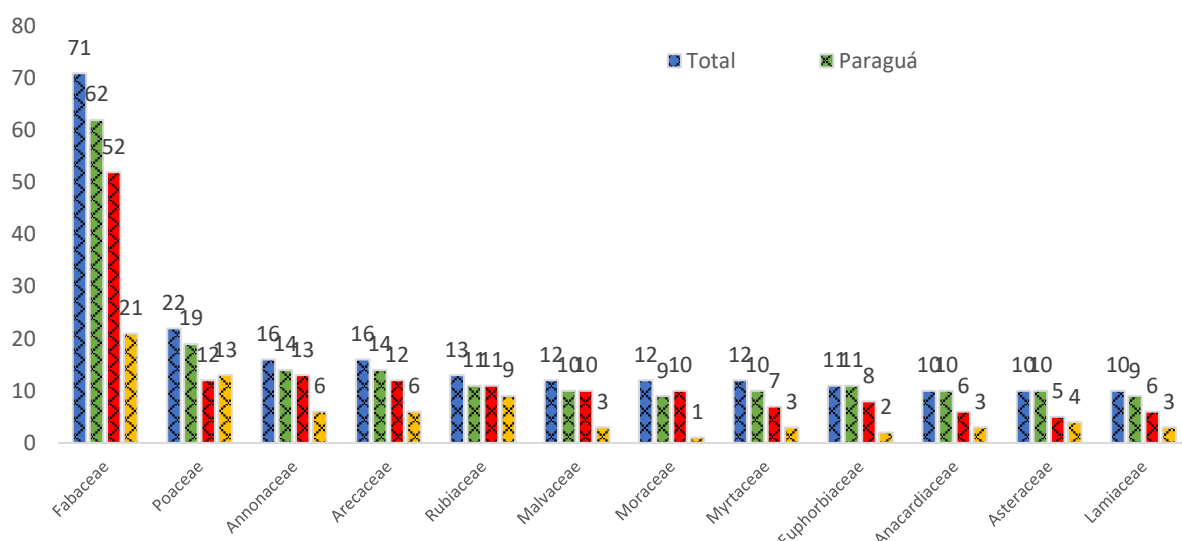
Figura 36. Categorías de uso con mayor reporte de especies en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

La familia de plantas superiores que registra el mayor número de especies utilizadas son las leguminosas (Fabaceae) con 71 especies, la mayoría empleada en la construcción, con fines medicinales y/o alimenticios, como el roble (*Amburana cearensis*), la almendra (*Dipteryx alata*) y el paquí (*Hymenaea courbaril*). Muy por debajo, le sigue la familia de gramíneas o poáceas con 22 especies registradas, principalmente como fuente alimenticia para el ganado (*Forraje*) (Figura 37).

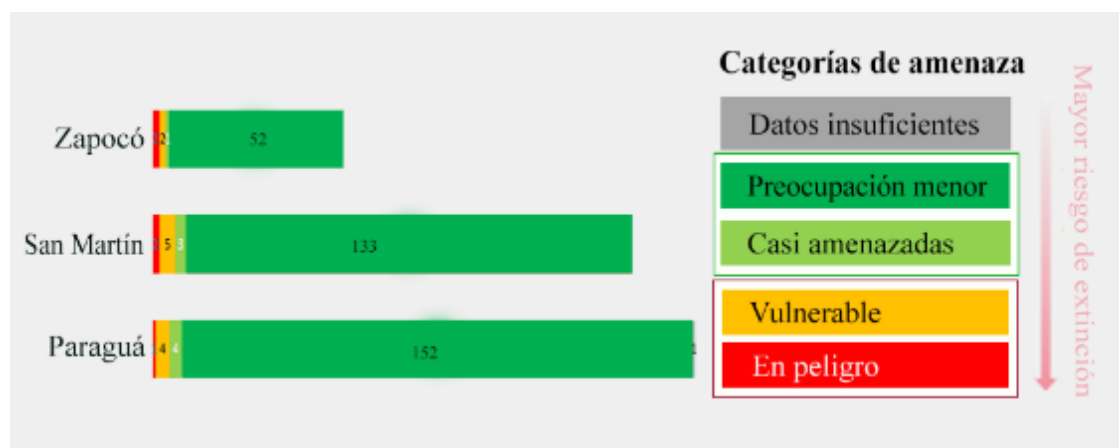
Figura 37. Doce familias de plantas que reportan la mayor riqueza de especies utilizadas en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

En total, 176 especies de flora silvestre utilizada están en alguna categoría de amenaza, siendo la de Preocupación menor (LC) la que alberga 164 especies, seguida por las Vulnerables (VU) con 5 especies (Figura 38).

Figura 38. Número de especies utilizadas con alguna categoría de amenaza en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

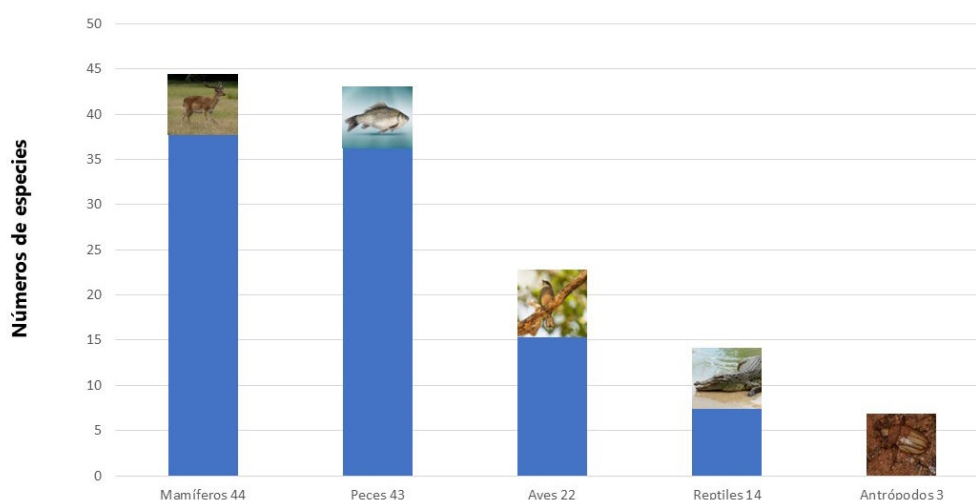
4.1.2 Usos de la fauna silvestre

Se registraron 169 especies de animales silvestres con diferentes usos o con distintos grados de interacción humana. Se reportaron 44 especies de mamíferos con importancia alimenticia, medicinal, comercial y algunas consideradas como perjudiciales. Son 43 especies de peces,

todos importantes para la alimentación y el comercio; 22 especies de aves (3 % de las 679 especies registradas) son consideradas útiles para la alimentación, la medicina o el comercio.

Sin embargo, los pobladores también tienen problemas con algunas especies que afectan los cultivos, como los loros (*Amazona aestiva*, *Brotogeris versicolurus*), tordos (*Gnorimopsar chopi*) y chaisita (*Columbina picui*). Entre las especies de artrópodos, solo una fue reportada con uso medicinal y 2 especies de abejas con importancia alimenticia para la producción de miel; las demás 43 especies de artrópodos tienen interacciones negativas con los humanos, ya que afectan la salud de los cultivos o del ganado.

Figura 39. Número de especies de fauna silvestre con diferentes usos reportados.



Fuente: Elaboración propia.

La fauna silvestre en las áreas rurales tiene una estrecha relación en la vida cotidiana de los pobladores, debido principalmente a su importancia alimenticia como fuente primordial de proteína. Los grupos más representados con uso alimenticio son los peces, con 42 especies, seguido de los mamíferos, con 29; aves, con 15 especies; reptiles, con 7; y 2 de insectos. Entre las especies reportadas para el comercio se tienen 18 especies de mamíferos, 13 especies de peces, 7 de aves y una de reptiles. Las partes comercializadas son la carne, el cuero, las plumas y, en algunos casos, el animal entero como mascota. Para uso medicinal se reportaron 28 especies, entre mamíferos, aves, reptiles y una especie de artrópodo.

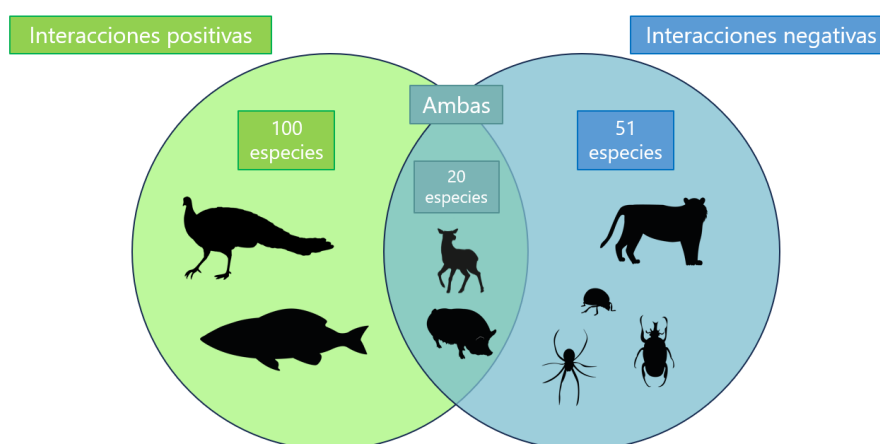
Figura 40. Número de especies animales silvestres según las diferentes categorías de uso.



Fuente: Elaboración propia.

No todas las interacciones con la fauna silvestre son positivas; también se tienen interacciones negativas. El grupo de artrópodos es el que reporta mayores conflictos, ya que afectan al ganado, a los cultivos o a la salud del ser humano, causando o siendo vectores de enfermedades. Hay especies de fauna silvestre que tienen interacciones positivas y negativas a la vez. Por un lado, son importantes como alimento, pero al mismo tiempo causan daños a los cultivos o atacan al ganado (Figura 41).

Figura 41. Interacciones positivas, negativas o ambas de la fauna silvestre con el humano.



Fuente: Elaboración propia.

En la cuenca Paraguá se reportan 90 especies de animales silvestres con diferentes usos, entre ellas, el uso medicinal, alimenticio y comercial. Las especies que reportan un mayor valor de uso (Vu) son: anta (*Tapirus terrestris*), ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), urina (*Mazama gouazoubira*), guazo (*Mazama americana*), taitetú (*Pecari tajacu*), jochi pintao (*Cuniculus paca*).

En los peces, es el bentón (*Hoplias malabaricus*), pacú (*Colossoma macropomum*), tucunaré o yacundá (*Cichla pleiozona*). Y en aves, la pava pintada (*Crax fasciolata*) y el loro (*Amazona aestiva*).

Figura 42. Una muestra de las especies de animales silvestres que se encuentran en la cuenca Paraguá.



Fuente: Elaboración propia.

En la cuenca San Martín se reportan 98 especies de fauna silvestre con diferentes usos, entre las cuales las especies que tienen reportes con mayor valor de uso son: Anta (*Tapirus terrestris*), urina (*Mazama gouazoubira*), guazo (*Mazama americana*), tejón (*Nasua nasua*), taitetú (*Pecari tajacu*), jochi pintado (*Cuniculus paca*), pejichi o armadillo gigante (*Prionomys maximus*). En cuanto a los peces, tenemos al bentón (*Hoplias malabaricus*), pacú (*Colossoma macropomum*), yayú o yeyú (*Hoplerhynchus unitaeniatus*), tucunaré o yacundá (*Cichla pleiozona*) y surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*). En aves, la pava pintada (*Crax fasciolata*), loro (*Amazona aestiva*), pato negro (*Cairina moschata*) y piyu (*Rhea americana*).

Figura 43. Una muestra de las especies de fauna silvestres que se encuentran en la cuenca San Martín.



Fotografías: tcantrell52, Charley Hesse, Leonardo Merçon, Luciano Bernardes, Marini Filh y wikimedi commons.

En la Subcuenca Zapocó se reportan 5 especies de fauna silvestre con diferentes usos. Las principales son el anta (*Tapirus terrestris*), urina (*Mazama gouazoubira*), guazo (*Mazama americana*), chancho de tropa (*Tayassu pecari*) y tatú (*Dasypus sp.*).

Figura 44. Una muestra de las especies de animales silvestres que se encuentran en la subcuenca Zapocó.



Fotografías: Marini Filho, Antonino Gonçalves, Paul Donahue y Leonardo Merçon.

Existe una correspondencia entre especie amenazada y especie con uso. Por ejemplo, de las 44 especies de mamíferos utilizadas en las cuencas, 11 (25%) se encuentra con algún grado de amenaza (Tabla 12). Los reptiles poseen 3 especies amenazadas: Peta de monte (*Chelonoidis carbonarius*, NT), Peta (*Chelonoidis denticulatus*, NT), Peta de agua (*Podocnemis unifilis*, VU), y 1 especie de ave: la Pava pintada (*Crax fasciolata*, VU).

Tabla 12. Especies de animales utilizados y categorizados según UICN y el Libro rojo de Bolivia (LRFSVB).

Especie	Nombre común	Valor de uso	Categoría de amenaza (UICN)	Categoría de amenaza (LRVB)
<i>Tayassu pecari</i>	Chancho de tropa	7	Casi Amenazado (NT)	Casi Amenazado (NT)
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	7	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)
<i>Blastocerus dichotomus</i>	Ciervo de los pantanos	6	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)
<i>Leopardus wiedii</i>	Margay, tigrillo, nuichibish (chiquitano)	5	Casi Amenazado (NT)	Casi Amenazado (NT)
<i>Priodontes maximus</i>	Pejichi, armadillo gigante	5	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)
<i>Tolypeutes matacus</i>	Corechi, tatu bola	5	Casi Amenazado (NT)	Vulnerable (VU)
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso bandera	5	Vulnerable (VU)	Casi Amenazado (NT)
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Borocho	3	Casi Amenazado (NT)	Casi Amenazado (NT)
<i>Lontra longicaudis</i>	Lobito de río	2	Casi Amenazado (NT)	Casi Amenazado (NT)
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Venado	2	Casi Amenazado (NT)	Vulnerable (VU)

<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu de cola blanda, Capitán Corechi	2	Casi Amenazado (NT)	Datos Insuficientes (DD)

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Rol social y económico de la biodiversidad nativa

Según los planes de manejo y otros documentos técnicos municipales, el uso de recursos naturales se restringe al comercio local y de subsistencia. La mayoría de los productos forestales no maderables (PFNM) está ligada a las tradiciones locales de las comunidades rurales y no logra un desarrollo económico de las familias debido a varias situaciones, como la degradación de los bosques, la baja demanda del mercado y la necesidad de respaldo técnico e institucional que impulse el rubro. Aunque durante los últimos años se llevaron a cabo algunas iniciativas de aprovechamiento de especies como el asaí, guapurú, cusi y almendra, estas requieren impulso en varios aspectos (promocionales, técnicos, logísticos, institucionales, de gobernanza, etc.) para representar un potencial comercial sostenible para los pobladores locales.

El aprovechamiento sostenible de las especies silvestres le da un valor adicional a los ecosistemas que las albergan, reduciendo así la vulnerabilidad y fortaleciendo la resiliencia de las comunidades locales, brindando mayores posibilidades de adaptación al cambio climático. La gestión integral del bosque no solo permite mejorar las condiciones ambientales, sino que también tiene repercusiones en la economía local y en el bienestar en general, contribuyendo a mejorar las condiciones nutricionales y de salud de los pobladores locales, quienes son vulnerables a los riesgos de los cambios globales. Un caso ejemplar es el asaí, cuya dinámica de producción y comercialización ha generado beneficios económicos, sociales y ambientales (García & Urioste, 2013). El trabajo iniciado por la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) en la comunidad Porvenir, impulsado hoy por la propia comunidad y diferentes instituciones de asistencia técnica, evidencia una fuerte relación de la biodiversidad con la población local, reflejada en el número de especies de flora y fauna que se utilizan en una región de elevada biodiversidad.

A menudo, los PFNM pueden ser extraídos sin cortar los árboles ni destruir los bosques, por lo que van en consonancia con la conservación de la biodiversidad. En condiciones naturales, los PFNM pueden ser manejados de manera integrada junto con los productos maderables, aumentando así la productividad global del ambiente y ayudando a conservar las funciones ambientales que ofrecen los ecosistemas manejados y en buen estado de conservación. Algunos incluso pueden ser cultivados, preferiblemente en sistemas agroforestales, bajo un cuidadoso manejo y un marco legal pertinente para que su extracción no sea descontrolada ni degenere en un daño ambiental. En general, los PFNM se vinculan y complementan estrechamente con las actividades que conforman un desarrollo forestal sostenible, lo que también ayuda a la conservación de la riqueza y variabilidad genética de las especies utilizadas.

La vocación forestal de la región se refleja en el elevado número de especies reportadas como maderables (137 especies en total), y se evidencia la estrecha conexión de la población con las plantas nativas que tienen un uso principalmente alimenticio y medicinal. La importancia de la biodiversidad nativa no es uniforme a lo largo de toda la extensión de las cuencas. En la región sur de las cuencas Paraguá y San Martín, se concentra la mayor parte de las comunidades y poblaciones, y es donde se ejerce mayor presión sobre la vegetación nativa para habilitar nuevos campos de cultivos y zonas de pastoreo de ganado, a través de chaqueos, por lo que la dependencia de los recursos silvestres es menor en esta zona. Sin embargo, la región norte de las cuencas se encuentra poco poblada y los bosques tienen menor presión, de modo que la relación y la dependencia con la vida silvestre son más estrechas.

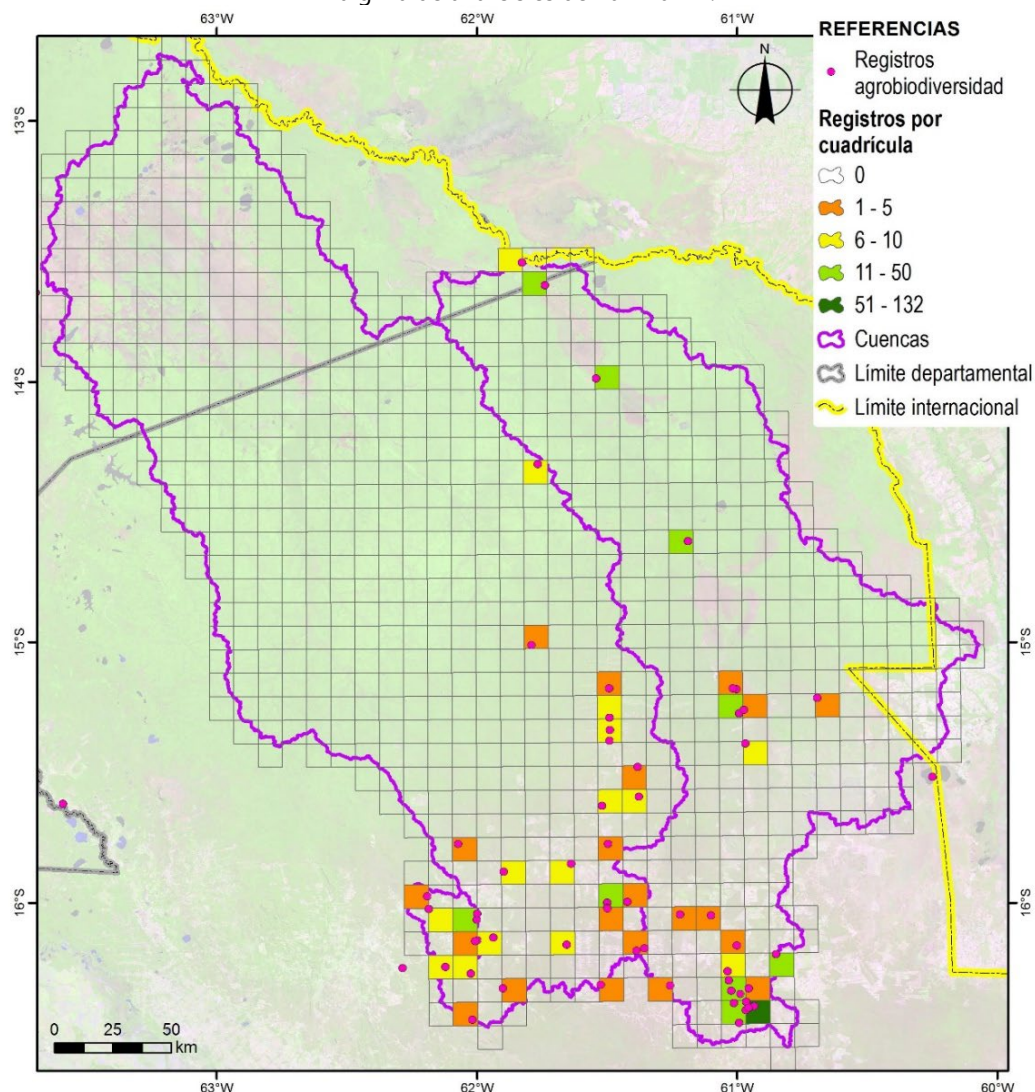
4.3 Agrobiodiversidad

La agrobiodiversidad es resultado de un proceso de domesticación de plantas por las sociedades humanas, que eligieron características de utilidad en algunas especies para manejarlas o mejorarlas. Estas especies domesticadas son utilizadas como alimento, forraje, fibra, combustible y medicina, e incluyen a sus parientes silvestres. El concepto de agrobiodiversidad refleja complejas y dinámicas relaciones entre la sociedad humana y las especies vegetales cultivadas, cuyos resultados repercuten en las políticas de conservación de los ecosistemas, la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones humanas y el desarrollo local sustentable (Salazar-Barrientos et al., 2016).

4.3.1 Vacíos de información en agrobiodiversidad

En la región de estudio, solo el 5% del territorio cuenta con información sobre agrobiodiversidad (Figura 45). Esta información proviene tanto de fuentes secundarias como de entrevistas, y se evidencia que es limitada, especialmente en la subcuenca Zapocó. En la cuenca San Martín, los registros se concentran naturalmente según la ubicación de las comunidades, es decir, al sur de la cuenca, por lo que la parte central y norte presentan muy pocos registros. Algo similar ocurre en la cuenca Paraguá, donde se posee un número reducido de datos y la mayoría de las cuadrículas con datos reportan menos de 10.

Figura 45. Análisis de vacíos de información de la agrobiodiversidad. La cuadrícula en color verde oscuro señala el área con mayor cantidad de registros (más de 50) en cambio las cuadrículas sin color indican la ausencia de datos. La grilla de análisis es de 10 x 10 km.



Fuente: Elaboración propia.

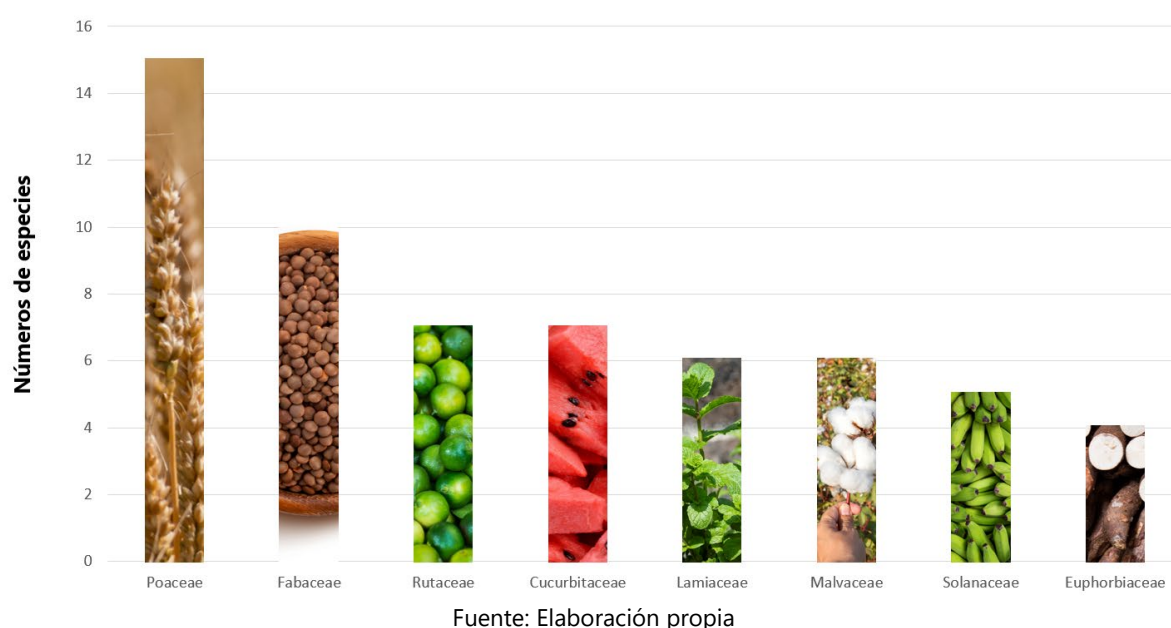
En general, la información secundaria en materia de agrobiodiversidad proviene de trabajos elaborados entre 2006 y 2016 (casi el 40%), mientras que las entrevistas realizadas por AKUT y complementadas por nuestra parte aportan casi el 60% de los datos provenientes de la gestión 2021. Se necesita documentar con mayor especificidad los recursos naturales de la agrobiodiversidad existente en las comunidades.

Cuando analizamos los vacíos de información en función a las unidades de vegetación, se observa que el bosque seco chiquitano presenta más información, mientras que el bosque amazónico de tierra firme se encuentra escasamente documentado (Figura 45).

4.3.2 Caracterización de los agroecosistemas

El territorio que comprende las tres cuencas posee una variedad de usos de la tierra, que va desde áreas de conservación, como las áreas protegidas, hasta sistemas de producción semi-mecanizada. La actividad agropecuaria es la fuente principal de sustento y de recursos para los municipios, donde presentan importancia tanto la actividad agrícola como la ganadera. En la región que abarca las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó, se han registrado 106 especies de plantas que se cultivan con diferentes propósitos (Anexo 1); la mayoría para producir alimentos (frutas, verduras) y otras con fines exclusivamente forrajeros, como los pastos introducidos (*Urochloa spp.*).

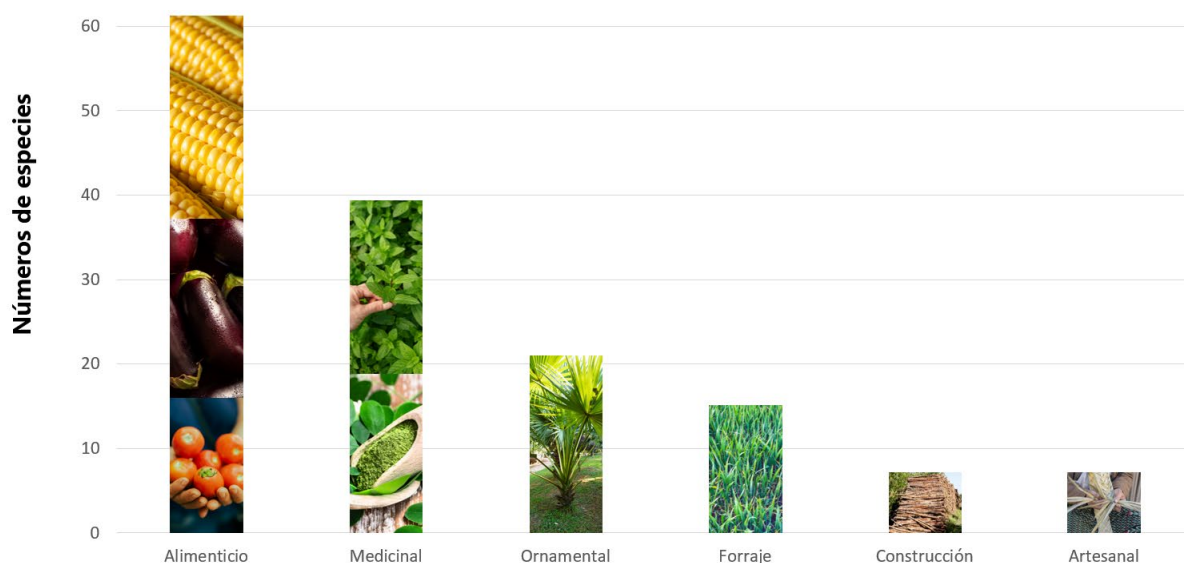
Figura 46. Número de especies cultivos de las diez familias con mayor riqueza de especies.



Las especies cultivadas se distribuyen en 37 familias de plantas, donde las Poaceas o gramíneas presentan la mayor cantidad (15 especies), seguidas de las leguminosas o fabáceas (11 especies), Rutáceas y Cucurbitáceas con 7 especies cada una (Figura 46). Las lamiáceas tienen 6 especies, mientras que el resto de las familias cuentan con un menor número. Las gramíneas (Poaceae) son la familia de mayor importancia, no solo por la riqueza de especies, sino también por el registro de numerosas variedades de maíz, arroz y otras especies de importancia económica, como la caña de azúcar y el trigo. Además, se tienen registros de al menos 9 especies de pastos, algunos de ellos con variedades que han sido introducidas para establecer pastizales. Esto resalta la importancia de la actividad ganadera para la población en las cuencas.

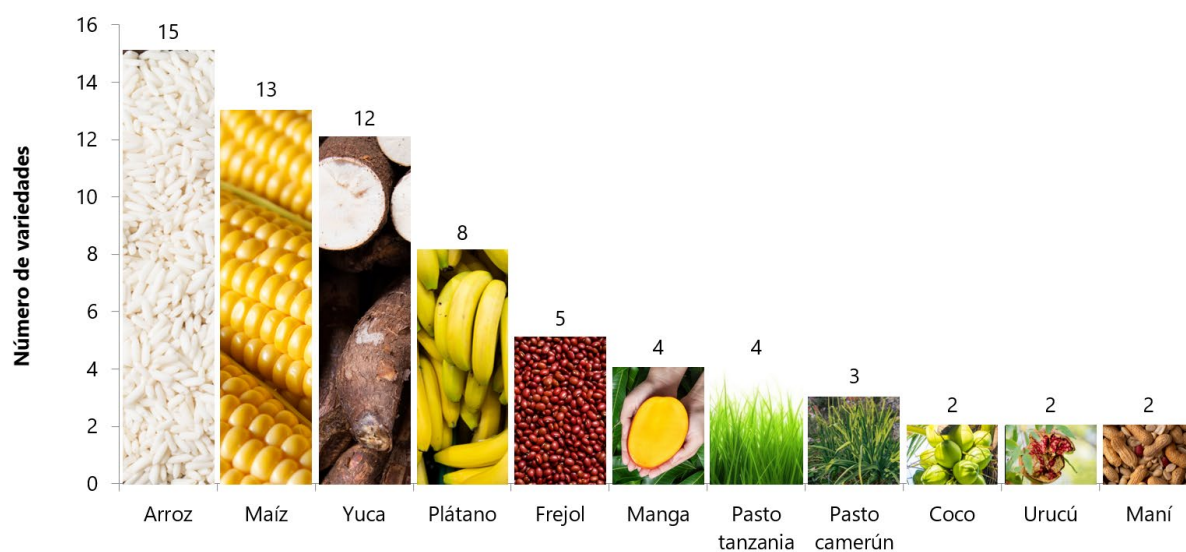
En las tres cuencas, los principales usos de la agrobiodiversidad de plantas son alimenticio (61 especies), medicinal (39 especies), ornamental (20 especies), forrajero (15 especies), construcción y artesanal (7 especies) (Figura 47). El resto de las categorías poseen un menor número.

Figura 47. Número de especies de agrobiodiversidad distribuidas por categorías de uso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Número de variedades de los principales cultivos en las cuencas.



Fuente: Elaboración propia

Las especies cultivadas pueden ser nativas o introducidas; algunas que tienen su origen en Centro y Sudamérica son ampliamente cultivadas, por ejemplo, la piña y la papaya. Otras especies son muy poco conocidas y presentan variedades nativas que necesitan de una caracterización etnoecológica y taxonómica, como el camote (*Ipomoea batatas*), la calabaza (*Cucurbita moschata*), la yuca (*Manihot esculenta*), los frijoles (*Phaseolus spp.*), ajíes (*Capsicum spp.*) y el maíz (*Zea mays*).

Por otro lado, la gualusa (*Xanthosoma sagittifolium*) y la tutuma (*Crescentia cujete*) son especies que se encuentran subutilizadas (uso doméstico) por su bajo valor en el mercado, siendo

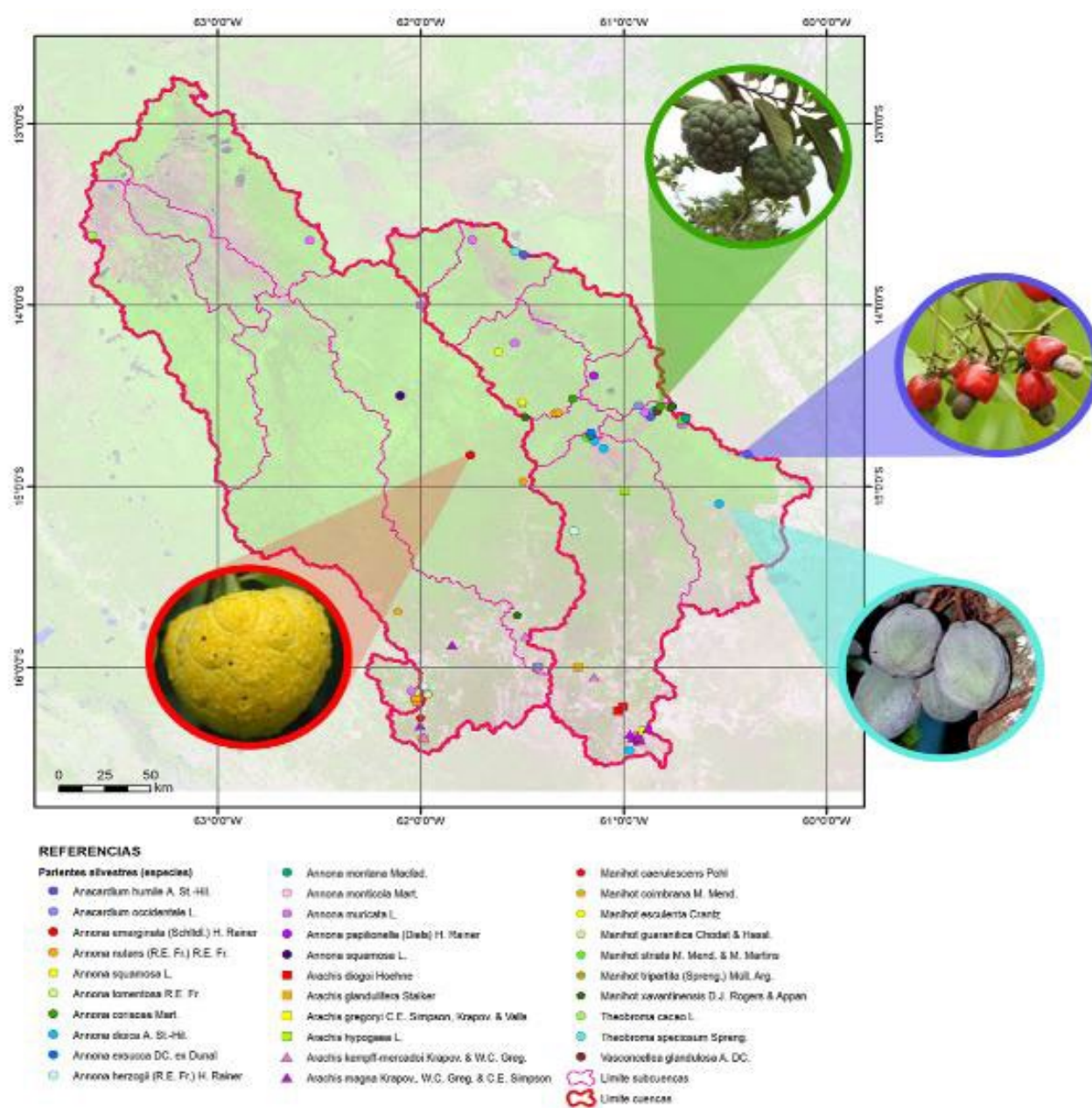
necesario mantener y promover su cultivo para que no desaparezcan. Algunas especies presentan tanta importancia para la zona que se han introducido y desarrollado numerosas variedades como es el caso del arroz, que registra 15 de estas, desde las criollas o tradicionales como el "estaquilla", "Carolina", hasta variedades con mejoramiento genético como "IAC-125", "IAC 165".

Entre las especies nativas, el maíz posee 13 variedades y la yuca 12, siendo especies de importancia particular ya que estas variedades nativas son parte de los recursos genéticos que deben ser conservados.

4.3.3 Parientes silvestres de especies cultivadas

Los parientes silvestres de cultivos (PSC) son especies silvestres que tienen un uso indirecto derivado de su estrecho parentesco genético con un cultivo; generalmente, pertenecen al mismo género (VMABCC-BIOVERSITY, 2009). En la región, se han registrado 31 especies de parientes silvestres de cultivos (Figura 49), de las cuales 13 son parientes de la chirimoya, 7 parientes de la yuca, 6 parientes del maní, una del cayú, una del cacao y una de la papaya. Estas especies son importantes porque podrían presentar características potencialmente beneficiosas para los cultivos, como la resistencia a plagas, el incremento del rendimiento o la estabilidad ambiental en la producción (VMABCC-BIOVERSITY, 2009). Se han registrado parientes silvestres en toda el área de estudio, pero con mayor predominancia en la región central de la cuenca Paraguá y en el sector sur de San Martín y Paraguá (Figura 49).

Figura 49. Ubicación de parientes silvestres de cultivos en las cuencas estudiadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Algunos parientes silvestres de cultivos en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia

4.4 Agrobiodiversidad por cuenca

4.4.1 Agrobiodiversidad de la Cuenca Paraguá

En la cuenca Paraguá se han registrado 91 especies de plantas cultivadas (Anexo 1). Las más importantes son:

- Yuca (*Manihot esculenta* con **9** variedades).
- Plátano (*Musa paradisiaca* con **6** variedades, entre ellas el "hualele", guineo y otras).
- Arroz (*Oryza sativa* con **10** variedades).
- Maíz (*Zea mays* con **11** variedades).

La cuenca posee especies que requieren especial atención, ya que son fuente de recursos genéticos de importancia. Debido al elevado número de variedades, como el caso de la yuca y el maíz, deberían ser catalogados e investigados. Así como también las especies que se encuentran subutilizadas y en riesgo de desaparecer.

4.4.2 Agrobiodiversidad de la Cuenca San Martín

Se registraron 53 especies cultivadas, siendo las más importantes:

- Manga (*Mangifera indica* con **4** variedades).
- Plátano (*Musa* sp. con **3** variedades).
- Arroz (*Oryza sativa* con **6** variedades).
- Maíz (*Zea mays* con **2** variedades).

En la cuenca, no se registran muchas especies nativas, y ese vacío de información debe ser cubierto, principalmente aquellos cultivos nativos que se encuentran en riesgo de perderse.

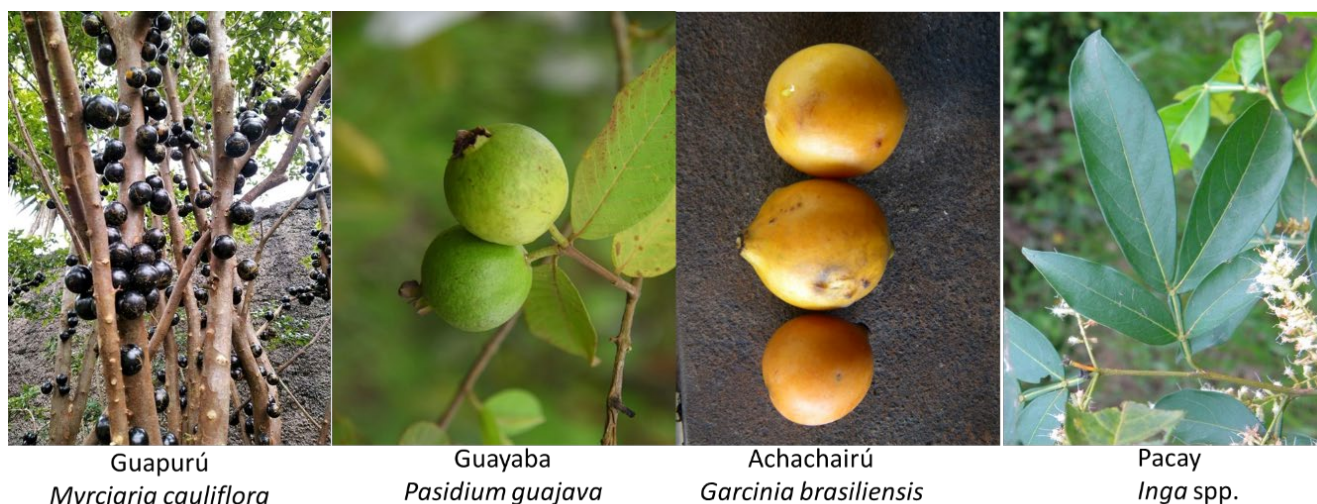
4.4.3 Agrobiodiversidad de la Subcuenca Zapocó

Se registraron 24 especies cultivadas, entre ellas el arroz, maní, caña, plátano, frejol, yuca, tamarindo, café y pasto estrella (Anexo 1). Por lo tanto, existe un bajo nivel de documentación sobre las especies cultivadas. Sin embargo, las entrevistas revelan que el aspecto productivo de mayor relevancia es la ganadería. Por eso, se está criando no solo ganado bovino, sino también búfalos (*Bubalus bubalis*).

4.5 Especies promisorias

Las especies promisorias son aquellas especies vegetales con un alto potencial de aprovechamiento agroindustrial y que no han tenido aún un desarrollo comercial a gran escala (Alvares, 2014). A continuación, se recomiendan algunas especies para emprendimientos productivos locales y no en cultivos intensivos. Así también, la finalidad de estas recomendaciones es evitar la desaparición de estas especies, dado que se incluyen aquellas subutilizadas, ya que las familias campesinas van dejando de cultivarlas por su bajo rendimiento o valor comercial.

Figura 51. Especies promisorias en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia

- ***Myrciaria cauliflora*** - Guapurú

Los pobladores consumen sus frutos y puede cultivarse en jardines de las viviendas o combinarse en huertos de cítricos, bordes de cultivos, etc. Es también apropiada como especie ornamental.

- ***Psidium guajava*** - Guayaba

Es un árbol pequeño muy apreciado por sus frutos y propiedades medicinales. Crece fácilmente en jardines de las viviendas y podría ser cultivado en lugares abiertos, como en pastizales, para generar sombra asociado a otras especies arbóreas.

- ***Garcinia brasiliensis*** - Achachairú

Árbol muy apreciado por su fruto. Su cultivo podría extenderse y formar parte de sistemas agroforestales. Por el corto tiempo de maduración de sus frutos es apto para aplicar medidas para la producción de pulpa.

- ***Inga spp.*** – Pacay

Son árboles que pueden alcanzar gran porte, apreciados por sus frutos dulces. Cumplen un importante rol ecológico (frugivoría, polinización, herbivoría, sitio de anidación, entre otros). Pueden ser cultivados en potreros para generar sombra o integrarlos a sistemas agroforestales (SAF) por su capacidad de aportar nitrógeno al suelo.

4.6. Especies subutilizadas

Son aquellos cultivos no comerciales que anteriormente fueron populares y que hoy en día no son apreciados por productores ni consumidores debido a una variedad de factores agronómicos, genéticos, económicos, sociales y culturales (Padulosi & Hoeschle-Zeledon, 2004). Una especie subutilizada tiene un potencial que no ha sido aprovechado en su totalidad y que puede contribuir al mejoramiento de la seguridad agroalimentaria y a disminuir la pobreza (Bravo et al., 2017). Se recomienda promover su cultivo familiar, aunque no tengan valor comercial, así como su investigación, porque constituyen importantes recursos genéticos que deben ser conservados, ya que podrían ser especies o variedades que puedan responder de forma más efectiva a los efectos adversos del cambio climático. Las variedades de maíz, yuca, frejol y camote requieren de un inventario y caracterización en la región.

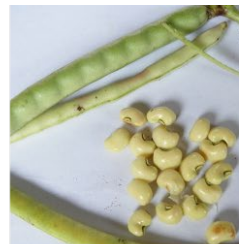
Figura 52. Especies subutilizadas en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.



Variedades de Maíz
Zea mays



Variedades de Yuca
Manihot esculenta



Variedades de Frejol
Phaseolus vulgaris



Variedades de camote
Ipomoea batatas



Joco
Cucurbita moschata



Mate
Lagenaria siceraria



Pavi
Sicana odorifera



Tutuma
Crescentia cujete

Fuente: Elaboración propia.

- ***Cucurbita moschata* - Joco**

Es una especie de calabaza. Fue utilizada desde la época precolombina y ahora se cultiva generalmente para uso familiar. Se conoce poco de sus propiedades nutricionales, medicinales y los tipos o variedades existentes.

- ***Lagenaria siceraria* - Mate**

Es una especie perteneciente a la familia de las calabazas y, aunque no es originaria de América, se puede promover su cultivo para usar los frutos en artesanías, envases naturales, ornamentos, entre otros.

- ***Sicana odorifera* - Pavi**

Es una especie poco conocida de la familia de las calabazas, originaria de América tropical; se utiliza como alimento y forraje para el ganado.

- ***Crescentia cujete* - Tutuma**

Es una especie de árbol cuyo fruto se utiliza como recipiente, muy común en el área rural, incluso en regiones donde no crece la planta; sin embargo, cada vez se utiliza menos, por la facilidad de conseguir envases de plástico. Se promueve su uso por ser natural, su apariencia rústica y es parte de la vivencia en el área rural.

4.7. Uso de fauna en las cuencas

Las especies animales que más se utilizan en las tres cuencas son 11, siendo Bovidae y Equidae las principales familias. El ganado vacuno es el de mayor importancia para la economía de las familias campesinas, ya que es la única actividad rentable (FCBC, 2011). Se han introducido numerosas variedades de ganado vacuno para producción intensiva de carne y leche (Anexo 4). En los últimos años, se ha introducido el búfalo (Figura 44), y aunque aparentemente es rentable, el requerimiento de lagunas para su crianza limita el mismo a la presencia de estos cuerpos de agua.

Figura 53. Ejemplo de ganado vacuno presente en la zona.



Fotografías: J. A. Hurtado (iz), Loly Vargas (der).



Foto: Proyecto Darwin

Capítulo V: Especies Prioritarias para la Conservación

La conservación in situ de la biodiversidad reconoce diversas estrategias complementarias para lograr los objetivos propuestos. Una de ellas es la identificación de especies prioritarias para su conservación, entendidas como un grupo de especies cuya conservación asegura la permanencia de ecosistemas complejos e interconectados, de tal forma que beneficia a todas las otras especies de la región. Para la identificación de estas especies, se debe considerar que sean de importancia estratégica, cuya conservación tenga un mayor impacto positivo en otras especies con las que están asociadas en tiempo y espacio, y que favorezca la conservación de hábitats y de otros rasgos importantes de la biodiversidad a distintas escalas geográficas y niveles de integración biológica (March et al., 2009). Su identificación y priorización apunta a dirigir esfuerzos para optimizar recursos y maximizar los resultados positivos de la conservación (Beissinger et al., 2000; Carter et al., 2000; Joseph et al., 2008).

Es en este sentido que se han identificado aquellas especies de flora y fauna que puedan ser representativas, que aporten a la conservación de los ecosistemas y que puedan ser priorizadas en las acciones de conservación que se desarrollen a futuro.

5.1 Especies de flora prioritarias para la conservación en las cuencas

En el caso de la flora, la selección de especies prioritarias para la conservación o especies focales tomó en cuenta las variables de endemismo, amenaza y uso. Para visibilizar especies que no necesariamente tienen uso reportado, pero que destacan por sus atributos ecológicos, como, por ejemplo, su distribución restringida, endemismo y/o alto grado de amenaza, se optó por emplear dos perspectivas. La primera considera las especies con algún uso reportado, y la segunda considera a las especies sin ningún uso reportado, poniendo más énfasis en el grado de endemismo y amenaza. Los detalles de las variables, su cuantificación e interpretación se desarrollan en la sección de metodología.

5.1.1 Especies focales sin uso reportado

La selección de las especies que se proponen pone énfasis en el grado de endemismo y amenaza. Se identificaron un total de 17 especies focales que lograron los mayores valores: 10 en la cuenca Paraguá, 3 en la cuenca San Martín, 1 en la cuenca Zapocó y 3 especies compartidas entre Paraguá y San Martín. Cuatro especies endémicas que lograron valoraciones medias también son incluidas en esta selección por su distribución restringida. Las especies focales y sus respectivos atributos son mostrados en la Tabla (14).

Tabla 14. Especies focales y su justificación en las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó, considerando sus categorías de endemismo y amenaza. Ve = valor de endemismo, Va = valor de amenaza, Vef = valor de especie focal.

Familia	Especie	Ve	Va	Vef	Justificación
<i>Acanthaceae</i>	<i>Justicia israelvargasii</i> Wassh. & J.R.I. Wood Nombre común: no conocido	3	4	7	Especie conocida solo por dos registros de la zona de Perseverancia. Insuficientes datos y colecciones. Las amenazas directas son desconocidas actualmente. Categorizada como Datos Insuficientes (DD).
<i>Asteraceae</i>	<i>Pectis harryi</i> D.J.N. Hind & S. Frisby Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida solo de dos localidades y colecciones respectivamente, una dentro el área de estudio. Las lajas graníticas son su hábitat, el pastoreo de ganado y el fuego son sus amenazas. Categorizada En Peligro (EN).
<i>Cactaceae</i>	<i>Echinopsis hammerschmidii</i> Cárdenas Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida solo de una colección en la zona de estudio y tres de fuera del área. Distribución restringida y dispersa, conocida de afloramientos y rocosos y lajas de la Chiquitania, amenazada por la propagación de incendios del bosque seco chiquitano y chaparrales del cerrado adyacente (Navarro & De la Barra 2020). Categorizada En Peligro (EN).
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Manihot arenaria</i> M. Mend. Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida de dos localidades, una de ellas dentro el área de estudio. Existe una disminución en el área y cambio en la calidad de su hábitat por conversión de tierra para agricultura y apertura de caminos. Categorizada En Peligro (EN).
<i>Fabaceae</i>	<i>Ancistrotropis subhastata</i> (Verdc.) A. Delgado Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida solo de dos localidades, 7 registros en la zona de estudio, su hábitat son lajas graníticas, forma poblaciones pequeñas. Su mayor amenaza es la degradación de su hábitat por desmonte de terrenos, construcción de caminos y edificaciones, actividades recreativas y vertederos de basura. Categorizada En Peligro (EN).
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus conceptionis</i> Fryxell & Krapov. Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida solo de tres localidades, dos dentro el área de estudio y otra al sur de Concepción (Lomerío). Disminución en el número de individuos maduros. La amenaza principal es la alteración de su hábitat por construcción de presas, generación de vertederos de basura, fogatas y presencia de pastos invasores. Categorizada En Peligro (EN).
<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria killeenii</i> A.S. Vega & Rúgolo Nombre común: no conocido	3	4	7	Conocida solo de la región de Concepción, existen únicamente dos registros de esta especie. Originalmente crecía en campos naturales que actualmente han sido transformados (degradación de hábitat) por crecimiento de urbanizaciones, fuego y agricultura. Es posible que este extinto por el cambio de cobertura. Categorizada como Datos Insuficientes (DD).
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum crucense</i> (T. Killeen) S. Denham Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida de 5 localidades, 3 de ellas dentro el área de estudio. Su hábitat son lajas graníticas principalmente. Existe una amenaza a sus hábitats por el pastoreo, especies invasoras y asentamientos humanos. Categorizada En Peligro (EN).

<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria johnwoodii</i> E.L. Cabral & R.M. Salas Nombre común: no conocido	2	5	7	Conocida de dos localidades y dos colecciones en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado (PNNKM), una dentro el área de estudio. Una amenaza potencial es el avance de pastos invasores en Los Fierros. Categorizada En Peligro (EN).
<i>Asteraceae</i>	<i>Mikania manomoi</i> D.J.N. Hind & S. Frisby Nombre común: no conocido	3	5	8	Especie restringida al cerro Manomó, una sola población conocida. La minería es una amenaza potencial para el hábitat de esta especie. Categorizada En peligro (EN).
<i>Loranthaceae</i>	<i>Passovia diffusa</i> Kuijt Nombre común: no conocido	3	6	9	Conocida de una localidad y una colección dentro el área de estudio. Posibles amenazas son la quema frecuente en su hábitat. Categorizada En Peligro Crítico (CR).
<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria velascoana</i> E.L. Cabral, R.M. Salas & J.D. Soto Nombre común: no conocido	3	6	9	Conocida de dos localidades y dos colecciones en el camino de Santa Rosa de la Roca a Piso Firme. Una amenaza patente es la pérdida de hábitat por el cambio severo en el uso de la tierra. Categorizada En Peligro Crítico (CR).
<i>Xyridaceae</i>	<i>Xyris guillenii</i> Kral Nombre común: no conocido	3	6	9	Conocida solo por dos registros de las pampas inundadas de Bella Vista. Por el momento su área de ocurrencia es pequeña (4 km ²). Una amenaza potencial es la degradación del hábitat por la expansión de pastos invasores. Categorizada En Peligro Crítico (CR).
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia riinae</i> V.W. Steinm. Nombre común: no conocido	3	3	6	Especie que crece únicamente en campos de la Meseta de Caparuch, y que, a pesar de exploraciones botánicas en otras zonas, aún se mantiene restringida. Potenciales amenazas son los pastos invasores y la minería. Categorizada Vulnerable (VU).
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis kempffiana</i> Harley Nombre común: no conocido	3	3	6	Ambas especies son endémicas a las pampas de los Fierros y la Meseta de Caparuch. A pesar de que se han realizado expediciones botánicas en diferentes zonas con hábitats similares donde crecen, no se ha logrado registrar nuevas poblaciones, limitando así la oportunidad de ampliar su distribución. Potenciales amenazas son los pastos invasores y la minería. Están categorizadas como Vulnerables (VU).
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis woodii</i> Harley Nombre común: no conocido	3	3	6	
<i>Malvaceae</i>	<i>Woodianthus sotoi</i> Krapov. Nombre común: no conocido	3	3	6	Género y especie endémica de la cuenca Paraguá, camino hacia Cerro Pelao. Categorizada como Vulnerable (VU) debido al tamaño de su población y sobre todo la transformación de la vegetación en el camino desde Santa Rosa de la Roca hacia Cerro Pelao. Amenazada por la degradación del hábitat por aumentos de asentamientos humanos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 54. Especies focales *in situ*.

Ancistrotropis subhastata



Echinopsis hammerschmidii



Hibiscus conceptionis



Manihot arenaria



Mikania manomoi

Fotografías: Gentileza de Darwin Initiative Project.

5.1.2 Especies focales con uso reportado

Esta selección de especies focales pone énfasis en el uso reportado. Se identificaron un total de 12 especies focales que tuvieron valores (Vef) por encima de 13 (ver tabla 15). Doce especies se encontraron en las cuencas San Martín y Paraguá, y diez en la subcuenca Zapocó. Las especies seleccionadas no son endémicas, pero varias tienen algún grado de amenaza (Va).

Tabla 14. Especies focales (Vef) en las cuencas San Martín, Paraguá y Zapocó y su justificación considerando principalmente su valor de uso.

Familia	Especie	Nombre Común	Ve	Va	Vu	Vef	Justificación
<i>Arecaceae</i>	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Asaí	0	3	10	13	Especie no maderable de múltiples usos, valorada principalmente como recurso alimenticio y medicinal, sus hojas son empleadas en la construcción de techos de viviendas. Actualmente es comercializada por sus frutos y reporta uso artesanal y ornamental, además de ser consumida por animales silvestres. Está catalogada como Vulnerable (VU).
<i>Fabaceae</i>	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Pacay largo o pacay rosario	0	1	12	13	Especie empleada principalmente como recurso alimenticio y medicinal. También es valorada en sistemas agroforestales (SAF) por ser fijadoras de nitrógeno del suelo y especie melífera. Su madera se emplea como leña y se ha reportado uso ornamental, como cerco vivo, y para sombra, además es consumida por fauna silvestre. Está catalogada como de Preocupación Menor (LC).
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Castellano: Cuchi, cuchi colorado, quichi, sotillo Guarani: Cuayi, urundeisi Guarani izoceño: Ovaipi	0	3	10	13	Especie maderable empleada en la construcción (casas y muebles), elaboración de utensilios y herramientas, en postes de alambrado y como leña. También reporta varios usos medicinales (para quebradura de huesos, heridas, diarrea, dolor de estómago, reumatismo, picadura de víbora, vómito), ornamental, tintóreo, para sombra, y útil para la fauna silvestre. Está catalogada como Vulnerable (VU).
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i> L.	Sucá o Azucaró	0	1	12	13	Especie no maderable empleada principalmente como alimento o medicina. Sus frutos se consumen al natural y en refrescos. Es una especie adecuada para la producción de pulpa (en Brasil existe un amplio comercio). Es uno de los frutales nativos más abundantes en muchas regiones de la Chiquitanía. El árbol se presta para integrar sistemas silvopastoriles y agroforestales, como cerco vivo y fuente de sombra; reporta usos para construcción, leña, forraje, melífera y es útil para la fauna silvestre. Está catalogada como de Preocupación Menor (LC).
<i>Fabaceae</i>	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Roble	0	5	9	14	Especie maderable de importancia comercial altamente valorada en construcción y mueblería. También reporta uso medicinal (para reumatismo, tuberculosis, bronquitis, tos, anemia, resfrío, nervios), artesanal, ornamental, melífera, como sombra, en la elaboración de utensilios, herramientas y como leña. Está catalogada como En Peligro (EN).
<i>Fabaceae</i>	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Curupaú	0	1	13	14	Especie maderable empleada en la construcción de muebles y utensilios. Reporta varios usos medicinales (para hongos, sarna, rasquiña, sabayones), así como su uso en curtiembre, artesanal, tintóreo, veterinario, melífero, para leña,

Familia	Especie	Nombre Común	Ve	Va	Vu	Vef	Justificación
							carbón, sombra, y la fauna silvestre. Está catalogada como de Preocupación Menor (LC).
<i>Fabaceae</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr. *	Cuta amarilla o almendrillo	0	3	11	14	Especie maderable de alta calidad de potencial uso comercial. Reporta uso medicinal, en construcción, carpintería, leña, carbón y misceláneo. Está catalogada como Vulnerable (VU).
<i>Arecaceae</i>	<i>Attalea speciosa</i> Mart.	Cusi	0	1	13	14	Especie no maderable empleada principalmente como cosmecútico (en elaboración de aceites, jabones, champús), en la construcción (uso de las hojas especialmente para el techado de viviendas rurales y construcciones turísticas) y medicinal (para el pasmo de sol, úlceras gástricas, hemorroides, tuberculosis, fiebre). También reporta uso artesanal, alimenticio, en cestería y joyería. Está catalogada como de Preocupación Menor (LC).
<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	0	3	12	15	Especie maderable de importancia comercial. También reporta uso medicinal (purificación, reumatismo, para dolores de parto, hechizos, fiebre tifoidea, presión baja, diabetes), alimenticia, melífera, artesanal, como cercos vivos, leña, repelente de insectos y provee sombra en SAF. Está catalogada como Vulnerable (VU).
<i>Fabaceae</i>	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Almendra	0	3	12	15	Especie de alta importancia comercial, empleada principalmente como alimento y medicina (picadura de víbora, diarrea, heridas, vómito, irritación de ojos, fiebre, pasmo, insolación). También se la emplea en la construcción, como especie melífera, ornamental, brinda sombra, fuente de leña o carbón, e importante para la fauna silvestre. Está catalogada como Vulnerable (VU).
<i>Vochysiaceae</i>	<i>Erismia uncinatum</i> Warm. *	Cambará	0	5	11	16	Especie forestal de bajo valor comercial, empleada en la construcción de casas y muebles. Reporta uso artesanal, ornamental y como fuente de leña. También es una especie melífera. Está catalogada como En Peligro (EN).
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Tajibo	0	5	12	17	Especie de múltiples usos, principalmente medicinal y muy apreciada para la construcción de casas y muebles, reporta también uso artesanal, ornamental, como cerco vivo, para sombra, leña, carbón y está catalogada como En Peligro (EN).

* Especies no registradas en Zapocó.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 55. Especies de flora identificadas como prioritarias para la conservación en las cuencas de San Martín, Paraguay y subcuenca Zapocó.

Asaí



Pacay largo o pacay rosario



Cuchi



Sucá o Azucaró



Roble



Curupaú



Cuta amarilla o almendrillo



Cusi



Cedro





Fotografías: Jean-Christophe, Valerio Pillar, G.P. Lewis y Robin B. Foster.

5.2 Especies prioritarias para la conservación de fauna en las cuencas de Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó

La identificación de especies prioritarias para la conservación, y la identificación de acciones de conservación que contribuyan a la preservación de estas especies y los hábitats donde se desenvuelven, es determinante para asegurar la conservación del conjunto de especies de flora y fauna, su interrelación y su dispersión a través de los diferentes ecosistemas. En el caso de la fauna, la selección de especies prioritarias para la conservación consideró los siguientes criterios:

- **Especies paragua.** Entendidas como especies que requieren grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables, su conservación garantiza la protección de poblaciones de otras especies simpátricas de su mismo gremio (Berger 1997; Roberger & Angelstam 2004; Favreau *et al.* 2006), de especies de menor nivel trófico (Caro & O'Doherty 1999) o una sección apreciable del ecosistema (Caro *et al.* 2004). Las especies paragua, en general, son de gran tamaño, tienen requerimientos espaciales grandes para su desarrollo y poseen tiempos generacionales largos.
- **Especies amenazadas.** Considerando que es necesario generar acciones inmediatas para asegurar la permanencia de las poblaciones de estas especies.
- **Especies bandera.** Son aquellas especies usadas como símbolo para atraer el apoyo de posibles donantes para la implementación y desarrollo de programas de conservación que involucren a estas especies y las menos llamativas con las que pudiera estar asociada (Noss 1990; Andelman & Fagan 2000; Carignan & Villard 2002; Caro *et al.* 2004).

- **Especie endémica.** Son aquellas cuyo rango de distribución natural está limitado a una zona geográfica particular. Por lo tanto, al asegurar su conservación dentro del área de estudio, estaría también asegurando la conservación de la especie a nivel global.

Gracias a estos criterios, se seleccionaron 23 especies de vertebrados; seis de ellas correspondían a mamíferos, cuatro a aves, ocho a reptiles y cinco a peces (ver capítulo catálogo acciones de conservación). En el caso de los anfibios, no se seleccionaron especies particulares, ya que se considera que, al ser un grupo muy vulnerable a las amenazas identificadas en las cuencas, se deberían generar acciones a nivel de sus comunidades.

Tabla 15. Especies prioritarias para la conservación, identificadas para la fauna albergada en las cuencas de San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó.

Nro	Grupo taxonómico	Especie	Nombre común	Categoría de Amenaza	Endemica	Especie paraguas	Especie bandera
1	Mamíferos	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Nutria gigante	EN	NO	SI	SI
2	Mamíferos	<i>Panthera onca</i>	Tigre, jaguar	VU	NO	SI	SI
3	Mamíferos	<i>Ateles chamek</i>	Mono araña	VU	NO	SI	SI
4	Mamíferos	<i>Blastocerus dichotomus</i>	Venado de los pantanos	VU	NO	SI	SI
5	Mamíferos	<i>Priodontes maximus</i>	Pejichi, tatú gigante	VU	NO	SI	SI
6	Mamíferos	<i>Inia boliviensis</i>	Bufo	VU	NO	SI	SI
7	Aves	<i>Buteogallus coronatus</i>	Águila coronada	EN	NO	SI	NO
8	Aves	<i>Sporophila maximiliani</i>	Semillero picón	EN (UICN)	NO	NO	NO
9	Aves	<i>Crax fasciolata</i>	Muitú	VU	NO	SI	NO
10	Aves	<i>Harpia harpyja</i>	Águila arpía	VU	NO	SI	SI
11	Reptiles	<i>Eunectes beniensis</i>	Sicuri	VU	SI	NO	SI
12	Reptiles	<i>Tropidurus callathelys</i>	Lagartija	NT	SI	NO	NO
13	Reptiles	<i>Tropidurus chromatops</i>	Lagartija	NT	SI	NO	NO
14	Reptiles	<i>Tropidurus xanthochilus</i>	Lagartija	NT	SI	NO	NO
15	Reptiles	<i>Acanthochelys macrocephala</i>	Tortuga canaleta paraguaya	NT	NO	NO	NO
16	Reptiles	<i>Podocnemis expansa</i>	Peta gigante, tartaruga	EN	NO	NO	NO
17	Reptiles	<i>Podocnemis unifilis</i>	Peta de río	VU	NO	NO	NO
18	Reptiles	<i>Melanosuchus niger</i>	Caimán negro	VU	NO	SI	SI
19	Peces	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Pintado, surubí	NO	NO	SI	NO
20	Peces	<i>Cichla pleiozona</i>	Tucunaré	NT	NO	NO	NO
21	Peces	<i>Colossoma macroporum</i>	Pacú	VU	NO	NO	NO
22	Peces	<i>Phreatobius sanguijuela</i>	Bagre sanguijuela	VU	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.



Foto: Elmer Cuba



Foto: Elmer Cuba



Foto: Elmer Cuba



Foto: Elmer Cuba

Capítulo VI. Amenazas y Presiones sobre los Paisajes y Áreas de importancia para el Ciclo Hidrológico de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó

6.1 Marco conceptual

La evaluación del estado de conservación de las cuencas San Martín y Paraguá, y la subcuenca Zapocó, se basó en el enfoque ecosistémico, el cual es una estrategia para el manejo integrado del suelo, el agua y los recursos vivos, promoviendo su conservación y uso sostenible de forma justa y equitativa (FAO 2010). En ese sentido, el mapeo de amenazas y el análisis de estado de conservación pretenden aportar a los doce principios del enfoque ecosistémico, asumiendo que los ecosistemas deben gestionarse dentro de los límites naturales de su funcionamiento, articulado a las unidades político-administrativas que correspondan.

Para fines de este reporte, se consideraron principalmente los límites naturales del funcionamiento de los ecosistemas o paisajes resilientes, y los límites de cuenca o subcuenca previamente definidos. Es decir, un paisaje resiliente fue entendido como un área geográfica que resulta de la interacción de varios factores, desde antrópicos hasta naturales, y que alberga un mosaico de funciones ambientales clave para la dinámica histórico-cultural de la transición chiquitano-amazónica.

6.2 Enfoque metodológico

Se consideró como principal premisa conceptual y metodológica que las políticas o acciones de desarrollo impulsadas a nivel local (comunidades) o regional (municipales o departamental) requieren la modificación del ambiente natural en diferentes grados, originando pérdida o degradación y fragmentación de hábitats naturales, uso y aprovechamiento de especies, e incluso la llegada y establecimiento de especies introducidas, muchas de ellas con capacidades de invadir ambientes nativos.

Para el mapeo de amenazas, se compilaron datos vectoriales a una escala de 1:25.000 y 1:100.000 – 1:250.000), además de datos en formato raster a una resolución de 30 m. La información espacial compilada y sistematizada comprende el periodo entre los años 2019 y 2021 (3 años).

6.3 Síntesis metodológica

El mapeo y ponderación de amenazas se elaboró a partir de un proceso de evaluación multicriterio (EMC) de tipo analítico jerárquico (AHP), utilizando 6 criterios y un intervalo de ponderación de cinco niveles o puntos (del 1 al 5). Se asignaron los valores más altos a las unidades/zonas que presentan un mayor grado de amenaza. Los criterios identificados fueron:

- Densidad poblacional, a partir de la elaboración de un mapa de densidad de puntos (density kernel) con datos de población del año 2012 (CNPV, 2012) extrapolados al año 2021.
- Infraestructura vial, mediante la aplicación de buffers (áreas de influencia) en función de la proximidad a las vías principales (Concepción-San Ignacio de Velasco, Santa Rosa de la Roca-Piso Firme). Esta capa vectorial fue extraída de la cartografía oficial de la ABC (2018).
- Red fluvial, asumiendo la navegabilidad de los principales ríos (Paraguá y Tarvo), bordeando el límite oeste del PNNKM, navegables solo en época de lluvias, y su confluencia con el río Iténez, en las cercanías de Remanso, sobre el límite internacional con Brasil. Es navegable la mayor parte del año.
- Uso actual de la tierra, procesado a partir del mapa de cobertura y uso del suelo (RAISG, 2021) y su actualización en términos del mapa de vegetación elaborado para esta consultoría.
- Fuego, a través de la cuantificación de ‘focos de calor’, procesando una colección de datos históricos de 10 años (enero de 2012 a diciembre de 2021). El mapeo y ponderación se hizo en función a la recurrencia por unidad de superficie.
- Minería, se consideraron como actividades más importantes las registradas en la serranía de San Simón (extremo norte de la cuenca del río Paraguá), así también en el cerro Manomó y comunidad Tirari, hacia el oeste, en la subcuenca Zapocó, en las cercanías de las comunidades Santa Mónica, Santísima Trinidad, San Fermín, San Andrés y al norte de Concepción (comunidad San Josecito). Finalmente, entre las comunidades de Palestina y Villa Nueva y al este de Santa Rosa de la Roca.

El análisis multicriterio permitió integrar las variables compiladas, para lo cual se generó una matriz de Saaty. En esta matriz se consideraron las siguientes ponderaciones para cada criterio: infraestructura vial y densidad poblacional con los pesos más altos (26% y 25% respectivamente), uso de la tierra con el 17%, fuego con el 14%, minería con el 11%, y red fluvial con el 7%. Cabe señalar que las actividades de caza y pesca fueron anidadas a los criterios de infraestructura vial y red fluvial. Por otro lado, los atajados se subordinaron al criterio de uso actual de la tierra por estar estrechamente relacionados con la actividad agropecuaria. Todos los resultados de estos procesos fueron socializados y validados en dos talleres en Concepción y San Ignacio de Velasco, del 3 al 7 de febrero de 2022.

Figura 56. Taller de validación de cartografía. A) Concepción, B) San Ignacio.



Fotografías: Rosa Meneses

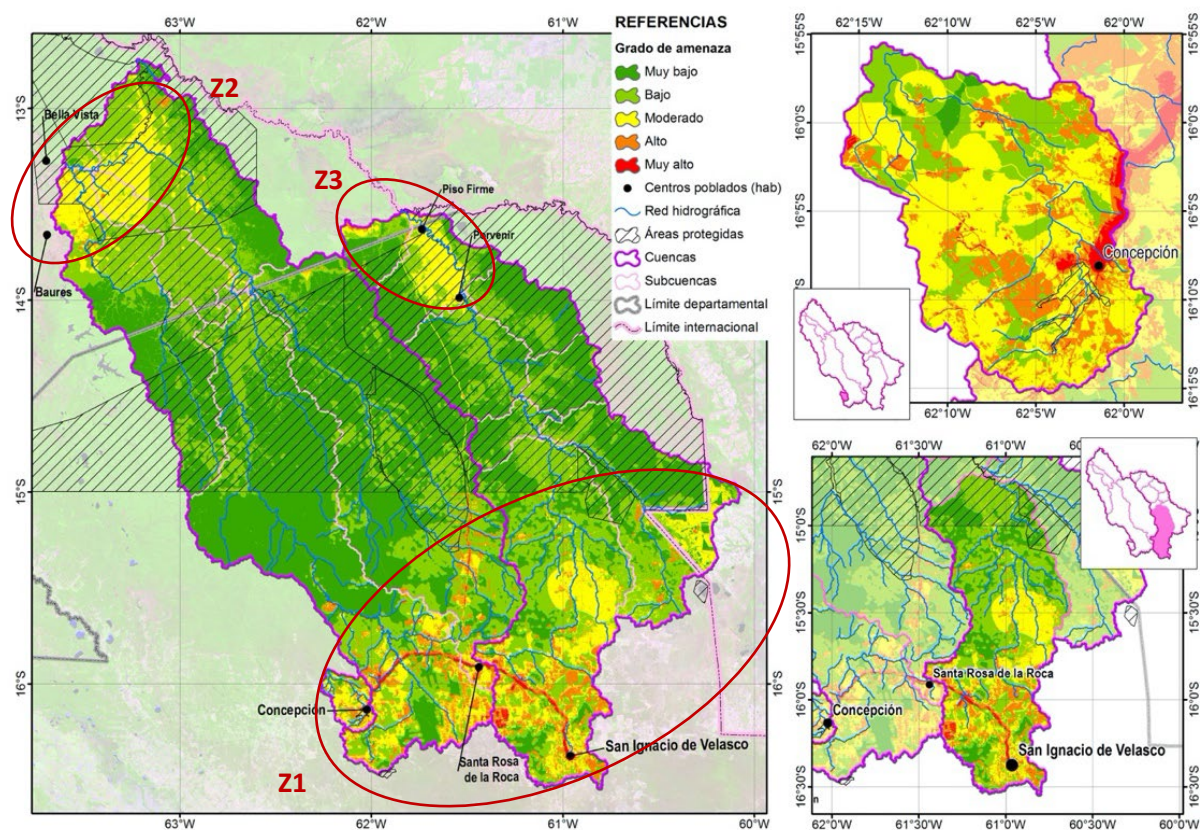
6.4 Resultados

Para toda el área de análisis, se identificaron tres grandes zonas con grados de amenaza importantes (moderado, alto y muy alto) y una para el lado brasileño, otra con amenaza moderada (en su mayoría). Se consideró esta última debido a la condición limítrofe de la subcuenca del río Paragua. La superficie cubierta por áreas con celdas con moderada, altas y muy alto grado de amenaza alcanza el 17 % de la superficie total de estudio. La primera y más importante (en el mapa marcado como Z1) se ubica hacia el sur y en las nacientes de las cuencas de los ríos San Martín y Paraguá, así también, en gran parte de la subcuenca del río Zapocó (74 % de su superficie), a lo largo de la vía principal que conecta los municipios de Concepción, Santa Rosa de la Roca y San Ignacio de Velasco y hacia el oeste del cerro Manomó. En esta zona también se ubica la TCO del Pueblo Indígena Chiquitano de Monte Verde, en su lado sur. La segunda zona (Z2) se encuentra al norte de la cuenca del río San Martín, hacia el este de los municipios de Bella Vista y Baures, en las sabanas orientales de los llanos de Moxos. La TCO Subcentral del Pueblo Indígena Itonomas (Polígono 1) está parcialmente incluida.

La tercera zona en importancia (Z3) está localizada entre las comunidades de Piso firme y Porvenir, y bordeando el cerro San Simón. Esta incluye la parte norte de la TCO Bajo Paraguá.

Por otra parte, el 83 % (64.638 km²) de la superficie total de las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó se encuentran con un grado de amenaza entre bajo y muy bajo, el 12 % con un grado de amenaza moderado (9.487 km²) y cerca del 5 % con un grado de amenaza entre alto y muy alto (3.628 km²) (Fig. 57). La mayoría de las subcuencas nivel 5 presentaron grados de amenaza entre bajo y muy bajo, con excepción de las subcuencas de los ríos Zapocó y Paraguá (naciente) (Tabla 16).

Figura 57. Mapa de amenazas para las cuencas de los ríos San Martín, Paraguá y subcuenca del río Zapocó ubicadas al norte del departamento de Santa Cruz, Bolivia. La figura incluye los detalles para las subcuencas de los ríos Zapocó (esquina superior) y Paraguá (naciente, *esquina inferior*) que serían las subcuencas con mayores superficies con alto y muy alto grado de amenaza.



Fuente: Elaboración propia.

Si bien las áreas con mayores amenazas no sobrepasan una quinta parte de la superficie de las tres unidades de estudio, estas se encuentran en las nacientes de las cuencas de los ríos San Martín y Paraguá. Los procesos erosivos en estas áreas podrían incrementar el arrastre de sedimentos hacia las partes bajas, así como la reducción de caudales de los ríos principales a lo largo del año y el incremento súbito de estos en época de lluvias, especialmente durante eventos extremos.

Por otra parte, la orientación y nivel de precipitación que se experimenta en la zona (noroeste-sudeste) derivan de la influencia del fenómeno de los ríos con flujos aéreos de la cuenca amazónica. En este sentido, los bosques ubicados hacia la porción norte de ambas cuencas pueden considerarse subsidiarios climáticos de los paisajes ubicados en la porción sur de dichas cuencas y ser parte de la dinámica de las precipitaciones que ingresan al resto de la región de la Chiquitania.

6.4.1 Amenazas por subcuencas

A continuación, se presenta los resultados del grado de amenaza por subcuenca:

Tabla 16. Resultados del mapeo amenazas para subcuencas nivel 5 que componen las cuencas de los ríos San Martín, Paraguá y subcuenca del río Zapocó, Santa Cruz, Bolivia. La tabla incluye los valores porcentuales (%) de la superficie de cada subcuenca.

Cuenca	Subcuenca	Sup (km ²)	Nivel de Amenaza (% de la subcuenca)				
			Muy Baja	Baja	Moderado	Alta	Muy Alta
Zapocó	Zapocó	699,9	1,5	24,3	47,7	21,4	5,1
San Martín	Río San Martín	15.804,9	61,1	33,0	2,5	3,0	0,3
San Martín	Arroyo Martincito	2.398,7	8,1	66,0	24,7	1,2	0,0
San Martín	Quebrada San Martín	6.469,0	28,8	52,8	17,3	1,1	0,0
San Martín	Río Negro	16.236,2	57,4	27,3	8,6	6,2	0,6
San Martín	Río San Joaquín	6.957,2	48,8	36,6	13,1	1,5	0,0
San Martín	Río California	279,2	5,8	73,2	20,5	0,6	0,0
Paraguá	Río Paraguá (naciente)	11.391,5	18,5	45,4	23,4	11,5	1,5
Paraguá	Río Tarvo	6.148,4	45,5	39,0	13,3	2,2	0,0
Paraguá	Río Paraguá (parte alta)	999,8	66,7	31,9	1,4	0,0	0,0
Paraguá	Arroyo Liverpool	1.410,5	74,5	25,1	0,4	0,0	0,0
Paraguá	Río Paraguá (parte media)	3.060,7	59,2	38,4	2,2	0,1	0,0
Paraguá	Arroyo San Ramón	2.057,9	73,8	25,9	0,3	0,0	0,0
Paraguá	Arroyo Cachuela	1.119,1	60,3	25,9	10,6	2,9	0,3
Paraguá	Río Paraguá (parte baja)	2.721,9	39,2	24,3	35,9	0,5	0,0

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Amenazas por unidad de vegetación

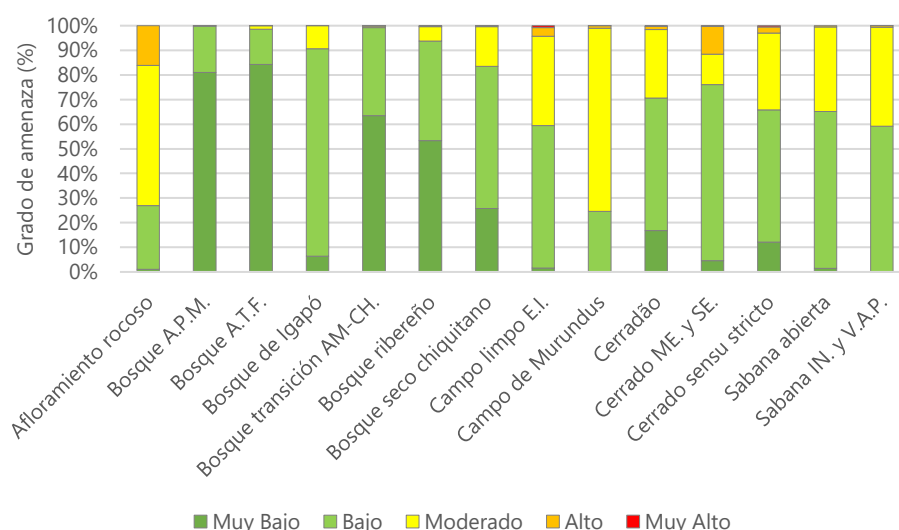
Las seis formaciones boscosas, en general, presentan porcentajes altos de grado de amenaza, que varían desde muy bajo hasta bajo. Especialmente notable es el bosque amazónico de tierra firme, con un 98,6%; el bosque amazónico de pie de meseta, con un 99,8%; y el bosque de Igapo, con un 90,6%. Los grados de amenaza alto y muy alto tienen porcentajes que no superan el 1% (Figura 58).

En las diferentes fisonomías del cerrado y las sabanas, el grado de amenaza bajo alcanza porcentajes entre el 53% y el 71%, excepto en el "campo de Murundus", donde el grado de amenaza moderado llega al 74%. El grado de amenaza alto ronda entre el 0,5% y el 3%, excepto en el "cerrado de meseta y serranía", que alcanza un 11% (Figura 17).

La unidad de vegetación "afloramiento rocoso" tiene grados de amenaza moderado y alto que en conjunto representan el 73% de su superficie (Figura 17).

La quema, que puede considerarse un elemento destructivo para los bosques en el cerrado, constituye una necesidad para mantener la dinámica de este hábitat, ya que estimula el crecimiento, floración y diseminación de muchas plantas (Mamani *et al.*, 2010).

Figura 58. Grado de amenaza para las catorce unidades de vegetación identificadas en cuencas San Martín, Paragará y subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia.

6.4.3. Amenazas en áreas protegidas y TCO/TIOC

El 6% (casi 3.800 km²) de la superficie total de las diez áreas protegidas al interior de las cuencas se encuentra bajo amenaza moderada, alta y muy alta. Casi la mitad de la superficie del PNNKM (48,8%) se encuentra dentro de la cuenca del río Paragará y solamente un 1,5% (242,5 km²) bajo amenaza moderada y alta, pero muestra dos áreas sensibles que podrían requerir acciones de conservación o restauración ecológica específicas. La primera, hacia su límite noroeste, desde Remanso-Cachuela, pasando por Piso Firme hasta cercanías de Porvenir (Z3), se calcula que alrededor de 140 km del límite del área protegida estarían bajo amenaza de grado moderado; la segunda, en su extremo sureste, sobre los 63 km de frontera internacional con Brasil, de estos, aproximadamente la mitad (32 km) se encuentran colindantes con una extensa zona de actividad agropecuaria del vecino país. Esta zona también afecta a la parte norte de la TCO Bajo Paragará.

En lo concerniente a las áreas protegidas departamentales y municipales, ocho de las nueve unidades de conservación presentaron menos del 10% de su superficie bajo amenaza; solamente el ANMI Iténez (Z3) posee poco más del 20% de su territorio bajo amenaza (2.107,8 km²). Así también, el 9,2% (898,6 km²) del PNM Bajo Paragará-Concepción se encuentra con un grado de amenaza de moderado a muy alto. Por otro lado, el APM Laguna Represa Zapocó muestra casi un 93% de su superficie bajo amenazas.

Se evidenció un patrón espacial de deforestación de tipo espina de pescado (fishbone) que va de sur a norte, alrededor del camino que conecta Santa Rosa de la Roca y Porvenir-Piso Firme. Prácticamente todo el límite este de la TCO del Pueblo Indígena Chiquitano de Monte Verde y el límite sureste del AP Copaibo se ven amenazados por este proceso. Si esta presión antrópica continúa, el grado de amenaza podría aumentar hacia la parte central de la recientemente creada Reserva Municipal Bajo Paraguá de San Ignacio de Velasco y el límite este del PNNKM, lo que pondría en riesgo los valores de conservación (riqueza de especies, paisajes y funciones ambientales que albergan) de todo el bloque de áreas protegidas presentes en la región central del área de estudio.

Una de las amenazas más recientes se traduce en los incendios ocurridos durante los años 2019 a 2021; estos afectaron principalmente a las TCO Guarayos (Subárea priorizada "A", 1, 2, 3 y 4), pertenecientes a la Central de Organizaciones de los Pueblos Nativos Guarayos (COPNAG), Pueblo Indígena Chiquitano de Monte Verde y Central Indígena de Bajo Paraguá (CIBAPA).

Principales amenazas a las cuencas:

La biodiversidad en las cuencas se encuentra amenazada por diversas actividades humanas. En el caso particular de la fauna, estas amenazas se concentran en algunas actividades humanas que deberían ser reguladas en el corto plazo. Entre las principales amenazas tenemos:

- La deforestación

La deforestación en Bolivia se ha incrementado en las últimas décadas, especialmente en sus bosques secos tropicales (Hansen et al., 2013). Esta tendencia de cambio de la cobertura incluye, además, algunos espacios protegidos de carácter nacional (Vargas et al., 2012; Fernández-Llamazares et al., 2017). Es así como, para el Área Protegida Municipal Bajo Paraguá, se ha estimado una pérdida del bosque del 0,32% desde 1986 hasta 2013 (Vides-Almonacid et al., 2015); en cambio, para el Área Municipal del Patrimonio Natural y Cultural de Copaibo, fue del 0,53%. Se ha proyectado que esas cifras se incrementarán exponencialmente con la habilitación de nuevos caminos y mejora de las carreteras ya existentes. Esta deforestación, ya sea para la habilitación de cultivos o de áreas ganaderas, es una de las principales amenazas en las cuencas. Como resultado de estas actividades, ocurre la pérdida de hábitat para la fauna silvestre, la fragmentación del hábitat, la pérdida de conectividad y, cuando la deforestación implica la introducción de ganado, como el vacuno, se intensifican los conflictos con animales silvestres (por ejemplo, el jaguar), llevando muchas veces a poner en riesgo las poblaciones locales de aquellos animales que intervienen en estos conflictos.

- Los chequeos e incendios

Bolivia es uno de los países con mayor incidencia y extensión de incendios durante las dos últimas décadas (3.8 millones de ha quemadas/año). El 2019 fue particularmente devastador; se produjeron mega incendios de sexta generación, y el 60% de estos ocurrieron sobre cobertura

vegetal no adaptada al fuego y, por lo tanto, considerados sensibles al impacto (Millard *et al.* 2020). Se estima que durante el 2019 se quemaron aproximadamente 5.7 millones de hectáreas en todo el país (Vos *et al.* 2020), mientras que en el 2020 fueron 4 millones las hectáreas quemadas y gran parte de esa superficie afectó directamente al bosque chiquitano (FAN 2019, Maillard *et al.* 2020).

Como resultado de esto, hubo la pérdida de 5.914.527 mamíferos, entre carnívoros, primates, edentados, marsupiales, herbívoros y roedores (Pacheco *et al.* 2021). Pero el problema no solo ocurre durante los incendios, sino que se intensifica cuando estas áreas quemadas son aprovechadas para habilitarlas como cultivos o áreas ganaderas, llevando nuevamente a perder hábitat natural para especies silvestres, perder la conectividad de los ecosistemas y, debido a que los animales buscan refugio cerca de áreas habitadas, se intensifican también las matanzas de estos por conflictos con los pobladores locales o cacería de subsistencia.

- **Nuevos asentamientos humanos**

En las cuencas, los nuevos asentamientos humanos y los enfrentamientos entre comunidades originarias e interculturales ocurren de forma repetida. Por ejemplo, en 2018 se presentó una acción de inconstitucionalidad ante el Tribunal Constitucional Plurinacional pidiendo la eliminación de la Ley Municipal que declara área protegida a Copaibo, para así permitir el ingreso de nuevas comunidades interculturales. En Concepción, se presenta el asentamiento de 11 nuevas comunidades con resolución administrativa del INRA. En la zona sur del área de influencia, se autorizó el asentamiento de 40 nuevas comunidades campesinas en la zona; 30 de ellas se encuentran en el municipio de San Ignacio, y 10 en el municipio de Concepción (FNB, 2020).

Los asentamientos humanos, ya sean legales o ilegales, traen consigo impactos negativos en los bosques y sobre la fauna asociada a ellos. Entre los principales impactos se encuentran la habilitación de nuevos caminos de ingreso, chequeos para la habilitación de áreas de cultivo o ganaderas que, en el peor de los casos, pueden convertirse en incendios de gran magnitud, fragmentación y pérdida de conectividad entre los ecosistemas. Se incrementa la cacería y pesca de subsistencia, lo que conlleva a la muerte de gran cantidad de animales en las zonas de influencia.

- **Construcción de carreteras**

Actualmente, se tienen proyectadas una serie de redes viales para el sector norte de la Chiquitania. Una de ellas es la ruta que conectará las localidades de Santa Rosa de la Roca, Puerto Villazón, Piso Firme y Remansos, un tramo de 465 km de longitud que atravesará los departamentos de Santa Cruz y Beni (Estado Plurinacional de Bolivia, PDES, 2016).

Si bien existe una red caminera vial de orden secundario y terciario en ambos trazados, la carretera a construirse atravesaría el área de la Reserva Forestal Bajo Paraguá, y una región que

alberga ecosistemas boscosos (Bosque subhúmedo semideciduo de la Chiquitania, bosques amazónicos), no boscosos (Cerrado, Pampa termitero, sabanas abiertas) y acuáticos (Maillard 2019).

Un estudio de predicción estimó que la mejora de esta carretera incrementará la deforestación en un 43%. Se sabe que las carreteras, principalmente las pavimentadas, fragmentan los paisajes y desencadenan la colonización humana y la degradación de los ecosistemas, generando la pérdida de biodiversidad (Ibisch et al., 2016), el incremento del riesgo de incendios (Cochrane, 2003) y la pérdida de fauna debido al atropello de los animales, que actualmente se considera uno de los riesgos de mayor peso en estos temas.



Capítulo VII. Análisis del Estado de Conservación de las Cuencas Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó

7.1 Marco conceptual

Las tierras bajas de Bolivia están compuestas por un mosaico de varias formaciones de vegetación, donde alternan diferentes tipos de bosques húmedos, bosques deciduos, palmares y un abanico de sabanas que experimentan diferentes niveles de inundación, entre otros. Cada tipo de vegetación responde a las condiciones de suelo y clima que le ha permitido desarrollarse, albergando una flora con diferentes rasgos funcionales que les permiten cumplir funciones específicas en estos ecosistemas y generar servicios ecosistémicos a diferentes escalas, incluyendo beneficios para los habitantes que allí viven.

No obstante, las políticas de desarrollo impulsan directa o indirectamente la transformación de estos paisajes, originando el desarrollo de infraestructura (redes viales, represas hidroeléctricas, entre otros), la expansión o el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, el cambio de uso del suelo (principalmente a través de la deforestación y el uso del fuego) y el impacto del cambio climático, que empezamos a entender mejor.

7.2 Síntesis metodológica

El cálculo del estado de conservación requiere, primeramente, el análisis del estado actual. Este se determinó a partir de las siguientes coberturas o criterios espaciales:

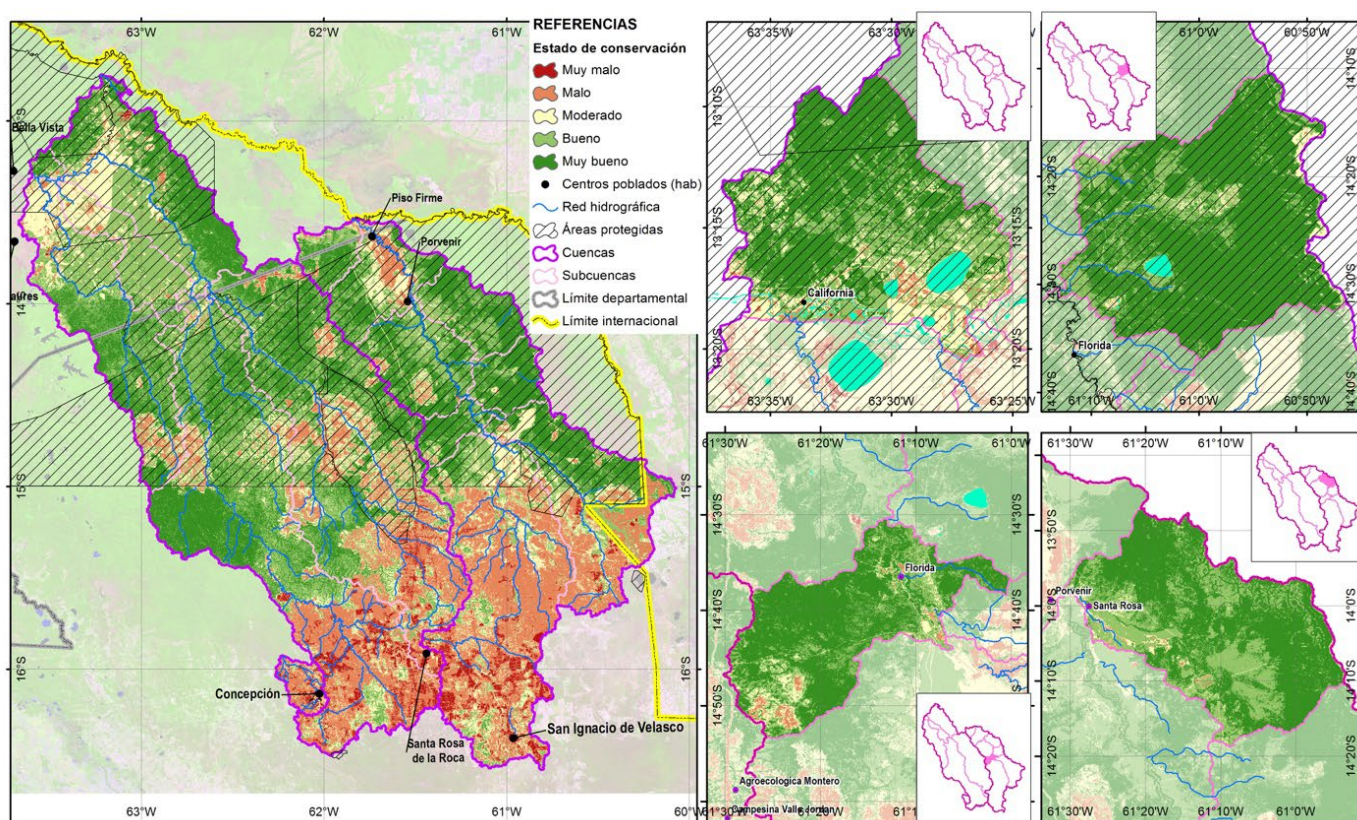
- Vegetación: a través de un análisis del índice espectral NDVI (histórico) en función del cambio estacional. Entendiéndose que, a menor cambio en el índice, los ecosistemas están en un mejor estado. Esta cobertura fue generada en la plataforma Google Earth Engine (GEE) con un rango de fechas de julio a agosto de 2021.
- Hidrografía: basada en información sobre la estacionalidad de cuerpos y cursos de agua permanentes. La primera se procesó a partir de cartografía de cuerpos de agua generada por Pekel (2016), y la segunda se extrajo de información bibliográfica secundaria.
- Topografía: a través de la generación de un mapa de pendientes a partir del modelo digital de elevación AsterDEM, de 30 m (NASA, 2019), con la premisa de que, a mayor pendiente, menor perturbación. Esto se presenta en los ecosistemas de mesetas y ladreas, específicamente en Caparuch (PNNKM) y San Simón.
- Bosque: a través de un raster con datos de altura de árboles, se asumió que los píxeles con valores más altos están relacionados con ecosistemas más sanos. Este criterio se extrajo de Potapov *et al.* (2019).

- Índice de posición topográfica (TPI): las áreas de inundación (cóncavas) presentan un mejor estado debido a la concentración de agua durante más tiempo, la cual está disponible para la vegetación y la fauna silvestre. Este producto se derivó del raster de AsterDEM.

7.3 Principales hallazgos

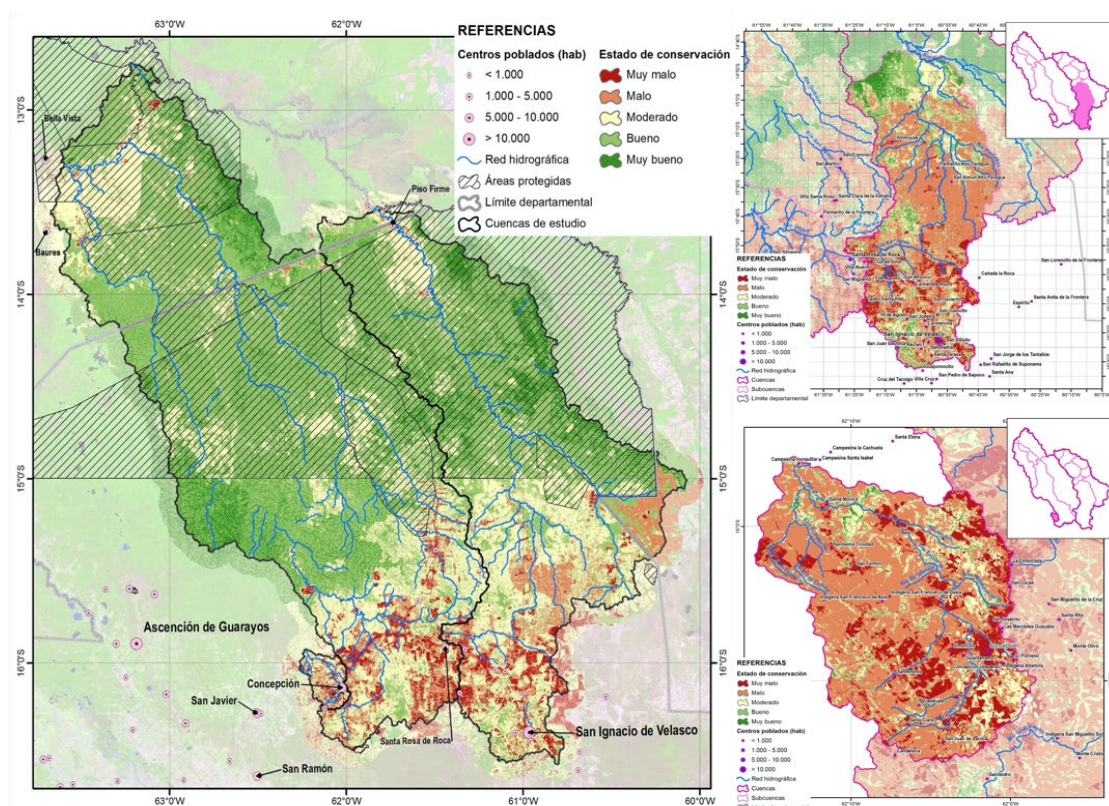
El 57% (44.529 km²) de la superficie total de las cuencas San Martín, Paraguá y subcuenca Zapocó se encuentra en estado de conservación entre bueno y muy bueno. El 16%, que equivale a 12.730 km², presenta un estado de conservación moderado, mientras que cerca del 26% (20.494 km²) muestra un estado de conservación entre malo y muy malo. Las subcuencas con mejor estado de conservación son aquellas vinculadas al arroyo Liverpool, río Paragua (parte alta), arroyo San Ramón y río California (Fig. 59), en contraste con las subcuencas del río Zapocó y el río Paragua (naciente) (Fig. 60 y Tabla 17).

Figura 59. Mapa de estado actual de conservación para las cuencas de los ríos San Martín, Paraguá y subcuenca del río Zapocó ubicadas al norte del departamento de Santa Cruz, Bolivia. La figura incluye los detalles para las subcuencas de los ríos California (*superior izquierda*), Liverpool (*superior derecha*), Paragua (parte alta, *inferior izquierda*) y San Ramón (*inferior derecha*) y que presentaron las mayores superficies de áreas en buen estado de conservación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60. Mapa de estado actual de conservación para las cuencas de los ríos San Martín, Paraguará y subcuenca del río Zapocó ubicadas al norte del departamento de Santa Cruz, Bolivia. La figura incluye los detalles para las subcuencas de los ríos Zapocó (*inferior*) y Paraguará (naciente, *superior*) que serían las subcuencas más comprometidas en cuanto a su estado de conservación.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Resultados del mapeo de estado de conservación (=grado de conversión del ecosistema natural) para subcuencas nivel 5 que componen las cuencas de los ríos San Martín, Paraguará y subcuenca del río Zapocó.

Cuenca	Subcuenca	Km ²	Estado de Conservación (% de la subcuenca)				
			Muy Malo	Malo	Moderado	Bueno	Muy Bueno
Zapocó	Zapocó	699,9	17,6	61,5	16,8	3,3	0,7
San Martín	Río San Martín	15804,9	2,4	24,4	16,4	26,6	30,2
San Martín	Arroyo Martincito	2398,7	0,1	6,1	28,6	54,6	10,6
San Martín	Quebrada San Martín	6469,0	0,4	3,4	18,1	35,0	43,1
San Martín	Río Negro	16236,2	5,2	24,4	12,7	26,8	30,7
San Martín	Río San Joaquín	6957,2	0,4	7,3	20,6	36,7	34,9
San Martín	Río California	279,2	0,0	6,5	14,9	28,1	50,5
Paraguará	Río Paraguará (naciente)	11391,5	8,3	53,0	21,8	12,6	4,3
Paraguará	Río Tarvo	6148,4	1,6	34,4	16,2	19,5	28,2
Paraguará	Río Paraguará (parte alta)	999,8	0,0	2,3	6,5	24,5	66,6
Paraguará	Arroyo Liverpool	1410,5	0,0	0,4	3,8	18,2	77,5
Paraguará	Río Paraguará (parte	3060,7	0,0	3,9	9,1	37,2	49,9

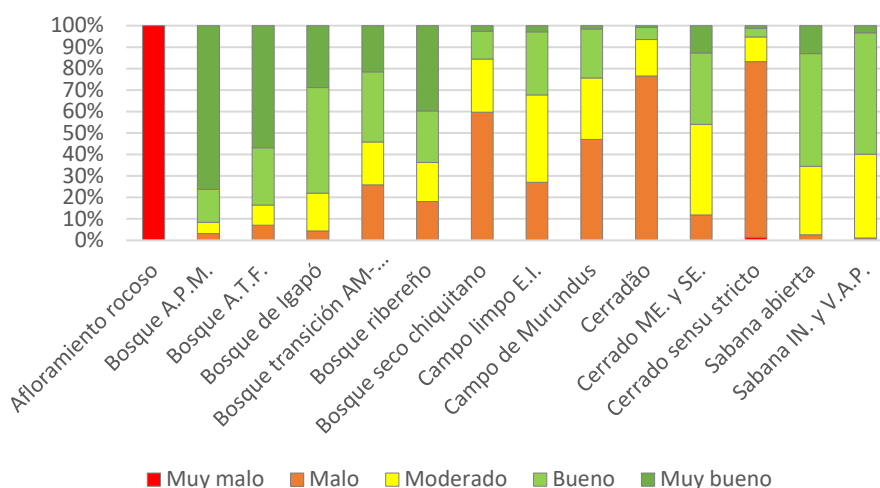
	media)						
Paraguá	Arroyo San Ramon	2057,9	0,0	0,6	3,2	34,3	61,8
Paraguá	Arroyo Cachuela	1119,1	0,5	6,6	10,1	30,3	52,4
Paraguá	Río Paragua (parte baja)	2721,9	0,1	18,1	20,7	27,3	33,8

Fuente: Elaboración propia.

7.3.1 Estado de conservación por unidad de vegetación.

Las formaciones boscosas mejor conservadas son el bosque amazónico de pie de meseta (91,6% de su superficie se encuentra en buen estado de conservación), el bosque amazónico de tierra firme (83,6% en buen estado de conservación) y el bosque de Igapo (con el 78,1% de su superficie en buen estado de conservación). En el bosque de transición amazónico-chiquitano y el bosque ribereño, estos porcentajes se reducen hasta un 54% y un 63%, respectivamente. A su vez, el estado de conservación "malo", que está creciendo en las unidades de vegetación anteriores, se hace más notorio en el bosque seco chiquitano, que alcanza un 59,6% (Figura 61). En las diferentes fisonomías del cerrado y las sabanas, las unidades mejor conservadas son la sabana abierta (65,6%), la sabana inundable y la vegetación acuática y palustre (59,8%), y el cerrado de meseta y serranía (45,9%). Sin embargo, en las otras fisonomías del cerrado, el estado de conservación "malo" es notorio, sobre todo en el cerradão y el cerrado sensu stricto, donde alcanza el 76,1% y el 81,9%, respectivamente (Figura 61).

Figura 61. Estado de conservación de las 14 unidades de vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Áreas protegidas y estado de conservación

En términos generales, las tres áreas protegidas más pequeñas: Zapocó, Orquídeas del Encanto y San Ignacio, se encuentran en un estado de conservación que va desde moderado hasta muy malo. Aunque sus superficies son relativamente inferiores al resto de las áreas protegidas, la

afectación a sus valores de conservación es considerable. Asimismo, la AP Copaibo presenta un poco más de la mitad de su territorio afectado principalmente por los incendios de 2019, 2020 y 2021.

En contraposición, las otras seis áreas protegidas tienen al menos dos tercios o más de sus superficies en buen estado de conservación. De estas, cuatro son las más grandes en extensión territorial (PNNKM, Ríos Blanco y Negro, Iténez y Bajo Paraguá de San Ignacio de Velasco). El PNNKM se encuentra en un estado de conservación muy bueno (86 %), con la excepción de las áreas afectadas por los incendios mencionados, ubicadas principalmente en la meseta de Caparuch, así como en las cercanías de la comunidad Esperancita de la Frontera, en el campo limpo estacionalmente inundado (sureste de Florida y hacia los campos de Murundus entre Piso Firme y Porvenir). Las AP Ríos Blanco y Negro y Bajo Paraguá de San Ignacio de Velasco también fueron afectadas, ambas con una cuarta parte de su superficie.

En cuanto a las subcuencas más afectadas, es evidente el grado de impacto antrópico en la región sur de las unidades hidrográficas evaluadas, especialmente en las subcuencas Zapocó y Paraguá (naciente). La primera presenta casi el 80 % de su superficie en estado malo a muy malo, y la segunda, casi dos tercios.



Capítulo VIII. Análisis del Estado de Conservación de los Corredores para Fauna Silvestre

8.1 Introducción

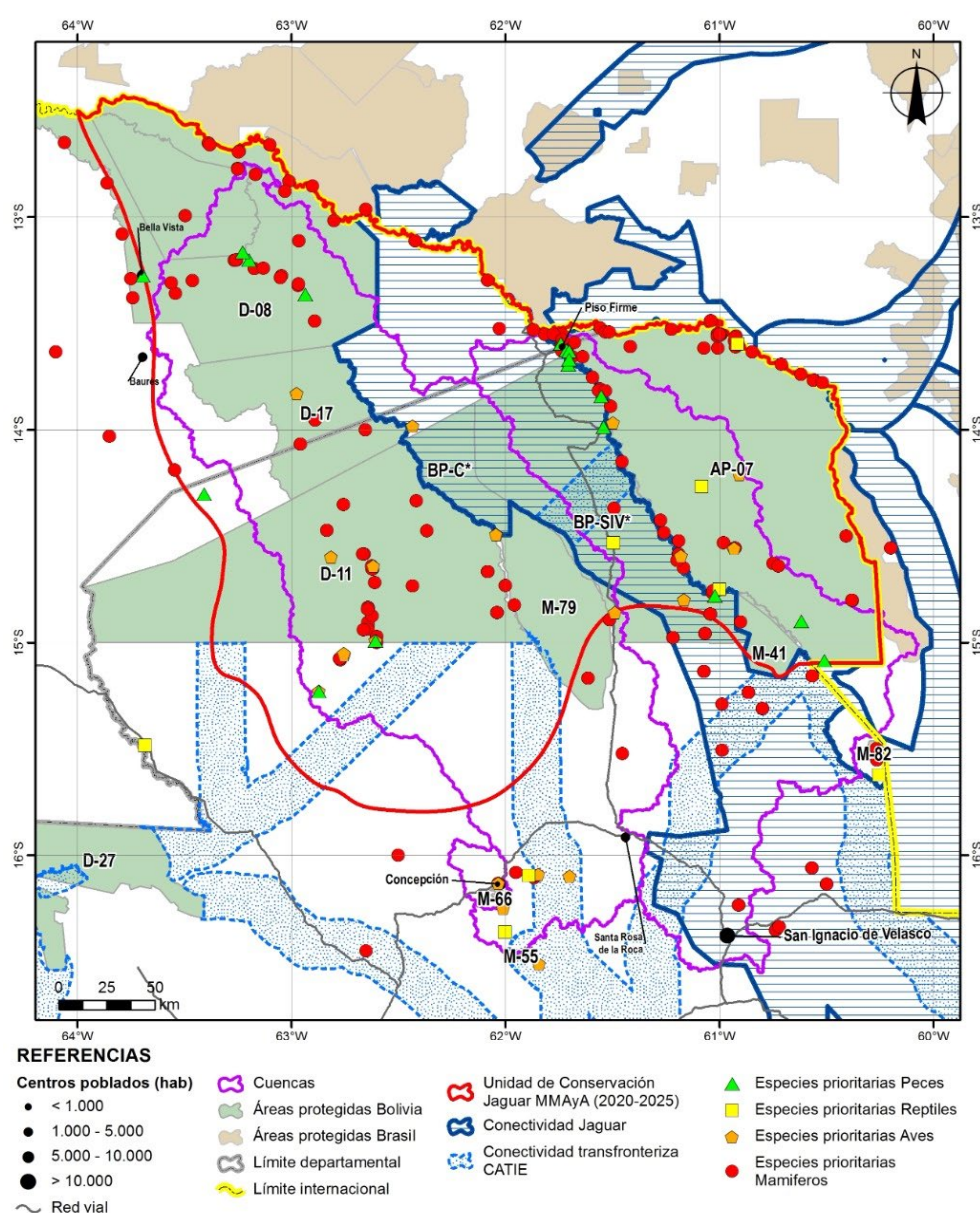
En Bolivia, el departamento de Santa Cruz tiene una larga historia de cambios en el uso del suelo para la práctica de la agricultura extensiva e intensiva de diferentes productos, así como la cría de animales, sobre todo ganado vacuno. La combinación de estas prácticas ha dado lugar a la sustitución de la vegetación nativa por áreas de cultivo y pastizales. A nivel de las cuencas, la agricultura se está expandiendo a casi todos los rincones de la región. Los agronegocios a gran escala, principalmente para la producción de soya y la cría intensiva de ganado vacuno, se están apoderando de ecosistemas vulnerables como el bosque seco chiquitano y el cerrado. La fauna asociada a estos ambientes se ha visto afectada de manera significativa por los procesos de intensificación de uso del suelo y otras amenazas, como los incendios no planificados, la contaminación del suelo y los ríos por el uso de agroquímicos y la deforestación, entre otros. En consecuencia, las poblaciones de animales pueden comenzar a desaparecer o ser menos abundantes en las zonas marginales, al mismo tiempo que los rangos de dispersión de animales tienden a contraerse, dejando zonas de borde deforestadas con menos individuos (Ojeda *et al.* 2008).

Se sabe que la transformación del paisaje es uno de los principales motores detrás de la pérdida de especies, tanto a nivel regional como global. Se ha sugerido que la estructura del paisaje influye en la diversidad de especies en muchos hábitats. En ambientes naturales fragmentados hay una disminución de su integridad, y la conectividad entre los remanentes de ambientes naturales es un factor clave para la preservación de los servicios ecosistémicos y la supervivencia a largo plazo de la vida silvestre (Hess & Fischer 2001, Hilty *et al.* 2006). Por esto, mantener la integridad de los ecosistemas se ha convertido en una variable fundamental y prioritaria en las políticas actuales de conservación de la biodiversidad (MMAyA, 2018). La necesidad de mantener los flujos ecológicos en el paisaje y, en particular, las rutas de dispersión naturales para los movimientos de la vida silvestre, exige una gestión más integrada de los ecosistemas. En este contexto, se han realizado propuestas importantes para identificar corredores y refugios de vida silvestre a partir de la identificación de especies focales. En 2020, Millard *et al.* proponen mantener la integridad del paisaje identificando corredores de hábitat para el jaguar (*P. onca*). Por otro lado, en 2019, CATIE propone mantener la conectividad del paisaje a través del modelamiento del hábitat y distribución de tres especies: el águila harpía (*Harpia harpyja*), el anta (*Tapirus terrestris*) y el lobo de crin o borochi (*Chrysocyon brachyurus*). En 2020, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia publica el Plan de acción para la conservación del jaguar 2020-2025, donde se propone que las Unidades de Conservación del Jaguar son importantes

herramientas para conservar esta especie, además de incluir corredores que interconecten estas unidades (Figura 62).

Para la presente propuesta, hemos utilizado las tres fuentes antes descritas como base de la conectividad del paisaje entre las Áreas Protegidas y las unidades de conservación. Hemos analizado el estado de conservación de estos corredores, el grado de amenaza que enfrentan y hemos generado algunas acciones de conservación que consideramos importantes para lograr la conservación de estas áreas que aún sostienen fauna y flora silvestre.

Figura 62. Corredores de fauna propuestos por Millard para el jaguar, CATIE para el borochoi, anta y la arpía, la tercera es una unidad de Conservación del Jaguar propuesto por MMAyA (2020-2025). Nótese que la mayor cantidad de registros de las especies prioritarias para la conservación se encuentran dentro de las áreas protegidas y de los corredores.



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, al volcar los registros de fauna identificada como prioritaria para la conservación, fue posible evidenciar que muchos de estos registros se encuentran dentro de los corredores mencionados (Figura 62). Consideramos que esto es importante, ya que generar acciones que permitan la conservación de los ecosistemas al interior de estos corredores cobra relevancia para estas especies identificadas. El fin último es lograr que estos corredores cumplan su función, mantengan la conectividad y las poblaciones de animales saludables.

8.2 Métodos

Se elaboró la cartografía necesaria para superponer las dos capas temáticas de los corredores existentes (Jaguar y CATIE) sobre las áreas protegidas, así como la cobertura de amenazas y el estado de conservación elaborados para el presente estudio, con el fin de proceder a los análisis espaciales. No se tuvo acceso al formato editable del estudio que muestra la unidad de conservación del jaguar, por lo que se procedió a georreferenciarlo. Finalmente, se proyectaron los puntos de registro de los cuatro grupos de fauna (mamíferos, aves, anfibios y peces) que se encontraban en un formato tabular (Excel), generando así sus respectivos shapefiles.

8.3 Resultados

Los corredores propuestos en distintos momentos y por diferentes autores tienen el objetivo de ser áreas de paso y movilización de la fauna, permitiendo que las poblaciones de animales puedan interconectarse entre sí a través de ambientes que sean amigables para ellos. En este caso, las Áreas Protegidas estarían siendo parte de estos corredores, ya que al ser espacios de conservación deberían mantener los ecosistemas en buen estado y lograr que las amenazas sean menores a ambientes fuera de ellas.

En este sentido, las Áreas Protegidas que se encuentran en las cuencas de San Martín y Paraguá protegen más del 50% de su territorio, principalmente bosque amazónico de tierra firme y el bosque de transición a bosque chiquitano, pero unidades de vegetación como el bosque seco chiquitano y el cerrado no se encuentran representadas. En las cuencas, estos ecosistemas son los más amenazados y su estado de conservación fluctúa entre moderado a muy malo, quedando fragmentos de vegetación nativa inmersos en una matriz de áreas agropecuarias.

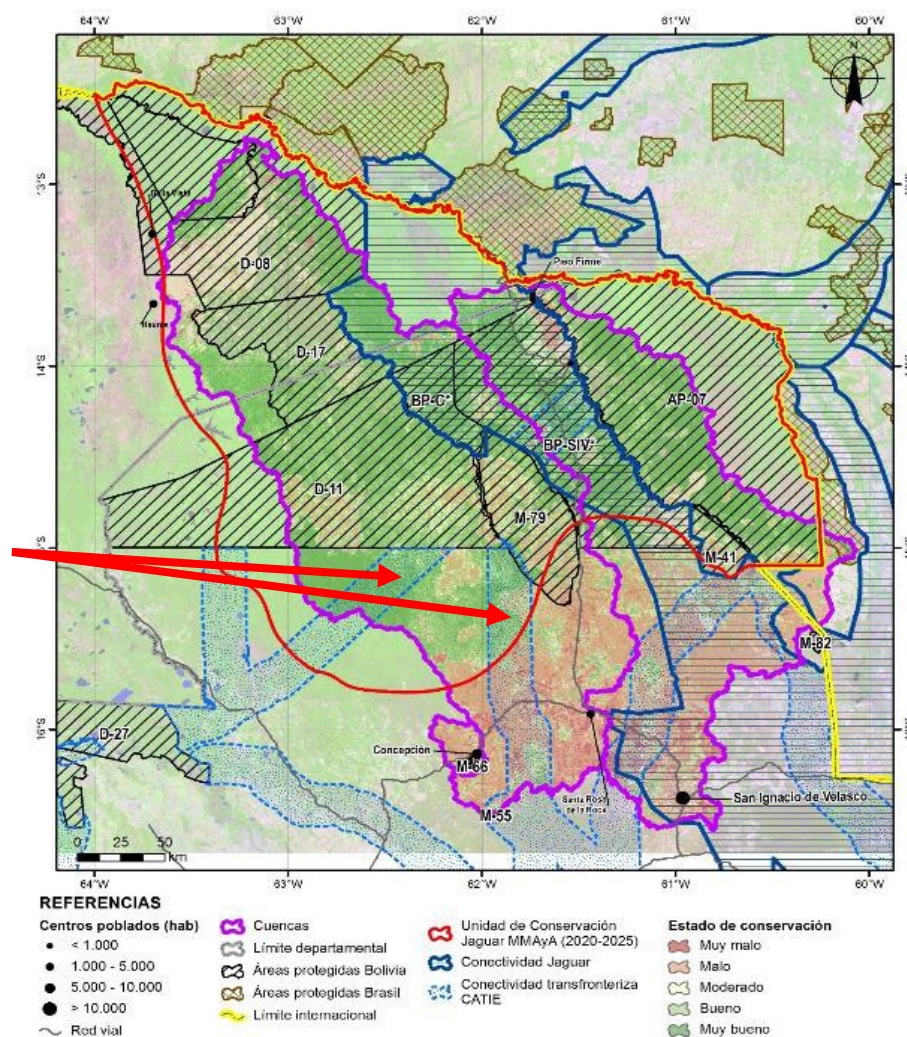
Los corredores propuestos para el jaguar (*P. onca*) y para las otras tres especies de fauna (arpía, anta y lobo de crin) conectan las áreas protegidas, nacionales y municipales, que se encuentran en el Departamento de Santa Cruz. Cabe recalcar que estos corredores fueron propuestos antes de la consolidación del Área Protegida Bajo Paraguá de San Ignacio de Velásco, y por lo mismo, ahora se observa un solapamiento de esta unidad de conservación con porciones de los corredores. En las cuencas, estos corredores además atraviesan áreas muy intervenidas pero que aún albergan fauna y flora nativa (Figura 59 y 60).

Si bien los corredores propuestos atraviesan áreas de uso agropecuario, al menos el 52% de la superficie de aquellos corredores propuestos para el jaguar se encuentra en buen y muy buen estado de conservación. En contraposición, al menos el 33% de su superficie se encuentra en un

mal estado de conservación. Aquellas porciones de los corredores asociados al bosque de transición entre amazónico y chiquitano representan las áreas con mejor estado de conservación; en cambio, al sur de las cuencas, los corredores se distribuyen en ambientes donde el estado de conservación es malo o muy malo, pero al mismo tiempo intentan conectar aquellos remanentes de vegetación nativa que aún quedan presentes (Figura 59 y 60).

Si bien los ecosistemas en estas porciones de los corredores tienden a estar en mal estado de conservación, son aún muy importantes ya que pueden ser zonas donde los animales puedan tener mucho más contacto con los humanos y, por lo mismo, se incrementen los conflictos entre ellos. Por otro lado, también es posible observar que la superficie de estos corredores con un grado de amenaza muy alto y alto asciende a 130.734 ha (6.3% de la superficie total) y se concentra al sur de la cuenca muy cerca a San Ignacio de Velasco, donde las principales amenazas son la fragmentación de los hábitats naturales por la presencia de estancias ganaderas y áreas de cultivo (Figura 57).

Figura 63. Análisis de los corredores propuestos con el Estado de Conservación de las cuencas estudiadas. La flecha señala la porción de territorio donde se solapan los corredores propuestos para el jaguar y la unidad de conservación del jaguar.



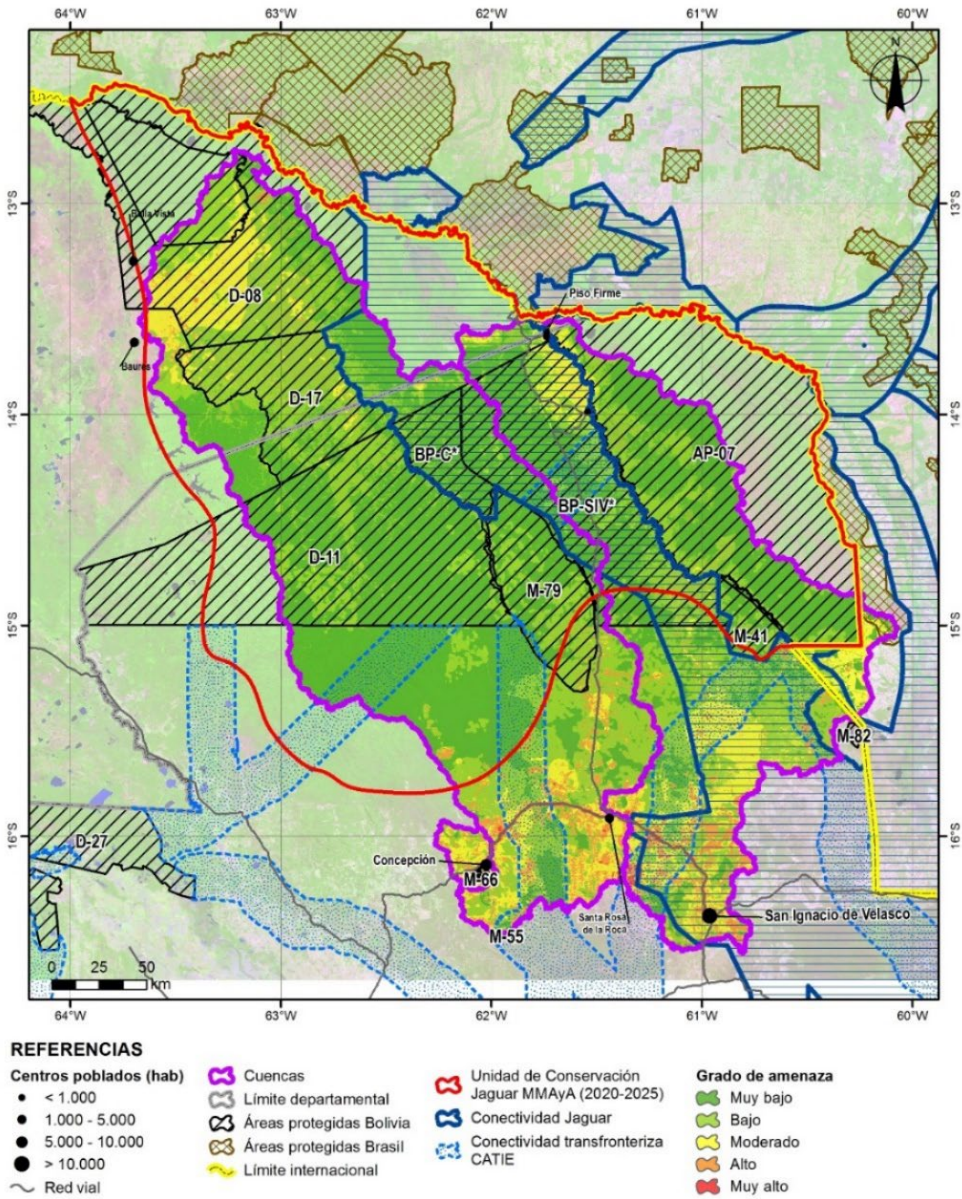
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Cálculo de la superficie de las cuencas que se encuentran en los diferentes niveles de Estado de Conservación.

Estado de Conservación	Corredores jagua		Corredores CATIE	
	Superficie (ha)	% de superficie	Superficie (ha)	% de superficie
Muy bajo	81235,53	3,9	63001,4	6,0
Bajo	602437,23	29,0	404143,1	38,4
Moderado	309579,66	14,9	164591,5	15,7
Alto	454732,11	21,9	208517,2	19,8
Muy alto	630272,79	30,3	211143,1	20,1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 64. Análisis del grado de amenazas al interior de los corredores propuestos.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Cálculo de la superficie de las cuencas que se encuentran en los diferentes grados de amenaza.

Grado de Amenaza	Corredores jagua		Corredores CATIE	
	Superficie (Km ²)	% de superficie	Superficie (Km ²)	% de superficie
Muy bajo	9044,6463	43,5	4562,597	43,4
Bajo	6989,0688	33,6	3662,466	34,8
Moderado	3441,6144	16,6	1426,793	13,6
Alto	1187,7417	5,7	754,295	7,2
Muy alto	119,5974	0,6	107,854	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Algo similar ocurre con el corredor propuesto por el CATIE. Este corredor atraviesa la cuenca de Paraguá de norte a sur y parte de la cuenca San Martín, conectando las áreas protegidas ubicadas en el departamento de Beni (Kenneth Lee e Iténez), el bloque de áreas protegidas de Santa Cruz (Bajo Paraguá, Ríos Blanco y Negro, PNNKM y Copaibo) y baja hasta conectar con otras áreas protegidas que quedan fuera de las cuencas, tal es el caso del Área Natural de Manejo Integrado San Matías. En el caso de este corredor, se ha estimado que, para el área que circunscribe las cuencas estudiadas, el 44% de su superficie se encuentra actualmente en buen estado de conservación, mientras que el 40% de su superficie presenta un estado de conservación malo y muy malo. De forma similar a lo que ocurre con el corredor para jaguar, aquellas porciones del corredor que se distribuyen hacia el norte cubriendo bosque amazónico y de transición se encuentran en mejor estado de conservación. En cambio, al sur de las cuencas, donde se distribuye el bosque seco chiquitano y cerrado, el estado de conservación pasa a ser malo y muy malo. Si vemos el mapa de amenaza, 862,149 km² de su superficie se encuentra muy amenazada y está principalmente concentrado al sur de la cuenca de Paraguá. En cambio, mientras el corredor avanza hacia el norte, los ecosistemas se encuentran menos amenazados. De hecho, el 78% de esta superficie tiene un grado de amenaza bajo y muy bajo.

La Unidad de Conservación del jaguar se encuentra solapada con las Áreas Protegidas en un 84,6% (57,696 km²) de su superficie total, pero una vez más, esto se concentra en bosque amazónico de tierra firme y bosque de transición. Sin embargo, es interesante que el límite sur occidental de esta Unidad comprenda una porción de bosque chiquitano. Consideramos que esta área podría ser priorizada para generar algunas acciones de conservación que promuevan su restauración, manejo sostenible y amigable de las áreas agropecuarias con la biodiversidad y monitoreo de la biodiversidad. De esta forma, se podría asegurar la conservación de estas porciones de los corredores (Figura 59 y 60).

Es también importante mencionar que, si bien gran parte del territorio de las cuencas se encuentra solapado con Áreas Protegidas o con propuestas de corredores o unidades de

conservación, esto no garantiza la permanencia de los animales y plantas nativas. Es necesario que las Áreas Protegidas tengan gestión y que se implementen, actualicen y aprueben sus Planes de Manejo. Que se trabaje en mitigar y controlar las constantes amenazas, sobre todo aquellas relacionadas con la habilitación de campos de cultivo o cría de ganado, la construcción de atajados no planificados y los incendios no planificados.



Capítulo IX. Análisis de las Funciones Ambientales de las Cuencas de Paraguá, San Martín y Subcuenca Zapocó, Identificación y Priorización de Microcuencas

9.1 Marco conceptual

Desde la aprobación de la Ley No. 300, la gestión territorial y de los recursos naturales está orientada a la búsqueda social, política y técnica que garantice la continuidad de la capacidad de regeneración de los denominados componentes y sistemas de vida de la Madre Tierra o la naturaleza. Con ese propósito, el numeral 8 del artículo 5 de dicha ley define a las funciones ambientales como "el resultado de las interacciones entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas, de la dinámica propia de los mismos, del espacio o ambiente físico (o abiótico) y de la energía solar. Son ejemplos de las funciones ambientales los siguientes: el ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, la retención de sedimentos, la polinización (provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas y dispersión de semillas), la filtración, purificación y desintoxicación (aire, agua y suelo), el control biológico (regulación de la dinámica de poblaciones, control de plagas y enfermedades), el reciclado de nutrientes (fijación de nitrógeno, fósforo, potasio), la formación de suelos (meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica), la regulación de gases con efecto invernadero (reducción de emisiones de carbono, captación o fijación de carbono), la provisión de belleza escénica o paisajística (paisaje)". Por lo expuesto en el primer párrafo de esta sección, el concepto de paisaje resiliente no está restringido a lo sugerido por el Art. 5 de la Ley 300 focalizado en el tema escénico.

Recientemente, se aprobó la Ley No. 777 del Sistema de la Planificación Integral del Estado (SPIE) que propone un nuevo proceso de planificación orientado al desarrollo integral del país buscando alcanzar de forma simultánea y complementaria sistemas productivos sustentables, erradicación de la extrema pobreza y protección y conservación de las funciones ambientales. Con este propósito, el Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD), en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), ha desarrollado una plataforma virtual de carácter oficial denominada INFO-SPIE donde es posible encontrar información calculada de tres funciones ambientales (almacenamiento de carbono, balance hídrico y riqueza de especies; este último como indicador de biodiversidad) a la escala municipal y departamental de Bolivia, entendiéndolas como las entidades territoriales autónomas (ETA). No existe aún información calculada para otras unidades territoriales, como áreas protegidas o territorios indígenas (TCO o TIOC), aunque sí aproximaciones para áreas geográficas específicas en las partes altas de Bolivia. Por otra parte, la plataforma de INFO-SPIE requiere de una actualización periódica, por

lo que el uso de sus datos debe considerarse como una aproximación inicial al tema de funciones ambientales.

9.2 Enfoque metodológico

Para la identificación y caracterización de las funciones ambientales existentes en las cuencas de los Ríos San Martín y Paraguá, así como en la subcuenca del Río Zapocó, se utilizó el protocolo colaborativo ECOSER 2.1 (<http://www.eco-ser.com.ar>). ECOSER es una herramienta que combina información biofísica georreferenciada, la cual se encuentra en formato ráster en plataformas de sistemas de información geográfica (SIG).

En el marco de la definición propuesta por la Ley 300, se asumió, para fines prácticos, la correspondencia entre los conceptos de funciones ambientales y funciones ecosistémicas, utilizando los módulos propuestos por ECOSER para funciones ecosistémicas como equivalente al de funciones ambientales para el contexto de Bolivia.

Debido a la complejidad de los procesos involucrados, el peso relativo de las distintas funciones ambientales es de difícil cuantificación y se categoriza en forma cuali-cuantitativa mediante consideraciones teóricas del usuario. La provisión simultánea de un conjunto de funciones ambientales de interés resulta de la sumatoria ponderada de los mismos, píxel a píxel, pudiendo usarse valoraciones económicas o sociales disponibles como criterios de ponderación.

No se utilizó información de la plataforma INFO-SPIE, debido a que no se encuentra en un formato descargable y, por otra parte, está representada en valores a la escala de unidades municipales y departamentales, no de cuencas.

9.3 Síntesis metodológica

Se seleccionaron 4 funciones ambientales para ser modeladas: (1) almacenamiento de carbono orgánico en biomasa; (2) almacenamiento de carbono orgánico en el suelo; (3) control de la erosión hídrica; y (4) provisión de hábitat para especies. Se utilizaron varios insumos geográficos, incluyendo el mapa de cobertura y uso actual de la tierra generado por Mapbiomas y actualizado al año 2021, con una resolución de 30 m. Los datos vectoriales usados en este análisis tienen una escala a detalle (1:25.000) y semidetalle (1:100.000 - 1:250.000).

- **Almacenamiento de carbono orgánico en biomasa.** Para estimar el almacenamiento de carbono en biomasa (carbono arbóreo, arbustivo y herbáceo, y hojarasca sobre el suelo), se asigna un valor a cada uso/cobertura de contenido de carbono en biomasa. Esta capa temática se generó a partir del mapa de vegetación actualizado para el año 2021 y datos de varios estudios realizados en el área.
- **Almacenamiento de carbono orgánico en el suelo.** Para estimar la función ecosistémica de almacenamiento de carbono orgánico del suelo (COS), se emplea la

metodología propuesta por el IPCC (IPCC, 2006a): $COS_i * Flu * Ffmg * Fa$, donde COS_i es la cantidad de COS estimado en el píxel i ; COS_{ref} es el contenido de COS bajo la vegetación nativa; Flu es el factor de cambio relacionado con el tipo de cobertura por el tipo de uso del suelo; $Ffmg$ es el factor de cambio relacionado con las diferentes prácticas; y Fa es el factor de cambio que representa los distintos niveles de aporte de COS.

- **Control de la erosión.** Este indicador forma parte de un modelo de estimación relativa de servicios ecosistémicos propuesto por Carreño *et al.* (2012) y Viglizzo *et al.* (2011). Este modelo considera principalmente la biomasa y disponibilidad de cursos y cuerpos de agua como factores clave para la provisión de servicios, y también involucra otros factores de naturaleza física como la pendiente del terreno, la temperatura media, la capacidad de infiltración de los suelos, entre otros.

ECOSER propone este indicador como alternativa para el mapeo de la función ecosistémica "Control de la erosión". Se calcula como: $[CE = B \times (1 - CVB) \times (1 - Fpend)]$. Donde la biomasa (B) y su estabilidad en el tiempo (CVB , coeficiente de variación de la biomasa) son los principales factores en la protección del suelo contra la erosión. El efecto "protector" es mayor en zonas con pendientes bajas y disminuye a medida que aumenta la pendiente ($Fpend$). Por lo tanto, a mayor pendiente, más importancia cobra la biomasa para esta función ecosistémica.

- **Calidad de hábitat para especies.** Para estimar la provisión de hábitat para las especies en la zona de estudio, *et al.* (2012): $Hábitat\ B \times FPRE \times FTEM \times (1 - FALT)$. Esta fórmula asume que la capacidad del hábitat para mantener la biodiversidad depende de la biomasa (B) y la estabilidad de la biomasa ($1 - VCB$) (Huston, 1997; Costanza *et al.*, 2007), y también la disponibilidad de agua ($FPRE$). La presencia de especies está directamente relacionada con condiciones ambientales de temperatura ($FTEM$) (Costanza *et al.*, 2007) e inversamente relacionada con la altitud ($FALT$) (MA, 2005).

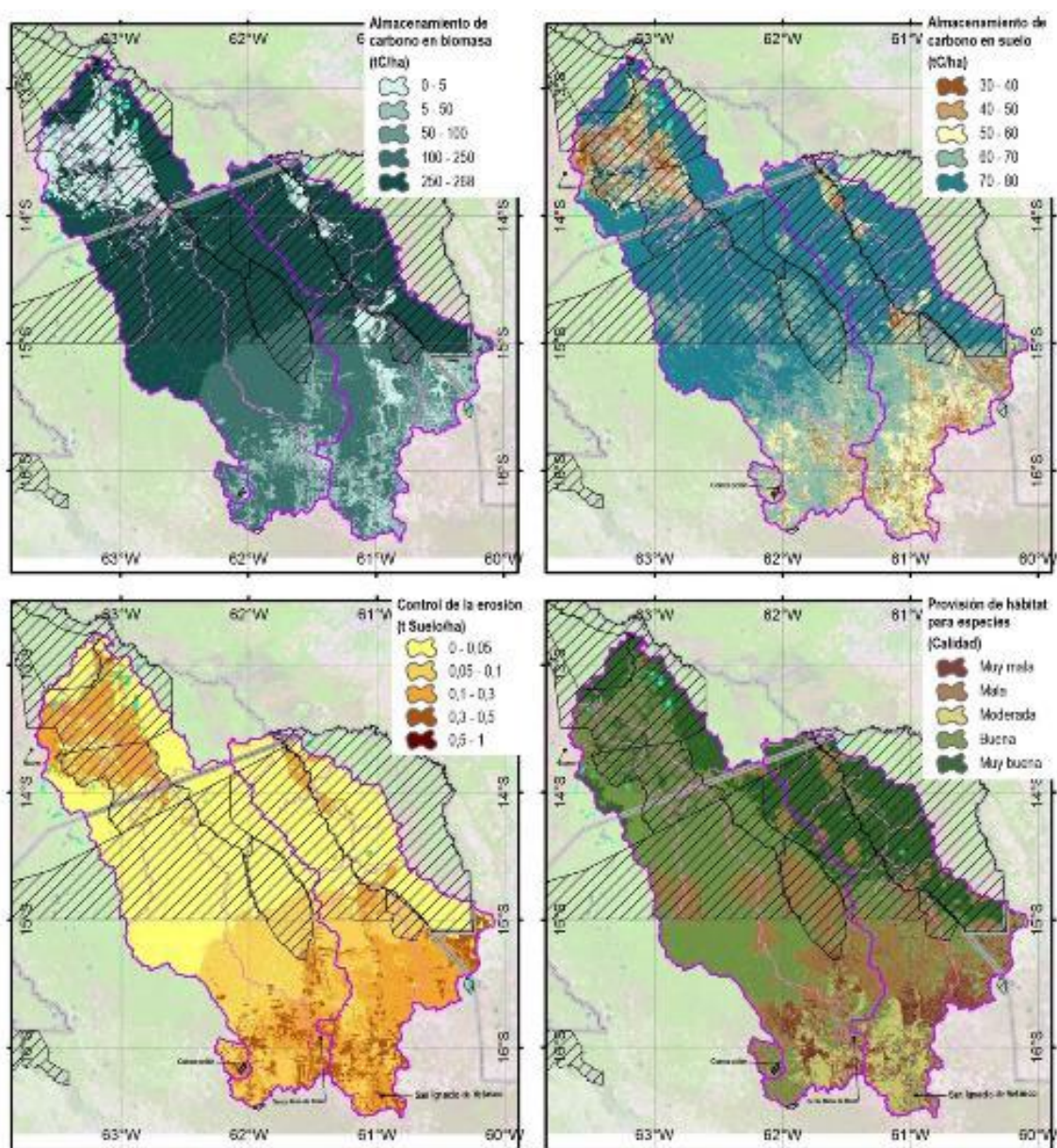
9.4 Principales hallazgos

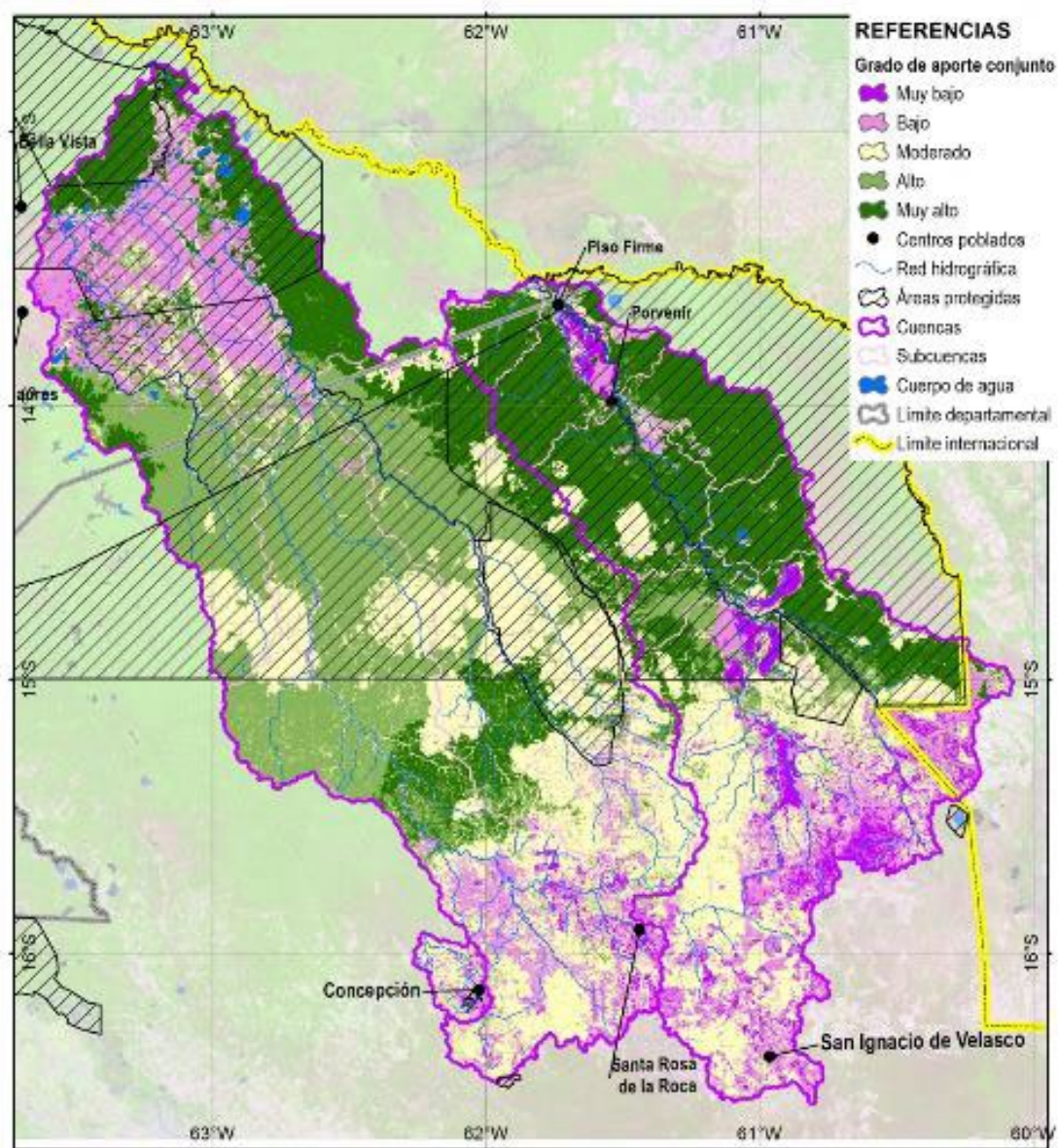
El 76% (59,505 km²) de la superficie total de las cuencas San Martín, Paraguá y la subcuenca Zapocó se encuentran con celdas que almacenan cantidades altas o muy altas de carbono en biomasa y carbono orgánico en el suelo (Fig. 65). Por otra parte, el 65% (50,644 km²) de la superficie total de las tres cuencas alberga áreas con alta o muy alta calidad de hábitat para especies, y el 78% (61,070.9 km²) de la superficie total alberga sitios importantes para el control de la erosión (Fig. 65). Cuando las cuatro funciones fueron ponderadas juntas, el 49% (38,380 km²) de la superficie total alberga áreas donde las cuatro funciones ambientales convergen, las cuales se encuentran ubicadas hacia el norte, noreste y la porción central del área cubierta por las cuencas. Todas las subcuencas nivel 5 presentes en esta área pueden considerarse como prioritarias.

En términos generales, la cuenca del río San Martín posee entre el 70% y el 80% de su superficie con capacidades altas y muy altas de provisión de los cuatro servicios ecosistémicos (> 34,000 km²). Así también, la cuenca del río Paraguá presenta un porcentaje menor (57% – 71%), lo que se traduce en una superficie aproximada de 16,000 a 20,000 km².

El 80% de la cuenca del río San Martín (38,565 km²) tiene una capacidad alta y muy alta de almacenamiento de carbono orgánico en biomasa; esto se traduce en valores que oscilan entre 100 y 268 tC/ha. Así también, la cuenca del río Paraguá posee un 70% de su superficie con estas características (20,500 km²). Esta alta capacidad se réplica al interior de las áreas protegidas del área de estudio, las cuales poseen cerca del 90% de su superficie con valores altos para el almacenamiento (alta y muy alta capacidad).

Figura 65. Funciones ambientales mapeadas para las cuencas de los ríos San Martín, Paraguá y subcuenca del río Zapocó ubicadas al norte del departamento de Santa Cruz, Bolivia. La figura incluye el almacenamiento de carbono en biomasa (a), el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo (b), control de la erosión (c), calidad de hábitat para especies (d) y el aporte conjunto de las cuatro funciones (e).





Fuente: Elaboración propia

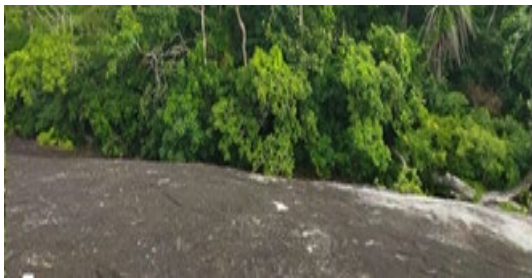


Capítulo X. Catálogo de Acciones de Conservación

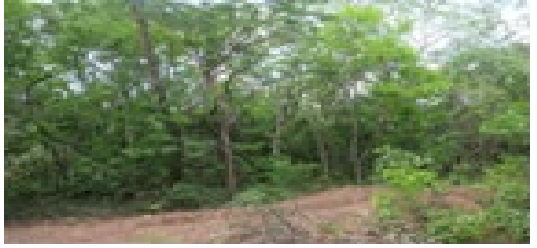
El presente capítulo está organizado considerando 2 niveles de acciones:

- Acciones de conservación por unidad de vegetación o acciones de conservación en objetos de conservación de **grano grueso**.
- Acciones de conservación por especie o acciones de conservación en objetos de conservación de **grano fino**.

10.1 Propuesta de acciones para objetos de conservación de grano grueso (Unidades de Vegetación)

N°	Unidad de vegetación	Acciones de conservación por unidad de vegetación
1	 Afloramiento rocoso	- Impulsar la creación o declaración, según corresponda, de un patrimonio natural, área protegida municipal o departamental que albergue y proteja los endemismos locales y la flora presente en esta unidad de vegetación. - Elaborar e implementar una agenda de investigación estratégica de la biodiversidad presente en los afloramientos rocosos que aún no fueron evaluados o cuentan con pocos registros, para definir con mayor precisión qué afloramientos deben ser protegidos. - Diseñar e implementar un plan de sensibilización y comunicación que ayude a valorizar este ecosistema particular y único, considerando las diferentes funciones ambientales que puede brindar. En cuanto a localidades específicas, se sugiere: Cerro Palado, Domos o cúpulas dispersas en el extremo suroeste de la cuenca San Martín, a los costados del camino entre Santa Rosa de la Roca y Cerro Pelado, y al norte de San Ignacio de Velasco.
2	 Bosque amazónico de pie de meseta	- Fortalecer el sistema de monitoreo integral del Parque Nacional Noel Kempff Mercado (lugar donde se detectó este tipo de vegetación), a través de la adquisición de equipos para monitoreo biológico de la biodiversidad que alberga el parque (por ejemplo, satélites de monitoreo, microscopios para microfauna, binoculares profesionales), equipos de atención a incendios (por ejemplo, extintores, máscaras, cascos, gafas con ventilación) y control de extracción ilegal de madera, entre otros.

3	 Bosque amazónico de tierra firme	- Promover y fortalecer la realización de buenas prácticas de manejo forestal, fortalecimiento de productores, niveles asociativos que correspondan y el acceso a mercados de los productos derivados del cumplimiento de la vocación forestal de esta unidad de vegetación. - Impulsar la elaboración de una agenda de investigaciones sobre la biodiversidad existente en esta unidad de vegetación, especialmente focalizada en la zona norte de las cuencas Paraguá y San Martín.
4	 Bosque de Igapó	- Promover la realización de inventarios rápidos o líneas de base sobre la biodiversidad existente en esta unidad, especialmente en la zona norte de las cuencas Paraguá y San Martín.
5	Bosque de transición amazónico-chiquitanoof	- Promover y fortalecer la realización de buenas prácticas de manejo forestal, fortalecimiento de conocimientos, habilidades y destrezas de los productores; niveles formales o informales de organización que correspondan; y acceso a mercados de los productos derivados del cumplimiento de la vocación forestal de esta unidad de vegetación.
6	 Bosque seco chiquitano	- Analizar la viabilidad de la creación de un área protegida municipal o departamental, o en su defecto, la declaración de un patrimonio natural a nivel departamental para este tipo de vegetación que actualmente no está incluido en las áreas protegidas existentes en la superficie de las cuencas analizadas.

7	 Campo limpo estacionalmente inundado	- Promover el control de la expansión de pastos cultivados con especies invasoras, concertando con la población local las áreas donde se introducirán y se monitorearán estos pastos. Esta selección de áreas debería excluir las zonas que tienen endemismos. - Impulsar el manejo adecuado de las quemas e incendios forestales mediante el manejo integral del fuego, considerando la regeneración natural de las pasturas nativas, intervalos de descanso y regeneración, la relación de las pasturas con los parches de bosque y un manejo de carga animal adecuado, ya que son campos utilizados tradicionalmente para la ganadería. - Promover la conformación de una plataforma municipal multiactores para el control y manejo de los atajados circundantes que podrían estar afectando la dinámica hídrica e hidráulica de las cuencas analizadas.
8	 Campo de Murundus	- Diseñar e implementar una campaña de sensibilización dirigida a evitar el sobrepastoreo.
9	 Cerradão	- Impulsar un programa de manejo controlado del fuego en este paisaje, que evite la transformación de Cerrado a guaduales (<i>Guadua paniculata</i>). Estos tienden a presentarse con la mayor frecuencia de quemas.

10	 Cerrado de mesetas y serranías	– Diseñar e implementar una agenda de investigación estratégica sobre la biodiversidad existente en zonas inexploradas, especialmente en la serranía de San Simón y el cerro Manomó.
11	 Cerrado sensu stricto	– Promover el manejo integral de fuego y el uso de gramíneas forrajeras, debido a que esta unidad de vegetación es la que experimentó mayores transformaciones orientadas a la implementación de ganadería y siembra de pastos en toda la Chiquitania. – Diseñar, consensuar e implementar participativamente una campaña de sensibilización y educación ambiental orientada a la valorización del recurso forrajero que evite o minimice la siembra de pastos forrajeros introducidos.
12	 Sabana abierta	– Diseñar e implementar una agenda de investigación de la biodiversidad existente en zonas inexploradas de esta unidad para llenar el vacío de información actual. – Promover la implementación de un programa de manejo controlado de quemas e incendios.
13	Sabana inundable y vegetación acuática y palustre.	– Identificar un portafolio de investigaciones sobre la biodiversidad existente en zonas inexploradas de esta unidad para llenar los vacíos actuales sobre la riqueza y diversidad florística que alberga.



- Promover el control del desmonte o tala de la vegetación de los bosques ribereños, ya que estos bosques actúan como una barrera natural contra la erosión del suelo ocasionada por la acción de las corrientes de agua.

Fuente: Elaboración propia.

10.1 Gestión de la información

Para la elaboración de este documento, se generaron bases de datos por especies y unidades de vegetación que, en lo posible, están vinculadas a una geodatabase. Esta información constituye una línea base para poder realizar el monitoreo de cambios en la biodiversidad de las cuencas.

Se sugiere implementar mecanismos de generación y complementación de la información obtenida. Además, se propone elaborar material de difusión, como folletos y material educativo, que dé a conocer la importancia de la biodiversidad en las cuencas y las funciones que desempeñan.

De manera específica, se sugiere elaborar material de difusión sobre los afloramientos rocosos (lajas), donde se describa la fauna y flora única presente en estos hábitats, las amenazas que enfrentan y las medidas para conservarlos.



Paquíó



Almendra

NOMBRE DE ESPECIES

1. **Tajibo** - *Handroanthus impetiginosus*
2. **Cambará hembra** - *Erisma uncinatum*
3. **Cedro** - *Cedrela fissilis*
4. **Almendra chiquitana** - *Dipteryx alata*
5. **Cuta amarilla** - *Apuleia leiocarpa*
6. **Roble** - *Amburana cearensis*
7. **Asaí** - *Euterpe precatoria*
8. **Cuchi colorado** - *Myracrodruon urundeuva*
9. **Mara o caoba** - *Swietenia macrophylla*
10. **Cedro** - *Cedrela odorata*
11. **Cambara palo blanco** - *Vochysia divergens*
12. *Calycophyllum multiflorum*
13. **Chiquituriqui** - *Aspidosperma cylindrocarpon*
14. **Soto, Quebracho** - *Schinopsis brasiliensis*
15. **Almendrillo, Tarara** - *Platymiscium pubescens*
16. **Pesoé** - *Pterodon emarginatus*
17. **Guayacán, morado** - *Machaerium nyctitans*
18. **Paquio** - *Hymenaea courbaril*

Acciones de conservación propuestas para especies prioritarias para la conservación de PLANTAS UTILIZADAS en las cuencas de San Martín, Paraguará y la subcuenca Zapocó

- Monitorear las poblaciones de especies requiere conocer el estado poblacional natural y la regeneración en los ecosistemas de las cuencas.
- Para especies forestales maderables y no maderables, es necesario fortalecer los mecanismos de control de extracción ilegal o prácticas inadecuadas de tala o cosecha.
- Fortalecer los mecanismos de prevención y control de quemas e incendios forestales en la región, ya que afectan la regeneración natural de las especies.
- Generar estrategias de comunicación para el uso del Tajibo como especie ornamental emblemática y en actividades turísticas en las principales ciudades intermedias y capitales municipales.

 Roble		- Ayudar al fortalecimiento de la gestión de las áreas protegidas nacionales y subnacionales para asegurar la conservación in situ de especies prioritarias para la conservación en los bosques amazónicos de las cuencas. - Promover la realización de investigaciones técnico-científicas para comprender la ecología de las especies (tasas de crecimiento, dispersión y depredación de semillas, etc.). - Compilar y compartir experiencias exitosas del aprovechamiento sostenible para la Almendra Chiquitana basadas en la capacidad productiva de la especie. - Impulsar el control y regulación de las actividades de pastoreo, quema inadecuada de vegetación natural y la expansión poco planificada de las actividades agrícolas y el crecimiento urbano. - Promover la siembra en viveros para propagar y recuperar poblaciones de especies silvestres en ambientes estratégicos para la restauración o recuperación de hábitats naturales, así como la implementación de sistemas agroforestales. - Planificar y aplicar tratamientos silviculturales en sitios estratégicos.
--	--	--

 Manihot arenaria	NOMBRE DE ESPECIES	Acciones de conservación propuestas para especies prioritarias para la conservación de PLANTAS SIN USO REPORTADO, en las cuencas de San Martín, Paraguarí y la subcuenca Zapocó
	1. <i>Justicia israelvargasii</i> 2. <i>Pectis harryi</i> 3. <i>Echinopsis hammerschmidii</i> 4. <i>Manihot arenaria</i> 5. <i>Ancistrotropis subhastata</i>	- Desarrollar campañas de información o educación ambiental en las comunidades adyacentes a las lajas o afloramientos rocosos, con el fin de informar y concientizar sobre la presencia de especies endémicas y la riqueza vegetal única que tienen estos hábitats. - Impulsar la creación de barreras cortafuego alrededor de las lajas para evitar la propagación de incendios. - Realizar investigaciones técnico-científicas de campo para identificar y describir el tipo de hábitat, tamaño poblacional de la especie en las localidades registradas, biología



Hibiscus conceptionis



Echinopsis hammerschmidii

6. *Hibiscus conceptionis*
7. *Digitaria killeenii*
8. *Paspalum crúcense*
9. *Borreria johnwoodii*
10. *Mikania manomoi*
11. *Passovia diffusa*
12. *Borreria velascoana*
13. *Xyris guillenii*
14. *Euphorbia riinae*
15. *Hyptis kempffiana*
16. *Hyptis woodii*
17. *Woodianthus sotoi*

reproductiva (polinizadores, dispersores y depredadores), y condiciones para el establecimiento.

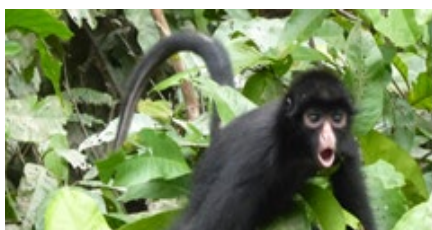
- Realizar inventarios en zonas de bosque amazónico de la cuenca San Martín para registrar poblaciones. Otras exploraciones en zonas del cerro Manomó y zonas de la pampa La Toledo.
- Impulsar la creación de un área protegida municipal o departamental, o, de ser el caso, un patrimonio natural departamental, que proteja endemismos locales y la vegetación presente en los afloramientos rocosos.
- Impulsar investigaciones sobre la capacidad de germinación y propagación ex-situ en hábitats adecuados y mejor conservados para asegurar la supervivencia de esta especie.
- Evitar colecciones botánicas en las localidades ya registradas para no mermar las poblaciones conocidas de las diferentes especies.
- Impulsar el monitoreo y controlar la posible expansión de pastos invasores.



NUTRIA GIGANTE - *Pteronura brasiliensis*
Amenazas: Pérdida de bosques ribereños, contaminación, competencia
ESPECIE PARAGUAS, BANDERA



TIGRE, JAGUAR - *Panthera onca*
Amenazas: Deforestación, ganaderos, cacería
ESPECIE PARAGUAS, BANDERA AMENAZADA VU



MONO ARAÑA - *Ateles chamek*
Amenazas: Deforestación, cacería
ESPECIE PARAGUAS, BANDERA, AMENAZADA: VU



VENADO DE LOS PANTANOS *Blastocerus dichotomus*
Amenazas: Cacería, ESPECIE PARAGUAS, BANDERA, AMENAZADA: VU

ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE FAUNA

- Monitorear las poblaciones en el área de distribución de cada especie, dentro de las cuencas, principalmente de la Nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), que es una especie indicadora del estado de salud de los ecosistemas, y del tigre o jaguar (*Panthera onca*), que presenta conflictos por competencia en áreas ganaderas.
- Desarrollar e implementar programas y campañas de sensibilización de la población local sobre las funciones de las especies en los ecosistemas. Por ejemplo, la Nutria gigante presenta conflicto con los pescadores por la competencia por los peces.
- Desarrollar campañas para el conocimiento y conservación de los bosques ribereños, haciendo cumplir normas que restrinjan la deforestación de los bosques hasta la ribera de los ríos y generando normas locales que prohíban deforestar los bosques ribereños.
- Desarrollar e implementar un programa de conservación de la conectividad de los hábitats en el área de distribución del Tigre y del Jaguar (*Panthera onca*).
- Diseñar campañas comunicacionales para usar a la nutria gigante y al jaguar como especies emblemáticas para atraer la actividad turística.
- Fortalecer las capacidades de los empresarios y productores ganaderos en el conocimiento y manejo del ganado para mitigar los conflictos con animales silvestres.
- Generar estudios para establecer el estado de las poblaciones por especie, incluyendo estructura etaria, de sexos y salud de los individuos, por el estrés de las poblaciones luego de eventos de incendios recurrentes.
- Impulsar la elaboración de planes de manejo para regular la cacería de las especies y los conflictos gente-vida silvestre por parte de las comunidades locales.



PEJICHÍ, TATÚ GIGANTE - *Priodontes maximus*
Amenazas: Cacería, deforestación, incendios
ESPECIE PARAGUAS, BANDERA, AMENAZADA: VU



BUFEO - *Inia boliviensis*
Amenazas: Captura accidental
ESPECIE PARAGUAS, BANDERA, AMENAZADA: VU

- Desarrollar e implementar programas de rescate de Tatú (y otras especies similares) en épocas de incendios.



AGUILA CORONADA - *Buteogallus coronatus*
ESPECIE PARAGUAS, AMENAZADA: EN



SEMILLERO PICON - *Sporophila maximiliani*
ESPECIE AMENAZADA: EN

ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE FAUNA

- Generar estudios para conocer el estado de las poblaciones de especies en el área y su distribución.
- Diseñar e implementar programas de monitoreo de las poblaciones según su área de distribución dentro de las cuencas.
- Desarrollar programas de sensibilización de la población local (comunidades, tomadores de decisiones) respecto a la importancia de cada especie en los ecosistemas.



MUITÚ - *Crax fasciolata*

ESPECIE PARAGUAS, AMENAZADA: VU



AGUILA ARPÍA - *Harpia harpyja*

**ESPECIE PARAGUAS
ESPECIE BANDERA**

- Fortalecer las capacidades de las entidades encargadas de controlar el tráfico de vida silvestre, en coordinación con las autoridades departamentales y nacionales (cuando corresponda) con competencias en la materia.
- Impulsar la conservación de la conectividad de los hábitats en el área de distribución de cada especie.
- Generar estrategias y campañas comunicacionales para usar al águila arpía como una especie emblemática de las cuencas y favorecer las actividades de conservación.



SICURÍ - *Eunectes beniensis*

**ESPECIE ENDÉMICA, ESPECIE BANDERA
ESPECIE AMENAZADA: VU**



LAGARTIJA - *Tropidurus callathelys*

**ESPECIE ENDÉMICA
ESPECIE AMENAZADA: NT**



**LAGARTIJAS - *Tropidurus chromatops*,
*Tropidurus xanthochilus***

**ESPECIE ENDÉMICA, AMENAZADA:
NT**



**TORTUGA CANALETA PARAGUAYA -
*Acanthochelys macrocephala***

ESPECIE AMENAZADA: NT



**PINTADO, SURUBÍ - *Pseudoplatystoma punctifer*, Amenaza: Presión por pesca
ESPECIE PARAGUAS**

**TUCUNARÉ - *Cichla pleiozona*
Amenaza: Presión por pesca
ESPECIE AMENAZADA: NT**



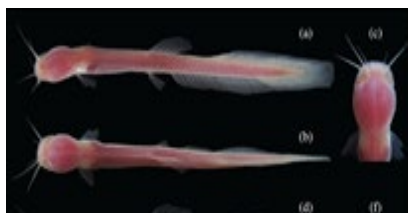
**PEZ DE LLUVIA - *Pterolebias longipinnis*
Amenazas: Suceptible a cambios en
regímenes hídricos**



**PACÚ - *Colossoma macropomun*
Amenazas: Sobrepesca, destrucción de
bosques ribereños, ESPECIE AMENAZADA:
VU**

ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE FAUNA

- Diseñar e implementar un programa de monitoreo participativo de la pesca: establecer un programa que permita determinar tendencias de captura y medir el esfuerzo, como método de evaluación de la sostenibilidad del recurso.
- Promover el monitoreo de las poblaciones por especie en los ríos dentro de las cuencas.
- Desarrollar e implementar un programa de sensibilización para pescadores y lugareños, con la finalidad de evitar la sobreexplotación del recurso de vida silvestre y promover el respeto a la época de veda.
- Promover la realización de estudios de especies de peces anuales en la zona de inundación de los ríos y en la sabana de inundación (*Pterolebias longipinnis*, Pez de Lluvia).
- Impulsar la conservación de los bosques ribereños y la biodiversidad que albergan, haciendo cumplir las normas que restringen la deforestación de las riberas de los ríos y generando normas locales que prohíban deforestar los bosques ribereños.
- Impulsar la realización de estudios de especies de peces freatófilos, que tienen pocos registros (*Phreatobius sanguijuela*, Bagre sanguijuela).
- Promover la elaboración y aprobación de planes de manejo de la pesca de río con la participación de las comunidades locales, para su aprovechamiento.



BAGRE SANGUIJUELA - *Phreatobius sanguijuela*
ESPECIE AMENAZADA: VU



PETA DE RÍO - *Podocnemis unifilis*
Amenazas: Extracción de huevos
ESPECIE AMENAZADA: VU



CAIMAN NEGRO - *Melanosuchus niger*
ESPECIE AMENAZADA: VU



PETA GIGANTE - *Podocnemis expansa*
Amenazas: Extracción de huevos
ESPECIE AMENAZADA: EN

Fuente: Elaboración propia.

10.2 Gestión de la información

Para la elaboración de este documento, se generaron bases de datos por especies y unidades de vegetación; en lo posible, están vinculadas a una geodatabase. Esta información constituye una línea base para poder realizar el monitoreo de cambios en la biodiversidad de las cuencas.

Se sugiere implementar mecanismos de generación y complementación de la información obtenida. Además, se propone elaborar material de difusión (folletos y material educativo) que dé a conocer la importancia de la biodiversidad en las cuencas y las funciones que cumplen.

De manera específica, sugerimos elaborar material de difusión sobre los afloramientos rocosos (lajas), donde se describa la fauna y flora únicas presentes en estos hábitats, las amenazas que enfrentan y las medidas para conservarlas.

Capítulo XI. Conclusiones

Se ha registrado una gran diversidad florística en la zona de estudio, que representa casi un 40% de la diversidad total de las zonas bajas de Bolivia. Los patrones de diversidad de familias y géneros corresponden, en general, con los patrones encontrados en otras zonas similares. Del total de especies categorizadas, solo el 9,5% presenta una categoría de amenaza alta, para las cuales deberían emprenderse tareas de protección, monitoreo e investigación de sus poblaciones.

La zona de estudio alberga 66 endemismos, 15 de los cuales son endemismos locales (es decir, son especies que solo se las encuentra en este lugar particular y no existen en ningún otro lugar del planeta). Muchos de estos endemismos están presentes en las fisonomías del cerrado y lajas, que representan importantes sitios de endemismo. Las 14 unidades de vegetación definidas en el área de estudio reflejan diferencias de clima, suelo, grado de inundación, altura sobre el nivel del mar y topografía. En la cuenca Paraguá, debido a su mayor esfuerzo de colección e investigación, se ha registrado una mayor diversidad, especies amenazadas y endemismos en comparación con las otras cuencas. Sin embargo, se espera que con un mayor trabajo de investigación en la cuenca San Martín, que tiene el mayor vacío de información y 12 unidades de vegetación, alcance valores similares de diversidad y endemismo de flora que la cuenca Paraguá. La subcuenca Zapocó cuenta con un vacío de información de solo el 26,6%, pero su diversidad de flora es inferior a las otras cuencas debido a una superficie inferior y una cantidad menor de unidades de vegetación en relación con las otras cuencas.

La zona registra un total de 411 especies de plantas utilizadas, provenientes de 92 familias. La familia con mayor cantidad de especies con uso reportado es Fabaceae (71 especies), seguida por Poaceae (22) y Annonaceae (16). La fauna registra 169 especies utilizadas, entre mamíferos (44), peces (43) y aves (22), como los grupos con mayor número de registros de uso reportados. Esto es resultado de la revisión bibliográfica de 35 referencias, que corresponden principalmente a estudios etnobotánicos y documentos técnicos de la zona, bases de datos de instituciones de investigación y conservación, y entrevistas. Aunque la mayor parte de la vegetación utilizada crece de forma silvestre, un porcentaje menor es cultivada (alrededor del 4%).

Los vacíos de información hacen evidente la necesidad de realizar más trabajos etnobiológicos en el área. Existe mucho trabajo por hacer, ya que extensas áreas no reportan colecciones de especies y menos aún de usos, por lo que existe un potencial para investigación considerable. Varias especies utilizadas también presentan una

categoría de amenaza, por lo que algunas acciones de conservación recomiendan el cultivo para restauración y aprovechamiento.

Al menos el 55% del territorio de la cuenca de Paragvá se encuentra protegido por espacios de conservación; en cambio, en el caso de San Martín, es el 57,5%. Para ambas cuencas, estos espacios de conservación se encuentran al norte, protegiendo unidades de vegetación como los bosques amazónicos de tierra firme, los bosques de Igapó, los campos de Murundú y las sabanas inundables que se encuentran en el Beni. Ecosistemas como el bosque seco chiquitano y el cerrado no cuentan con estas estrategias de conservación y son, además, las unidades menos conservadas y las que presentan más amenazas.

Las cuencas albergan una gran diversidad de fauna de vertebrados, con 1.488 especies, lo que representa el 45% de las especies presentes en Bolivia y el 59% de las especies de vertebrados presentes en el departamento de Santa Cruz. Hay 10 especies endémicas registradas para las cuencas, una corresponde a un pez (*Phreatobius sanguijuela*) y 9 son especies de reptiles. Hay 74 especies amenazadas de vertebrados, de las cuales 34 son aves, 27 mamíferos, 9 especies son reptiles y anfibios, y 2 peces.

Paragvá alberga 1.267 especies de vertebrados, mientras que San Martín registra 1.066 especies; en cambio, Zapocó, que es una subcuenca mucho más pequeña, cuenta con 376 especies. En Paragvá se encuentran 53 especies amenazadas, y el 64% de sus registros se encuentran dentro de áreas protegidas; en San Martín, son 28 especies amenazadas, y el 50% de sus registros se encuentran dentro de las áreas protegidas.

El bosque amazónico de tierra firme alberga la mayor riqueza de especies, con 830 en total. La cuenca Paragvá, en esta unidad de vegetación, registra 769 especies, mientras que San Martín registra 660 especies. Al sur de la cuenca, las unidades de vegetación más representativas son el cerrado y el bosque seco chiquitano, ambientes muy amenazados por la actividad agropecuaria. En el cerrado se han registrado 213 especies de animales, y en el bosque seco chiquitano, 290 especies.

El análisis de vacíos de información nos ha permitido identificar cuál es la superficie de la cuenca que cuenta con información sobre fauna. Para mamíferos, se ha evidenciado que la información se encuentra mejor distribuida si se compara con los otros grupos y que la riqueza de especies parece estar bien representada. En el caso de aves, la información se encuentra concentrada en pocas localidades, pero su riqueza parece también tener buena representatividad. Reptiles, anfibios y peces cuentan con poca información, y es evidente la necesidad de contar con más trabajos que permitan conocer mejor la riqueza de especies en estas cuencas.

Se han identificado 23 especies prioritarias para la conservación, seis de ellas son mamíferos, tres aves, ocho reptiles y cinco peces. Los criterios que se usaron para identificarlas fueron su categoría de amenaza, su endemismo y si pueden ser consideradas especies paraguas o especies bandera. Para cada especie, se han identificado sus amenazas y sus acciones de conservación.

El 52% de la superficie de los corredores propuestos para el jaguar se encuentra en buen estado de conservación; las porciones del corredor que se encuentran en mal estado de conservación atraviesan ambientes muy intervenidos, sobre todo en el cerrado y bosque seco chiquitano. Para el caso del corredor propuesto por CATIE, el 44% de su superficie se encuentra en buen estado de conservación, y las porciones peor conservadas coinciden con el sur de la cuenca Paraguá. El grado de amenaza de las cuencas de los ríos San Martín y Paraguá y la subcuenca del río Zapocó puede considerarse bajo. Las principales presiones y amenazas están ubicadas hacia la porción sur de las cuencas y subcuenca analizada.

Capítulo XII. Recomendaciones

- Establecer y planificar actividades conjuntas de investigación, educación y conservación entre las entidades científicas, como el Museo Nacional Noel Kempff Mercado, Fundación Amigos de la Naturaleza, Tropical Important Plant Areas (TIPAS) en Bolivia, Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano y entidades departamentales, así como con los gobiernos locales de las 3 cuencas.
- Impulsar el desarrollo de investigaciones etnobiológicas, principalmente de los grupos escasamente documentados, como los Guarasu'we o los Baures; para documentar de manera más precisa sus usos tradicionales, el estado de las poblaciones de las especies utilizadas y proponer, de ser necesario, medidas de conservación y de aprovechamiento sostenible.
- Fomentar el uso sostenible de las especies que son aprovechadas, a través de actividades educativas y material de difusión, principalmente de aquellas especies silvestres que tienen mayor presión de uso en sus poblaciones naturales.
- Revalorizar las especies subutilizadas y los parientes silvestres de cultivos.
- Promover Sistemas Agroforestales (SAF) orgánicos y sostenibles para la producción sostenible de especies a fin de evitar la sobreexplotación en las poblaciones naturales.
- Impulsar la elaboración de normas que regulen la explotación de plantas silvestres, más aún si estas se encuentran catalogadas bajo algún riesgo de extinción.
- Promover el diálogo de saberes entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico alrededor de las especies de plantas utilizadas.
- Formular e implementar estrategias de conservación y uso sostenible de especies.
- Apoyar la gestión de los Jardines Botánicos, viveros y huertas, en donde se puedan conservar las especies que existen en los territorios indígenas y en las áreas protegidas, como puntos focales para la conservación de especies vegetales.
- Fortalecer la gestión de las áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad y de los conocimientos tradicionales.
- Diseñar e implementar un sistema de monitoreo basado en el seguimiento de las actividades antrópicas utilizadas en el análisis multicriterio que permita el monitoreo periódico del grado de amenaza y cambios reportados en el presente estudio. Este sistema debería usar protocolos internacionales de compilación, almacenamiento de información e intercambio de información estandarizada sobre biodiversidad.

Bibliografía

13.1 Bibliografía del capítulo flora

- Beck, S.G. 2014. Las regiones y zonas de vegetación. 127(1): 3–20. En: Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck (Eds.), Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Beck, S. & C. Beck. 2016. Contribuciones a la flora y vegetación de la provincia Iténez, departamento Beni-Bolivia. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica 9(1): 57-79.
- Cabral, E.L., L.M. Miguel & J.D. Soto. 2012. Dos especies nuevas de *Borreria* (Rubiaceae) y sinopsis de las especies en Bolivia. Brittonia 64(4): 394-412.
- Guillen, R., P.L. Ibisch & S. Reichle. 2002. Formaciones y comunidades de vegetación. 34-49. En: Ibisch, P.L., K. Kolumba & S. Reichle (Eds.), Plan de conservación y desarrollo sostenible para el bosque seco Chiquitano, Cerrado y pantanal Boliviano. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Ibisch, P.L., K. Columba & S. Reichle (Eds.). 2002. Plan de conservación y desarrollo sostenible para el bosque seco Chiquitano, Cerrado y pantanal Boliviano. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. 47-88. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (Eds.), Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerios de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Jørgensen, P.M., M. Nee & S.G. Beck. 2014. Resultados. 127(1): 33-76. En: Jørgensen, P.M., M.H. Nee & S.G. Beck (Eds.), Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia, Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Killeen, T.J. & M. Nee. 1991. Catálogo de las plantas sabaneras de Concepción, Depto. Santa Cruz, Bolivia. Ecología en Bolivia 17: 53-71.
- Killeen, T.J., A. Jardim, F. Mamani & N. Rojas. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. Journal of Tropical Ecology 14(6): 803-827.
- Killeen, T.J. & T.S. Schulenberg (Eds.). 1998. A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. RAPWorking Papers 10, Conservation International, Washington, D.C. 372 p.
- Mamani, F., P. Pozo, D. Soto, D. Villarroel & J.R.I. Wood. 2010. Libro Rojo de las Plantas de los Cerrados del Oriente Boliviano. Santa Cruz, Bolivia. 153 p.
- Mamani, F., P. Pozo, D. Soto, D. Villarroel & J.R.I. Wood. 2011. Guía Darwin de las plantas de los Cerrados de la Chiquitanía. Santa Cruz, Bolivia. 212 p.

- Martínez, M.T., R. Ledezma, V. Miranda, A.W. Quevedo & M. López-Meruvia. 2020. Plantas forrajeras nativas del Pantanal - ANMI San Matías. Guía Ilustrada. Fundación Noel Kempff Mercado & Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz. 76 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Aguas. 2020. Libro Rojo de Plantas Amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia. Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia. 625 p.
- Miserendino, R.S. 2011. Propuesta técnica para la creación de la Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. Santa Cruz, Bolivia. 78 p.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia. 719 p.
- Navarro, G. 2011. Clasificación de la vegetación de Bolivia. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz. 713 p.
- Ulloa Ulloa C, P. Acevedo-Rodríguez, S. Beck, M.J. Belgrano, R. Bernal, P.E. Berry, L. Brako, M. Celis, G. Davidse, R.C. Forzza, S.R. Gradstein, O. Hokche, B. León, S. León-Yáñez, R.E. Magill, D.A. Neill, M. Nee, P.H. Raven, H. Stimmel, M.T. Strong, J.L. Villaseñor, J.L. Zarucchi, F.O. Zuloaga, P.M. Jørgensen. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358(6370): 1614-1617.
- Vargas, I., T.R. de Centurión & M. Saldías. 1994. Parcela permanente de investigación en la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. *Revista de la Sociedad de Estudios Botánicos* 1(1): 9-32.
- Villarroel, D., C.B.R. Munhoz & C.E.B. Proença. 2016. Campos y sabanas del Cerrado en Bolivia: Delimitación, síntesis terminológica y sus características fisionómicas. *Kempffiana* 12(1):47-80.
- Villegas, Z., B. Mostacedo, M. Toledo, C. Leaño, J.C. Licona, A. Alracón, V. Vroomans & M. Peña-Claros. 2008. Ecología y manejo de los bosques de producción forestal del Bajo Paraguá, Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 159 p.
- VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz. 344 p.

13.2 Bibliografía del capítulo fauna

- Acheson, N., & Davis, S. 2001. Birding in Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. *Cotinga: Journal of the Neotropical Bird Club*, (12).
- 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: e0225815.

- Aguirre, L.F., T. Tarifa, R.B. Wallace, N. Bernal, L. Siles, E. Aliaga-Rossel y J. Salazar-Bravo. 2019. Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 54(2): 107-147 p.
- Aliaga-Rossel E. 2010. Conservation of the river dolphin (*Inia boliviensis*) in Bolivia. *Biol Evol.*
- Andelman S, Fagan WF. 2000. Umbrellas and flagships: Efficient conservation surrogates or expensive mistakes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97:5954-5959.
- Ankley, G.T., S.J. Degitz, S.A. Diamond & J.E. Tietge. 2004. Assessment of environmental stressors potentially responsible for malformations in North American anuran amphibians. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58: 7-16
- Aponte, M.A. 2021. Impacto de incendios forestales en aves del Bosque Seco Chiquitano. Informe Técnico. Proyecto Bases del conocimiento para la restauración. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz, Bolivia, 85 pag.
- Areta J., Depino E., Salvador S., Cardiff S., Epperly K. & Holzmann I. 2019. Species limits and biogeography of Rhynchospora sparrows. *Journal of Ornithology* 160: 973-991.
- Arispe, R & C. Venegas. 2015. Densidad poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la Unidad de Manejo Forestal CINMA. San Martín, en el Bajo Paraguá. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado & Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 36p.
- Beissinger, S. R., J. M. Reed, J. M. Wunderle, Jr., S. K. Robinson y D. Finch. 2000. Report of the AOU Conservation Committee on the Partners in Flight species prioritization plan. *The Auk*, 117(2):549–561.
- Berger, L., R. Speare, P. Daszak, D.E. Green, A.A. Cunningham, C.L. Goggin, R. Slocombe, M.A. Ragan, A.D. Hyatt, K.R. McDonald, H.B. Hines, K.R. Lips, G. Marantelli & H. Parkes. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy Sciences* 95: 9031–9036.
- Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology*. 11: 69-78.
- BirdLife International. 2018. El Estado de conservación de las aves del mundo: tomando el pulso de nuestro planeta. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International.
- Burrowes, P.A. & I. De la Riva. 2017. Unraveling the historical prevalence of the invasive chytrid fungus in the Bolivian Andes: implications in recent amphibian declines. *Biological Invasions* 19: 1781–1794.
- Butchart, S., A. Stattersfield, J. Baillie, L. Bennun, S. Stuart, H. Akcakaya, C. Hilton-Taylor & G. Mace. 2005. Using red list indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 255–268.
- Calderón-Acevedo, C., N. Muchhala. 2020. First report of the Broad-toothed Tailless Bat, *Anoura latidens* Handley, 1984 (Chiroptera, Phyllostomidae), in Bolivia. *Check list, the journal of biodiversity data*, 16(6): 1545-1550.

- Camacho D. 2019. Primer registro del Pato overo *Mareca sibilatrix* en Bolivia. Cotinga 41:22-23.
- Centro Geoespacial para la Biodiversidad de Bolivia. 2021. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz, Bolivia.
- Colección Boliviana de Fauna. 2021. Base de datos de la Colección Científica de Aves colectadas en los dptos. Del Beni y Santa Cruz. Collen, B., J. Loh, S. Whitmee, L. McRae, R. Amin & J. Baillie. 2009. Monitoring change in vertebrate abundance: the living planet index. Conservation Biology 23: 317–327.
- Cox, G. & Arias, S. en FAN, W. 1994. Plan de manejo de la Reserva de Vida Silvestre de Río Blanco y Negro. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) y Wildlife Conservation Society (WCS). Santa Cruz, Bolivia.
- Cox, G., Cox, J., Parker, TA III & Rocha O., O. 1992. Las aves y los mamíferos de Perseverancia. Ecología en Bolivia, Documentos, Ser. Zool. 1: 1-15.
- Caro T, Engilis A, Fitzherbert E, Gadner T. 2004. Preliminary assessment on the flag-ship species concept at a small scale. Anim.Cons. 7: 63-70.
- Camilo A. Calderon y N. Muchala. 2021. First report of the Broad-toothed Tailless Bat, Anoura latidens Handley, 1984 (Chiroptera, Phyllostomidae), in Bolivia. Check list: the journal of biodiversity data 16 (6), pag. 1545-1550
- Carignan V, Villard M. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. Env. Monit. Assess. 78: 45-61.
- Carter, M. F., W. C. Hunter, D. N. Pashley y K. V. Rosenberg. 2000. Setting conservation priorities for landbirds in the United States: The Partners in Flight approach. The Auk, 117(2):541-548.
- Caro T, O'Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. Cons. Biol. 13: 805-814.
- Cochrane, M. 2003. Fire science for rainforests. Nature, 421, 913–919.
- De la Riva, I. & S. Reichle. 2014. Diversity and conservation of the amphibians of Bolivia. Herpetological Monographs 28: 46–65.
- Espinoza, D. 2020. Guía de aves del Centro de Estudios del Bosque Seco Tropical Alta Vista y alrededores. Programa de Estudios del Bosque Seco Tropical. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. Santa Cruz, Bolivia. 177 pp.
- Espinoza, D. & Pantoja S. en Plaza Hidalgo, C. I., Robledo Orellana, A. B., & Roth Surubi B. N. (Eds.). 2020. Efectos del Fuego sobre la Flora y la Fauna del Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfil, Provincia Velasco, Santa Cruz, Bolivia. Carrera De Biología. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano.
- Estado Plurinacional de Bolivia. 2016. Plan de desarrollo económico y social en el marco del desarrollo integral para vivir bien 2016 – 2020. La Paz: Ministerio de Planificación del Desarrollo
- FAN. 2019. Incendios Forestales en Bolivia 2019. Doc. Fundación Amigos de la Naturaleza p
- FUNDACIÓN NATURA BOLIVIA – FNB. 2020. Análisis de la tenencia de la tierra de la Reserva Forestal Bajo Paraguá.

- Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino M, Koch F, Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15 : 3949-3969
- Fellers, G.M., L.L. McConnell, D. Pratt & S. Datta. 2004. Pesticides in mountain yellow-legged frogs (*Rana muscosa*) from the Sierra Nevada mountains of California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 2170–2177.
- Fernández, M., L.M. Navarro, A. Apaza-Quevedo, S.C. Gallegos, A. Marques, C. Zambrana-Torrel, F. Wolf, H. Hamilton, A.J. Aguilar-Kirigin, L.F. Aguirre, M. Alvear, J. Aparicio, L. Apaza-Vargas, G. Arellano, E. Armijo, N. Ascarrunz, S. Barrera, S.G. Beck, H. Cabrera-Condorco, C. Campos-Villanueva, L. Cayola, N.P. Flores-Saldana, A.F. Fuentes, M.C. García-Lino, M.I. Gómez, Y.S. Higuera, M. Kessler, J.C. Ledezma, J.M. Limachi, R.P. López, M.I. Loza, M.J. Macía, R.I. Meneses, T.B. Miranda, A.B. Miranda-Calle, R.F. Molina-Rodríguez, M. Moraes, M.I. Moya-Díaz, M. Ocampo, H.L. Perotto-Baldivieso, O. Plata, S. Reichle, K. Rivero, R. Seidel, L. Soria, M.R. Terán, M. Toledo, F.S. Zanteno-Ruiz & H.M. Pereira. 2015. Challenges and opportunities for the Bolivian biodiversity observation network. *Biodiversity* 16: 86–98.
- Flores, B., Rumiz, D. I., & Cox, G. 2001. Avifauna del bosque Semideciduo Chiquitano (Santa Cruz, Bolivia) antes y después de un aprovechamiento forestal selectivo. *Ararajuba*, 9(1), 21-31.
- Flores, B., & Martínez, A. 2007. Monitoreo de aves de sotobosque en bosques con diferentes intensidades de aprovechamiento forestal (No. CIDAB-S934. B6-F4m). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR II Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Herrera, J. C. (2000). Evaluación Rápida de Fauna Silvestre en Áreas de Producción Forestales: Estudios de Caso. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. BOLFOR.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Herrera, J. C. 2000. Evaluación Rápida de Fauna Silvestre en Áreas De Producción Forestales: Estudios De Caso. Documento Técnico 85/2000. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR.
- Herzog S.K., R.S. Terrill, A.E. Jahn, J. V. Remsen, O. Maillard Z. V.H. García-Solís, R. MacLeod, A. McCormick & J.Q. Vidoz. 2017. Aves de Bolivia: Guía de Campo. Asociación Armonía. Santa Cruz de la Sierra. 501 p.
- Houlahan J.E., C.S. Findlay., B.R. Schmidt., A.H. Meyer & S.L. Kuzmin. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404: 752–755.
- Hyne, R.V., S. Wilson & M. Byrne. 2009. Frogs as bioindicators of chemical usage and farm practices in an irrigated agricultural area. Final report to land & water Australia. Sydney, Australia. 31p.
- IUCN 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Joseph, L. N., R. F. Maloney y H. P. Possingham. 2009. Optimal Allocation of Resources among Threatened Species: a Project Prioritization Protocol. *Conservation Biology*, 23(2):328–338.

- Killeen, T. J., and T. S. Schulenberg (Editors). 1998. A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. RAP Working Papers 10, Conservation International, Washington, D.C. EPrinted on recycled paper.
- Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342 (15 November): 850–53.
- Knowlton W. 2016. Sharp-tailed Sandpiper *Calidris acuminata* in Bolivia: first documented record for South America. *Cotinga* 38: 20-22.
- Lane, D. F., M. Aponte Justiniano, R. S. Terrill, F. E. Rheindt, L. B. Klicka, G. H. Rosenberg, C. J. Schmitt, and K. J. Burns. 2021. A new genus and species of tanager (Passeriformes, Thraupidae) from the lower Yungas of western Bolivia and southern Peru. *Ornithology* 138, 1-17.
- La Región. 2022. <https://www.laregion.bo/san-simon-alistan-nuevas-denuncias-para-frenar-la-explotacion-ilegal-de-oro-y-manganeso-en-una-de-las-serranias-mas-ricas-de-la-amazonia-boliviana/>
- Maillard, O., R. Anívarro, Roberto Vides-Almonacid & Weimar Torres. 2018. Estado de conservación de los ecosistemas de las serranías chiquitanas: Un caso de estudio de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN en Bolivia. *Ecología en Bolivia* 53 (2) pag. 128-149.
- Maillard, O. 2019. El impacto de la infraestructura vial en ecosistemas de alta fragilidad, el caso de la construcción de una carretera en el norte chiquitano., En: Inturias, M., K von Stosch, H. Baldelomar y I. Rodríguez (Eds.), *Bolivia- desafíos socioambientales en las tierras bajas*. Instituto de Investigación Científica Social (IICS) de la Universidad NUR. Editorial NUR.
- Maillard, O., R. Vides-Almonacid, M. Flores-Valencia, R. Coronado, P. Vogt, S.M. Vicente-Serrano, H. Azurduy, R. Anívarro & R.L. Cuellar. 2020. Relationship of forest cover fragmentation and drought with the occurrence of forest fires in the Department of Santa Cruz, Bolivia. *Forests* 11(9): Art. 910, 1-16.
- March, I. J., M. de los Á. Carvajal, R. M. Vidal, J. E. San Román y G. Ruiz. 2009. Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad. En *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 545-573.
- Marsh, D.M. & P.B. Pearman. 1997. Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of Leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conservation Biology* 11: 1323–1328.
- Matthew B., Hiller A., Rumiz D., Herzog-Hamel N. & Herzog S. 2019. First Bolivian record of Laughing Gull *Leucophaeus atricilla*, and two noteworthy records of *Fulica* coots from Laguna Guapilo, dpto. Santa Cruz. *Cotinga* 41: 98-100.
- MECN. 2010. Serie herpetofauna del Ecuador: El Chocó Esmeraldeño. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito, Ecuador. Monografía 5: 1–232.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2018. Política y Estrategia Plurinacional de Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad. Estado Plurinacional de Bolivia. 120 páginas.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia. 571 pp.

- Mittermeier, R.A., P. Robles Gil y C.G. Mittermeier. 1997. Megadiversity, Mexico: CEMEX.
- Miserendino, R. S. 2011. Propuesta Técnica para la Creación de la Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción, Municipio de Concepción, Provincia Ñuflo De Chávez. Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano.
- Noss, A. L. Villalba y R. Arispe. Familia Felidae. En: Wallace, R., H. Gómez, Z. Porcel y D. Rumiz (Editores). 2010. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. 884 p.
- Noss R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Cons. Biol. 4:355-364.
- Pacheco, Luis F., Quispe-Calle, Lineth C., Suárez-Guzmán, Fabiola A., Ocampo, Mauricio, & Claire-Herrera, Ángel J. 2021. Muerte de mamíferos por los incendios de 2019 en la Chiquitania. Ecología en Bolivia, 56(1), 4-16. Recuperado en 08 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282021000100002&lng=es&tlng=es.
- Poma-Urey, J.L., L.H.S. Acosta & R.C. Paca. 2020. Presencia de *Micronycteris sanborni* Simmons, 1996 (Chiroptera, Phyllostomidae) en Bolivia. *Kempffiana* 16(1): 49-59.
- Poma-Urey, J.L., L.H. Acosta, M.R. Ingala, S.G. Revollo, M.A. Meza, S. Gutiérrez-Cruz, J.C. Zabala-Pedraza, M. Peñaranda & J. Salazar-Bravo. 2021. Nueva especie de *Peropteryx* (Chiroptera: Emballonuridae) para Bolivia. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos* 3: e321.2.5
- Parker III, T. A., & Rocha, O. 1991. La avifauna del Cerro San Simón, una localidad de campo rupestre aislado en el Depto. Beni, noreste boliviano. *Ecol. Boliv*, 17, 15-29.
- Pinto-Ledezma, J. N., Rivero, K., Acosta, L., Aponte, M., Gonzales, L., & Osinaga, K. 2010. Fauna de vertebrados de la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz de la Sierra.
- Quiroga, D.; N. Araujo; S. Espinoza; D.M. Larrea-Alcázar. 2012. Prioridades de Conservación de la Biodiversidad del Departamento de Santa Cruz. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Dirección de Áreas Protegidas (DIAP), Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (SDSyMA) del Gobierno Departamental Autónomo de Santa Cruz, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
- Roberger J, Angelstam P. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Cons. Biol.* 18: 76-85
- Salazar-Bravo, J., T.L. Yates, & M. Zalles. 2002. Los Mamíferos de Bolivia. Pp. 65-113, In: G. Ceballos and J. Simmoneti (eds.) *Diversidad y Conservación de los Mamíferos de Latino América*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Santivañez, JL; Baqueros, F; Justiniano A; Paredes, Montaña, ME; Riglos, MS. 2009. Inventariación de elementos de conservación en situación de riesgo y de atención prioritaria: Parque Departamental y Área Natural de Manejo Integrado Iténez. OAPN. Santa Cruz, Bolivia. 200 pp.
- Siles Lizette *et al.* 2021. First record of *Peropteryx pallidoptera* (Chiroptera: Emballonuridae) in Bolivia. *Therya Notes* Vol. 2, Pag. 51-55.

- Siles Lizettey R. Wallace 2021. First record of the rare bat *Gardnerycteris koepckeae* (Gardner & Patton, 1972) (Chiroptera, Phyllostomidae) in Bolivia. Check list: the journal of biodiversity data 17 (1), pag. 1-6.
- Tarifa, T. y L. F. Aguirre. Capítulo 6: Mamíferos. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009. Libro Rojo de la fauna silvestre de los vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Tavera G, Portocarreyo Aya M, Salinas A, Crespo A, Trujillo FM, Van Damme PA, Becerra P. 2011. Tasas de encuentro de *Inia boliviensis* (CETACEA: INIIDAE) en los ríos mamoré e Iténez (Amazonía boliviana). In: Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (eds) INIA, Cochabamba, Bolivia, p 53–64.
- Ten, S., Liceaga, I., González, M., Jiménez, J., Torres, L., Vázquez, R. & Padial, J. M. 2001. Reserva inmovilizada Iténez: Primer listado de vertebrados reserva inmovilizada Iténez: Initial list of vertebrates. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 10, 81-110.
- Townsend, W., & Rivero, K. 2003. Biodiversidad de la TCO Guarayos. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Fundación amigos del museo de historia natural Noel Kempff Mercado. Liz Claiborne and Art Ortenberg Foundation. Santa Cruz, Bolivia.
- Venegas, C., Rumiz, DI, Angulo, S. y Rivero, K. 2010. Censo de jaguares (*Panthera onca*) y otros mamíferos con trampas cámara en la propiedad Alta Vista del Bosque Seco Chiquitano. Informe Técnico WCS-FCBC-Museo NKM, Santa Cruz.
- Vides, R. 2016. El futuro de la biodiversidad de Santa Cruz hacia el 2061. IX Jornadas Cruceñas sobre investigación, INVESTIGACRUZ 2016"
- Vidoz, J. Q., Jahn, A. E., & Mamani, A. M. 2010. The avifauna of Estación Biológica Caparú, Bolivia. Cotinga, 32, 51-68.
- Villarroel, D.; Pinto-Viveros, M. & Sainz, L. (edit). 2021. Evaluación de impactos ecológicos en áreas afectadas por quemas e incendios en la Amazonía, Bosque Seco Chiquitano y el Pantanal boliviano: monitoreo y diagnóstico integral de los impactos generados por los incendios. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) & World Wildlife Fund (WWF Bolivia). Santa Cruz.
- Vitt, Laurie J. & Caldwell, J.P. 2014. Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles. Fourth edition. Elsevier Inc. London, UK. 757p.
- Vos, V.A., S.C. Gallegos, S. Czaplicki-Cabezas & C. Peralta-Rivero. 2020. Biodiversidad en Bolivia: Impactos e implicaciones de la apuesta por el agronegocio. Mundos Rurales 15(1): 25-48.
- Wallace, R., H. Gómez, Z. Porcel y D. Rumiz. 2010. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. 884 p.

13.3 Bibliografía del capítulo Etno y Agrobiodiversidad

- Alvarez, D.A. 2014. Las especies vegetales promisorias: caso del Departamento de Antioquia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Medellín, 45p.
- Bravo, M., M.I. Arteaga & F. F. Herrera. 2017. Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 16(4):347-360.
- FCBC. 2011. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) de San Ignacio de Velasco 2009-2019. Aprobado por Ordenanza Municipal N° 037/2010. Proyecto regional Conservación y Desarrollo forestal de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano (Bolivia y Paraguay). Mancomunidad de Municipios. Santa Cruz. Bolivia. 324 p.
- García, K. & A. Urioste. 2013. Aprovechamiento sostenible de frutos de asaí en el Bajo Paraguá, Comunidad Porvenir. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Navarro, G. & N. De la Barra. 2020. *Echinopsis hammerschmidii* Cárdenas. Pp. 413-414. En: Libro Rojo de Plantas Amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia. Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia.
- Padulosi, S. & I. Hoeschle-Zeledon. 2004. ¿A qué denominamos especies subutilizadas? LEISA, Rev. Agroecol. 6:8.
- PDM de Baures. 2012. Plan de desarrollo municipal. Provincia Itenez. Segunda sección Baures. Baures. 103p.
- Salazar-Barrientos, L. D. L., Magaña-Magaña, M. Á., Aguilar-Jiménez, A. N., & Ricalde-Pérez, M. F. (2016). Factores socioeconómicos asociados al aprovechamiento de la agrobiodiversidad de la milpa en Yucatán. Ecosistemas y recursos agropecuarios 3(9): 391-400.
- Toledo, M. 1996. Etnobotánica de los Chiquitanos de la región de Lomerío, en Santa Cruz, Bolivia. Ecología en Bolivia, (27), 31-42.
- VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz. 344 p.

13.4 Bibliografía de los capítulos de amenazas, estado de conservación, funciones ambientales y corredores de fauna.

- Administradora Boliviana de Carreteras (ABC). 2020. Red vial fundamental fundamental, <http://www.abc.gob.bo>.
- Araujo, N., R. Müller, C. Nowicki & P.L. Ibisch (Eds.). 2010. Prioridades de Conservación de la Biodiversidad de Bolivia. SERNAP, FAN, TROPICO, CEP, NORDECO, GEF II, CI, TNC, WCS, Universidad de Eberswalde, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Barral, M. (2016) Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos con ECOSER, versión 2.1.

- Domic, E. (2021) Índice de Influencia Humana en los Ecosistemas del Estado Plurinacional de Bolivia. Tesis Maestría Ecología y Conservación. Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Global Forest resources assessment 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Ibisch, P., J.C. Chive, S., Espinoza & N. V. Araujo. 2003. Estado de conservación de la biodiversidad. Pp. 264–296, En: P. Ibisch & G. Mérida (Eds.) Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación, Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz, Bolivia.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2012) Censo Nacional de Población y Vivienda 2012, <https://www.ine.gob.bo>.
- Latterra, P., Barral, P., Carmona, A. & Nahuelhual, L. 2015. ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA, 56 p.
- Latterra, P., Barral, P., Carmona, A., Nahuelhual, L. 2016. Focusing Conservation Efforts on Ecosystem Service Supply May Increase Vulnerability of Socio-Ecological Systems. PLoS ONE 11(5): e0155019.
- Larrea-Alcázar, D.M. & Roque-Marcá, N. 2016. Funciones Ambientales. Pp. 395-407. En: La biodiversidad de los ayllus del norte de Potosí y sudeste de Oruro, Bolivia: Conocimiento actual, usos y potencialidades, La Paz, Bolivia. 424 p.
- Ledezma, J.C. 2007. Mapa de intervención humana en Bolivia. Conservación Internacional - Bolivia. La Paz, Bolivia. Link: <https://bit.ly/3tyyi17>
- Müller, R., D. Müller, F. Schierhorn & G. Gerold. 2011. Spatiotemporal modeling of the expansion of mechanized agriculture in the Bolivian lowland forests. Applied Geography 31: 631-640.
- Müller, R., D. Müller, F. Schierhorn, G. Gerold & P. Pacheco. 2012. Proximate causes of deforestation in the Bolivian lowlands – an analysis of spatial dynamics. Regional Environmental Change 12: 445-459.
- Müller, R., D.M. Larrea-Alcázar, S. Cuéllar & S. Espinoza. 2014. Causas directas de la deforestación reciente (2000-2010) y modelado de dos escenarios futuros en las tierras bajas de Bolivia. Ecología en Bolivia 49: 20-34.
- NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems and U.S./Japan ASTER Science Team. 2019. ASTER Global Digital Elevation Model V003. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 2021-10-01 from <https://doi.org/10.5067/ASTER/ASTGTM.003>.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2009. Biogeografía y mapa biogeográfico de Bolivia. pp. 23-29. En: VMABCC-Biodiversity International, Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. Plural Editores, La Paz. Navarro, G. (2011). Clasificación de la vegetación de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simon I. Patiño, Santa Cruz. 713 p.
- Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanaya, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'Amico, I. Itoua, H.E. Trand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnut, T.H. Ricketts, Y. Kura,

- J.F. Lamoreaux, W.W. Wettengel, P. Hedao & K.R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience* 51: 933-938.
- Pekel, J. F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 540: 418-422.
- Potapov, P., Li, X., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Hansen, M. C., Kommareddy, A., & Hofton, M. 2021. Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data. *Remote Sensing of Environment* 253: 112165.
- Quiroga, D., N Araujo, S. Espinoza & D.M. Larrea-Alcázar. 2011. Estudio de Identificación de Prioridades de Conservación para el Sistema Departamental de Áreas Protegidas (Proy. Fortalecimiento Gestión, Control, Monitoreo de Áreas Protegidas, Dpto. Santa Cruz). Informe Final de Consultoría. Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG). 2021. Proyecto MapBiomás Amazonía- Colección 1.7.0 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de la Amazonía, adquirido el 31/10/2021 a través del enlace: <https://code.earthengine.google.com/29d45d30a486b0170814d477292d240e>



Cofinanciado por la Unión Europea



Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**PAISAJES
RESILIENTES**

SCZ

Gobierno
Autónomo
Departamental
Santa Cruz

