

**Hábitats amenazados y prioritarios para la conservación en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia**

**Threatened and priority habitats for conservation in the Chiquitano Dry Forest ecoregion, Santa Cruz, Bolivia**

Maira T. Martínez-Ugarteche<sup>1,2\*</sup>, Daniel Villarroel<sup>1,3,4</sup>, Marisol Toledo<sup>1,5</sup>  
Gilka Michme<sup>6</sup> & Bente B. Klitgaard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbario del Oriente Boliviano (USZ), Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado/UAGRM, Av. Irala 565, Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup>Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AE, Reino Unido

<sup>3</sup>Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Km. 7 ½ Doble Vía La Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

<sup>4</sup>Universidad Católica Boliviana, Unidad Académica Santa Cruz, Campus UCB, Km. 9 ½ Carretera al Norte, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

<sup>5</sup>Carrera de Biología, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, El Vallecito Km. 9 carretera al Norte, Santa Cruz, Bolivia

<sup>6</sup>Área de Geografía, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado/UAGRM, Av. Irala 565, Santa Cruz, Bolivia

\*[mmartinezugarteche@gmail.com](mailto:mmartinezugarteche@gmail.com); [m.martinez@kew.org](mailto:m.martinez@kew.org); [mmartinez@museonoelkempff.org](mailto:mmartinez@museonoelkempff.org)

**Resumen:** En el presente estudio, mediante la aplicación de los criterios y categorías de la Lista Roja de ecosistemas de la UICN, se determinó el riesgo de colapso de los hábitats que integran la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano. Para este fin se realizó: i. la delimitación de los principales hábitats; ii. la cuantificación de la cobertura vegetal perdida y quemada hasta el 2020, así como la superficie dentro de áreas de conservación y sitios TIPAs; iii. el análisis sobre la estructura de la cobertura del paisaje; y iv. la cuantificación de la cantidad de especies endémicas y en peligro de extinción que habitan dentro de estos hábitats. Dentro del área de estudio, un total de ocho hábitats fueron identificados y agrupados en formaciones boscosas, formaciones sabánicas y fisonomías campestres. De estos, cinco están En Peligro Crítico de extinción (CR), porque alcanzaron umbrales para el subcriterio que representa su mayor amenaza; en el caso del Bosque Húmedo, debido a sus niveles de fragmentación y disminución del tamaño de sus parches; mientras que, Campos, Campos rupestres, Sabanas y Sabanas rupestres por la severidad de incendios ocurridos en su interior. Dos hábitats se encuentran En Peligro (EN), el Bosque Subhúmedo, que presentó considerables niveles de fragmentación y disminución de sus parches, contrario a las Lajas y cúpulas, situadas en esta categoría, debido a su baja área de ocupación y distribución restringida. Un hábitat, el Bosque Seco, se encuentra como Vulnerable (VU) por sus niveles altos de fragmentación, disminución de sus parches y reducción en su extensión o distribución. De los ocho hábitats delimitados, seis tienen menos del 40% de su superficie total dentro de áreas de conservación legalmente establecidas. Añadido a esto, 133 especies endémicas que se encuentran dentro de la ecorregión están en riesgo de extinción y otras 16 no cuentan con una evaluación. De estas, 40 especies son endémicas nacionales, 38 endémicas ecorregionales y 71 son de rango restringido a uno de los hábitats identificados para la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano. A través de la implementación de la red de sitios TIPAs, la superficie bajo resguardo de los hábitats está incrementada y al mismo tiempo se identifican zonas con vacíos de conservación, en las cuales crecen gran parte de las especies en riesgo de extinción.

**Palabras claves:** distribución, endemismo, fragmentación, incendios, riesgo de extinción, sitios TIPAs.

**Abstract:** By applying the criteria and categories for the IUCN Red List of ecosystems, we studied the habitats that make up the Chiquitano ecoregion; and their risks of collapse were determined. To this end, the following analyses were carried out: i. the circumscription and delimitation of the main habitats; ii. quantification of lost and burned vegetation cover until 2020, including the areas within conservation areas and TIPAs sites; iii. the structure of the landscape cover was analysed; and iv. the number of endemic and endangered species that inhabit the habitats was quantified. A total of eight habitats were identified. Of these five are Critically Endangered (CR), since they meet thresholds for the subcriteria that represents their greatest threat. In the case of the Humid Forest this is due to their levels of fragmentation and decrease in the size of their are of extent, while for Campos, Campos rupestres, Savannas and Savannas rupestres this area of extent is due to the severity of wildfires that occurred in these habitats. Two habitats are in Danger (EN) – 1) the Subhumid Forest, which presented considerable levels of fragmentation and decrease of its patches; 2) contrary to this the Lajas and Domes are in this category owing to their small area of occupation (AOO) and restricted distribution. The eighth habitat, the Chiquitano Dry Forest, is Vulnerable (VU) due to its levels of fragmentation, decrease in areas and reduction in its extension or distribution. Of the eight habitats circumscribed, six have less than 40% of their total area within legally established conservation areas. Added to this, 133 endemic species found within the ecoregion are at risk of extinction and another 16 do not have an assessment. Of these 40 species are national endemic, 38 ecoregional endemics and 71 are restricted to one of the habitats identified for the Chiquitano Dry Forest ecoregion. Through the implementation of the network of TIPA sites, the area under protection of habitats is increased. However, at the same time areas with conservation gaps are identified, where many species at risk of extinction grow in the native habitats.

**Key words:** distribution, endemism, extinction risk, fires, fragmentation, TIPA sites.

## INTRODUCCIÓN

El departamento de Santa Cruz es uno de los más extensos de Bolivia, con una superficie de 370.621 km<sup>2</sup>. Tiene alta heterogeneidad de ecorregiones que alberga total o parcialmente, entre las que se encuentran los Bosques Secos Montanos, Chaco, Yungas, Bosques Húmedos del Sudoeste Amazónico, Bosques húmedos Madeira-Tapajós, Yungas Andinas del Sur, Pantanal, Cerrado y el Bosque Seco Chiquitano (<https://ecoregions.appspot.com/>). Sin embargo, Santa Cruz es uno de los más afectados en cuanto a la pérdida de cobertura natural, principalmente por la deforestación de bosques, como también por la pérdida o conversión de sabanas, matorrales y humedales debido al avance de la frontera agrícola, ganadera, urbana y la apertura de caminos (Killeen *et al.* 2007, 2008, FAN 2016, Maillard *et al.* 2020a).

Los análisis y la documentación sobre las tasas de deforestación en el departamento de Santa Cruz son múltiples, y estos muestran que los periodos con mayor deforestación se han registrado en los últimos 30 años (Killeen *et al.* 2007, 2008, Müller *et al.* 2014, FAN 2016). Recientemente, Maillard *et al.* (2020a), analizaron la pérdida de cobertura natural para Santa Cruz hasta el 2019 y presentaron estimaciones futuras hasta el 2050, afirmando que la cobertura boscosa podría reducirse hasta en un 34,9%, mientras que la vegetación

herbácea/arbustiva alcanzaría una reducción de un 9,3%, en proporción a la superficie del departamento. Estas estimaciones de pérdida de cobertura podrían aumentar con los recientes sucesos de incendios forestales que vienen de la mano de actividades antrópicas. A pesar de que los registros de mayor impacto por quemas fueron del año 2010, eventos como los del año 2019 y 2020, intensifican la presión hacia las coberturas boscosas, especialmente en la región de la Chiquitania (Anívarro *et al.* 2019, Flores-Valencia & Maillard 2021). A raíz de este escenario, se han propuesto áreas estratégicas para la conservación y restauración ecológica, tomando sitios claves para especies de fauna consideradas en peligro, especies emblemáticas como el jaguar (*Panthera onca*), conectividad de áreas de conservación y ecosistemas estratégicos (WCS 2019).

A nivel mundial existen diferentes iniciativas para la conservación y protección de la biodiversidad, por ejemplo, aquellas con enfoque basados en especies como la Lista Roja de especies amenazada de la UICN (<https://www.iucnredlist.org>) o las con enfoque en áreas como los Puntos críticos de biodiversidad (Myers *et al.* 2000), las Áreas Clave para la Biodiversidad (UICN 2016), Alianza para la Extinción Cero (AZE) (Ricketts *et al.* 2005), Lista Roja de Ecosistemas de la UICN (Bland *et al.* 2016), Áreas Importantes de Aves (Soria & Hennessey 2005) Áreas Importantes de Plantas (<https://www.plantlife.org.uk/uk>) y Áreas Tropicales Importantes de Plantas (TIPAs) (Darbyshire *et al.* 2017, Martínez *et al.* 2021b). De estas iniciativas globales, solo las IPAs y TIPAs están enfocadas en plantas. Tanto los enfoques basados en especies como en áreas están fuertemente interconectados y tienen el objetivo de alcanzar la estrategia mundial de la “evaluación del estado de conservación de todas las especies de plantas conocidas”. En Bolivia se tienen identificadas las áreas de la Alianza para la Extinción Cero (AZE), sobre todo en los Andes (<https://zeroextinction.org/>), 58 Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA) distribuidas en todo el territorio nacional (Maillard *et al.* 2022) y 18 sitios TIPAs establecidos en la región de la Chiquitania (Klitgaard *et al.* 2023).

Ante el contexto de la alta pérdida de coberturas naturales y mayor incidencia de incendios forestales en la región de la Chiquitania, el presente estudio busca medir el riesgo de colapso de los principales hábitats de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano de acuerdo a los criterios de la metodología globalmente reconocida de la Lista Roja de Ecosistemas (LRE) de la UICN. Así como también se quiere conocer la relación de la superficie de cada hábitat resguardada en áreas de conservación y los recientes sitios TIPAs establecidos en la Chiquitania y al mismo tiempo, los niveles de plantas endémicas de los hábitats identificados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

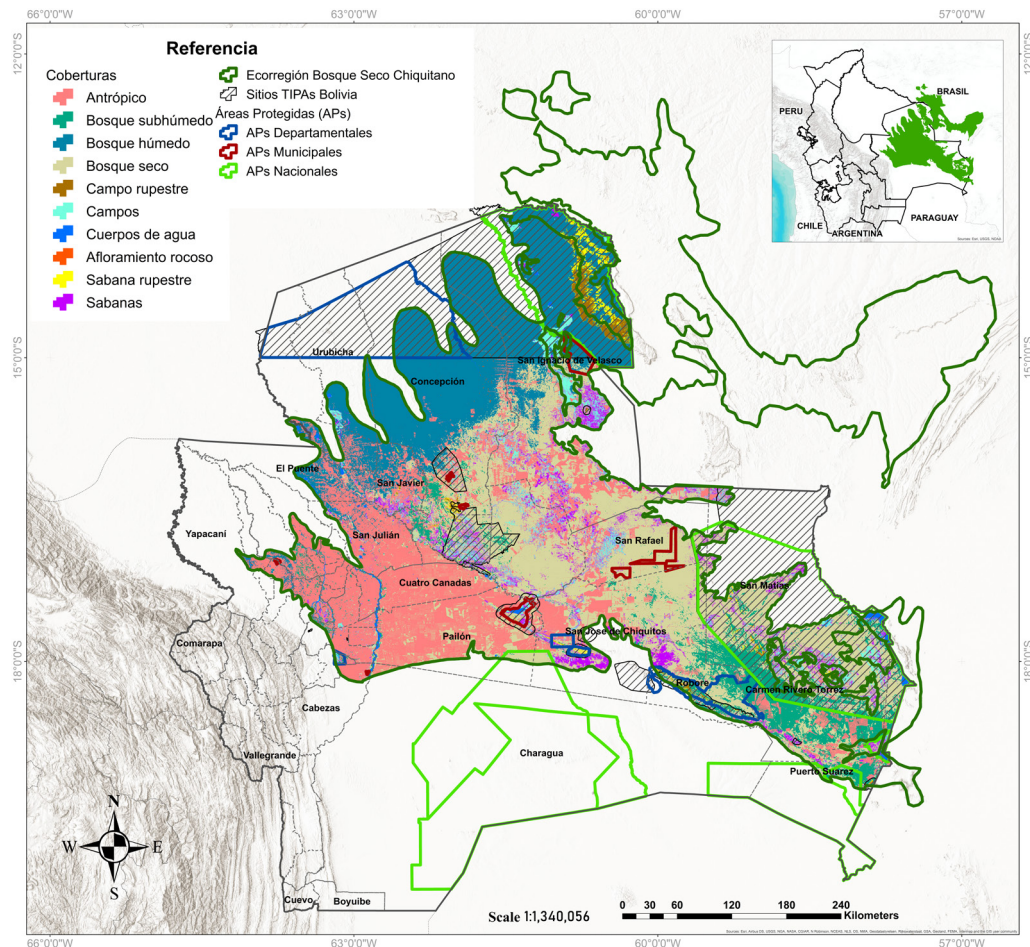
### Área de estudio

El área de estudio se extiende sobre la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, en el departamento de Santa Cruz, misma que abarca cerca de 183.537 km<sup>2</sup> de superficie solo en Bolivia, distribuyéndose también al oeste de Brasil (Figura 1). Fisiográficamente esta ecorregión se caracteriza por tener tres unidades: i) Escudo Brasileño que es la más extensa y constituye una penillanura, a veces con una topografía ondulante o plana, con variaciones de hasta 100 m de elevación, suelos profundos a escasamente profundos, o con afloramientos rocosos, cuyos sedimentos son de origen precámbrico; ii) Serranías Chiquitanas, conformada

por mesetas y cadenas montañosas, con elevaciones de hasta 1.200 m de altitud; y iii) Llanuras que se distribuyen por debajo de los 500 m de elevación, caracterizándose por su topografía plana a levemente ondulada, y suelos profundos con sustratos principalmente de origen cuaternario, encontrándose hacia el extremo oeste de la ecorregión Bosque Seco Chiquitano (Montes de Oca 1995, Aguilera 2001, Villarroel *et al.* 2016).

De manera general, la ecorregión se encuentra entre el clima húmedo de la Amazonia y el clima árido del Chaco. En el área extremo norte (transición con la Amazonia), presenta un clima cálido y húmedo, con precipitaciones anuales que oscilan entre 1.200 a 2.000 mm, 3 a 5 meses secos y una temperatura promedio anual de 23 a 25 °C; en la región central es cálido y subhúmedo, con precipitaciones anuales que oscilan entre 700 y 1.500 mm, 3 a 5 meses secos y una temperatura promedio que varía entre 21 y 28 °C; y en el extremo sur, un clima cálido y seco, con precipitaciones anuales que van de 600 a 1.400 mm, 4 a 6 meses secos y una temperatura promedio anual de 25 a 28 °C (Vides-Almonacid *et al.* 2007, Beck 2015).

La vegetación de esta ecorregión se caracteriza por ser un mosaico complejo de formaciones boscosas, sabánicas, campestres y rupestres, mismas que se intercalan en el paisaje y se distribuyen de acuerdo con las características edáficas, geológicas y climáticas (Killeen *et al.* 1990, Ibisch *et al.* 2003, Beck 2015, Villarroel *et al.* 2016).

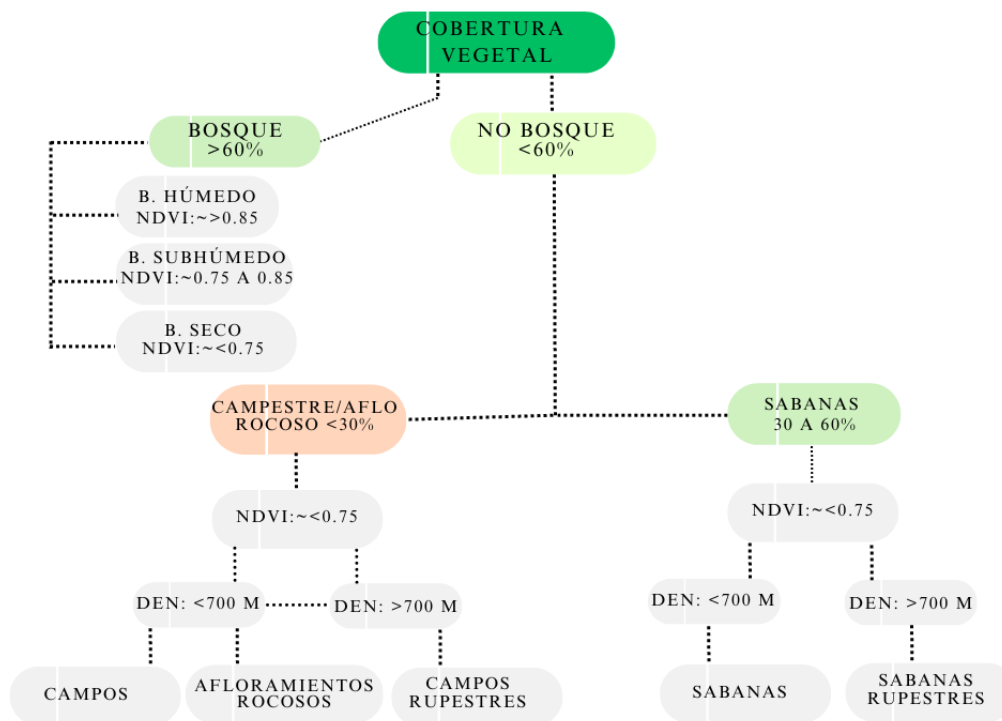


**Figura 1.** Distribución de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano en Bolivia y su relación espacial con áreas de conservación y Áreas Tropicales Importantes de Plantas (TIPAs).

## Delimitación y descripción de hábitats en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano

A partir de mesas de trabajo, con profesionales expertos de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, se identificaron hábitats importantes o prioritarios de la ecorregión, ya sea porque están con presión y/o son amenazados y por su importancia ecosistémica, tanto para la biodiversidad como para su conservación. Como resultado de las discusiones se obtuvo tres grandes grupos: 1) formaciones boscosas, 2) formación del Cerrado e 3) inselbergs; cada grupo resultó con una clasificación inicial, principales amenazas y áreas importantes para su conservación y tipo de tenencia (Anexo 1).

Basado en esta identificación inicial de hábitats, se complementó a cuatro fitofisionomías, i) formaciones boscosas, que incluyen bosques húmedos, bosques subhúmedos y bosque seco; ii) formaciones sabánicas, con sabanas típicas, ralas y densas; iii) formaciones campestres, desde húmedas, secas y rupestres; iv) y los afloramientos rocosos conformados por lajas y cúpulas graníticas (Ibisch *et al.* 2003, Beck 2015, Villarroel *et al.* 2016). La delimitación de las fitofisionomías fue realizada con base a la combinación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) usando la colección de imágenes satelitales Landsat 8 de la estación seca (mayo a octubre) del periodo 2015 a 2020, un modelo de elevación digital (DEM; Yamazaki *et al.* 2017) y la capa de densidad de la cobertura vegetal (Sexton *et al.* 2013) (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de decisiones para la delimitación espacial de las principales fitofisionomías de la región de estudio (Basado y extraído de Sexton *et al.* 2013).

## Descripción de las características florísticas y ecológicas

La descripción de las características florísticas y ecológicas en los diferentes hábitats fue realizada en base a diferentes publicaciones [(formaciones boscosas - Beck *et al.* 1993, Navarro 2002, Navarro & Ferreira 2007, Villegas *et al.* 2008, Navarro 2011, Miserendino 2011, Beck 2015); (los campos y sabanas - Killeen *et al.* 1990, Mamani *et al.* 2011, Villarroel *et al.* 2016, Martínez - Ugarteche *et al.* 2021a); (afloramientos rocosos - Killeen *et al.* 1990, Ibisch *et al.* 1995, Porembski & Barthlott 2000, Mostacedo *et al.* 2001, Porembski 2007, Pozo 2013, Villarroel *et al.* 2016, Azurduy & Maillard 2022)]. Así mismo, se apoyó esta descripción con información geológica y otras características a partir de otras publicaciones (Montes de Oca 1995, Aguilera 2001). Toda esta información bibliográfica fue complementada con trabajo de campo a través de visitas a diferentes zonas de la ecorregión.

## Situación de protección dentro de áreas de conservación y sitios TIPAs

La distribución geográfica de los hábitats, respecto a las áreas de conservación establecidas dentro de la región de estudio, fue realizada con base a la cartografía almacenada y disponibilizada en la plataforma GeoBolivia (<http://geo.gob.bo/portal/>). Mediante esta fuente de datos se identificó que, de forma parcial y/o total, 16 áreas de conservación se distribuyen total o parcialmente dentro del área de estudio (Figura 1), de las que, cuatro son de carácter nacional [Parque Nacional (PN) Noel Kempff Mercado, Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) San Matías, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PNyANMI) Otuquis y el PNyANMI Kaa Iya del Gran Chaco], cinco departamentales [Unidad de Conservación y Patrimonio Natural (UCPN) Valle de Tucabaca, UCPN Lomas de Arena, UCPN Santa Cruz la Vieja, UCPN Laguna Concepción y la Reserva de Vida Silvestre (RVS) Ríos Blanco y Negro] y siete municipales [Área Protegida Municipal (APM) El Encanto, APM San Ignacio, APM Laguna Represa Zapocó, APM San Rafael, APM Lagunas Santa Bárbara y Brava, APM Copaibo y el APM Palmera de Saó]. Además, se comparó las 18 Áreas Tropicales Importantes para Plantas (TIPAs) recientemente establecidas para la región de la Chiquitania, de las cuales, 16 se encuentran dentro de los límites de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano (Olson *et al.* 2001, Klitgaard *et al.* 2023; Figura 1).

## Endemismo y riesgo de extinción de plantas endémicas en los hábitats delimitados

El nivel de endemismo presente en la ecorregión de estudio se basó en la lista y/o base de datos del programa TIPAs de especies endémicas y raras de la Chiquitania. Este listado fue elaborado a partir de colecciones botánicas de herbarios y base de datos. Del total de registros de las diferentes especies, todas fueron georreferenciadas, verificadas y revisadas (Ver Klitgaard *et al.* 2023 en este volumen). Asimismo, la lista de especies endémicas, hábitats y nombres aceptados fueron corroborados con información bibliográfica referente a descripciones, evaluaciones de riesgo de extinción, el catálogo de Bolivia (<http://legacy.tropicos.org/Project/BC>) y Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/>).

En los análisis se consideraron tres niveles de endemismo: i) endemismo nacional, aquellas especies con distribución en cualquier hábitat de la ecorregión y otra región del país; ii)

endemismo ecorregional, especies distribuidas en más de un hábitat y únicamente dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; y iii) endémicas restringidas, aquellas especies que crecen específicamente en un tipo de hábitat y por lo tanto únicamente dentro de la ecorregión. Adicionalmente, se incorporó el riesgo de extinción global de las diferentes especies endémicas, realizado por el programa TIPAs para la región de la Chiquitania (Klitgaard *et al.* 2023) y la revisión de la Lista Roja de la UICN (<https://www.iucnredlist.org/>).

### **Dinámica espacial y temporal del paisaje**

La dinámica espacial y temporal de los cambios, pérdida o transformación de la cobertura natural que los hábitats presentaron dentro del área de estudio fue determinada para tres escenarios (hasta el año 2000, 2010 y 2020) y su relación con la pérdida o transformación de la cobertura natural a áreas antrópicas. La espacialización de las áreas antrópicas, para estos tres escenarios, fue determinada en base al consenso de los modelos de la pérdida acumulada de la cobertura vegetal natural propuesto por la Global Forest Watch (<https://www.globalforestwatch.org/>) y MapBiomos de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG; <https://amazonia.mapbiomas.org/>). El resultado del consenso de modelos (ambos basados en imágenes satelitales Landsat, resolución de pixel de 30 m), fue revisado, corregido y complementado manualmente, utilizando imágenes satelitales Sentinel 2 para el año 2020 (combinación de bandas 4, 3, 2; resolución de pixel de 10 m), y Landsat 5 para los escenarios 2000 y 2010 (combinación de bandas 3, 2, 1). Las imágenes Sentinel 2 y Landsat 5 fueron obtenidas mediante las plataformas Climate Engine (2021) y Google Earth Engine (Gorelick *et al.* 2017). Una vez generado los tres escenarios de la cobertura antrópica, se calculó la disminución de la extensión de cada uno de los hábitats identificados durante este periodo de tiempo. Los cálculos fueron realizados en el programa ArcMap v.10.4.1.

### **Histórico de incendios**

El histórico de los incendios forestales ocurridos dentro del área de estudio fue generado a partir del producto FireCCI51: MODIS Fire\_cci Burned Area Pixel Product, Version 5.1 (Lizundia-Loiola *et al.* 2020), utilizando todos los registros existentes desde el año 2000 al 2020. Con estos registros se calculó la extensión total anual de las áreas quemadas, por tipo de hábitats y su respectiva frecuencia de incendios (cantidad de veces quemadas durante los últimos 20 años).

### **Criterios y umbrales UICN - Estado de conservación de los hábitats**

La determinación del estado de conservación de los hábitats, identificados en la ecorregión de estudio, fue realizada en base a los criterios propuestos por las Directrices para la Aplicación de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN (Bland *et al.* 2016). Estos criterios, mediante la combinación de una serie de variables (presiones y amenazas), permite clasificar a los hábitats en al menos una de las siete categorías de conservación propuestas por la UICN: Colapso (CO), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD).

La clasificación de los hábitats, en una o más categorías de conservación, fue basada en cuatro de los cinco criterios, cada uno con subcriterios, establecidos por Bland *et al.* (2016), así como también, sus respectivos umbrales de valoración. Los criterios y umbrales aplicados para la categorización del estado de conservación fueron:

**Criterio A. Disminución en la distribución geográfica.** Este criterio evalúa las perspectivas de conservación de un hábitat en función de la pérdida pasada o futura de su cobertura natural. De los cuatro subcriterios establecidos se utilizó el subcriterio A1, el cual está basado en la tasa de disminución histórica (2000 a 2020) de cada uno de los hábitats. De acuerdo con los umbrales establecidos para este subcriterio, un hábitat podría ser categorizado en estado CR si perdió  $\geq 80\%$  de su superficie, EN si perdió  $\geq 50\%$ , VU si perdió  $\geq 30\%$ , NT si perdió  $\geq 15\%$  y LC si perdió  $< 15\%$ .

**Criterio B. Distribución geográfica restringida.** El tamaño y extensión geográfica ocupada por un hábitat son factores claves para prever o evaluar el estado de conservación actual y futura. Pues, hábitats que se distribuyen sobre superficies mayores generalmente tienen menos riesgo de entrar en colapso con relación a hábitats cuya área de distribución es menor. De los tres subcriterios establecidos se utilizó el subcriterio B2, el cual, mediante la segmentación del área de estudio en cuadrículas de 10 x 10 km, mide el área de ocupación (AOO) de los hábitats dentro del área de estudio. De acuerdo con los umbrales establecidos para este subcriterio, un hábitat podrá ser categorizado en estado CR si ocupa  $\leq 2$  cuadrículas, EN  $\leq 20$  cuadrículas, VU  $\leq 50$  cuadrículas, NT  $\leq 100$  cuadrículas y LC  $> 100$  cuadrículas.

**Criterio C. Degradación ambiental.** La degradación ambiental es un proceso que afecta directamente a los atributos bióticos y abióticos que caracterizan a un hábitat, y, consecuentemente también a sus funciones y procesos ecosistémicos. De los tres subcriterios establecidos se utilizó el subcriterio C1; el cual mide el cambio del nivel de severidad histórica de la degradación sobre los hábitats. Para la valoración de este subcriterio se emplearon los resultados del análisis espacial e histórico de la fragmentación de los hábitats y su relación con la superficie total que ésta ocupa dentro del área de estudio. Al respecto, se conoce que, parches de vegetación que ocupan una baja superficie son más propensos a sufrir una mayor severidad de los procesos de degradación, con relación a parches que ocupan amplias extensiones de superficie. Para la aplicación de los umbrales establecidos en este subcriterio se consideró que, un hábitat podrá ser categorizado en estado CR si, en la actualidad el  $\geq 80\%$  de sus parches tienen una superficie menor a 2 ha, EN si  $\geq 50\%$  son menor a 5 ha, VU si  $\geq 30\%$  son menor a 10 ha, y LC si la cantidad de parches bajo degradación ( $< 10\%$ ) no superan el 30% del total de parches de dicho hábitat.

**Criterio D. Interrupción de los procesos e interacciones bióticas.** Las interrupciones de los procesos e interacciones bióticas se refieren a cualquier factor de impacto, ya sea natural o antrópico que trunque o afecte negativamente sobre dicho atributo ecosistémico, toda vez que la remanencia de la biodiversidad depende de éste. De los tres subcriterios establecidos se utilizó el subcriterio D1; el cual mide el cambio del nivel de severidad histórica provocado por el factor de impacto con relación a la extensión total del mismo dentro el hábitat. La valoración de este criterio fue basada en el histórico de incendios forestales ocurridos desde el año 2000 al 2020. Los umbrales aplicados fueron distinguidos entre hábitats boscosos,



sabánicos y campestres, pues, el impacto de los incendios generalmente será negativo en ambientes boscosos, y dependiendo de la frecuencia, podría ser positivo/negativo en ambientes no boscosos.

Para ambientes boscosos se considera que, un hábitat podrá ser categorizado en estado CR si  $\geq 80\%$  de su superficie alcanzó un alto nivel de severidad (se quemó ocho o más veces en los últimos 20 años), EN si  $\geq 50\%$  de su superficie alcanzó un nivel de severidad medio (se quemó entre cuatro y siete veces en los últimos 20 años), VU si  $\geq 30\%$  de su superficie alcanzó un nivel de severidad bajo (se quemó entre una y tres veces en los últimos 20 años), NT si entre la sumatoria de las áreas con severidad alta y media son  $\geq 50\%$  y LC si entre la sumatoria las áreas con severidad alta y media son  $\geq 30\%$ .

Por otro lado, para ambientes no boscosos se considera que, un hábitat podrá ser categorizado en estado CR si  $\geq 80\%$  de su superficie alcanzó un alto nivel de severidad (no se ha quemado o se quemó 10 o más veces en los últimos 20 años), EN si  $\geq 50\%$  de su superficie alcanzó un nivel de severidad medio (se quemó entre tres y cinco veces en los últimos 20 años), VU si  $\geq 30\%$  de su superficie alcanzó un nivel de severidad bajo (se quemó seis y nueve veces en los últimos 20 años), NT si entre la sumatoria las áreas con severidad alta y media son  $\geq 50\%$  y LC si entre la sumatoria las áreas con severidad alta y media son  $\geq 30\%$ .

### **Categorías finales de riesgo**

Finalmente, después de evaluar cada hábitat con los diferentes criterios y sub-criterios, se asignaron las categorías siguiendo el principio precautorio; es decir, se asignará la categoría más alta y obtenida por cualquiera de los criterios evaluados, siendo este el estado del hábitat (Rodríguez *et al.* 2015) (Tabla 3).

## **RESULTADOS**

Los diferentes análisis realizados en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano nos permitieron diferenciar ocho hábitats, los cuales fueron agrupados en formaciones boscosas, formaciones sabánicas y fisonomías campestres. A continuación, se describe cada hábitat, mencionando sus principales características y composición florística, además de indicar su distribución en relación a la ecorregión, la proporción de su superficie representadas en las áreas protegidas y a los sitios TIPAs. También para cada hábitat se mencionan las categorías obtenidas y los criterios considerados, según la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN, y, por último, el nivel de endemismo y riesgos de extinción de las especies endémicas presente en cada uno de los hábitats.

### **Bosques Húmedos**

#### ***Descripción y reconocimiento***

Dentro de lo que se denomina bosques húmedos se encuentra un mosaico de tipos de bosques, mismos que en su mayoría se desarrollan sobre suelos profundos bien drenados, a medianamente bien drenados, de la llanura aluvial antigua de los ríos del margen noreste

del escudo precámbrico (Figura 3). Entre los bosques que se pueden diferenciar están los bosques amazónicos, bosque chiquitano transicional a la Amazonia, bosques de Igapó y bosques ribereños, que son los más extensos y característicos.

Estos bosques húmedos en su mayoría son altos (> 25 m), húmedos, siempreverdes o siempre verdes estacionales, inundables y no inundables, dependiendo de la zona donde se desarrollan. Florísticamente están conformados por especies amazónicas y elementos chiquitanos, las que pueden ser determinantes o características para su diferenciación entre sí. Entre las especies amazónicas están *Cariniana ianeirensis*, *Couratari guianensis*, *Erismia uncinatum*, *Parkia pendula*, *Qualea paraensis* y otras como *Apuleia leicocarpa*, *Brosimum alicasstrum*, *Buchenavia viridiflora*, *Calycophyllum spruceanum*, *Cariniana estrellensis*, *C. domestica*, *Centrolobium microchaete*, *Guarea macrophylla*, *Hura crepitans*, *Licaria guianensis*, *Macrobium acaciifolium*, *M. multijugum* y *Symmeria paniculata*, entre otras.



**Figura 3.** Vista general del Bosque Húmedo, cerca de la Reserva Forestal Bajo Paraguá. ©Fotografías Romel S. Nina

### ***Distribución***

El conjunto o mosaico de bosques húmedos dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano en Bolivia se encuentra hacia el extremo norte del departamento de Santa Cruz, principalmente en las provincias Ñuflo de Chávez (centro-norte), José Miguel de Velasco (noroeste y noreste), Guarayos (sureste) y en menor proporción y de manera discontinua en las provincias Ichilo, Obispo Santisteban y Sara (Figura 4A).

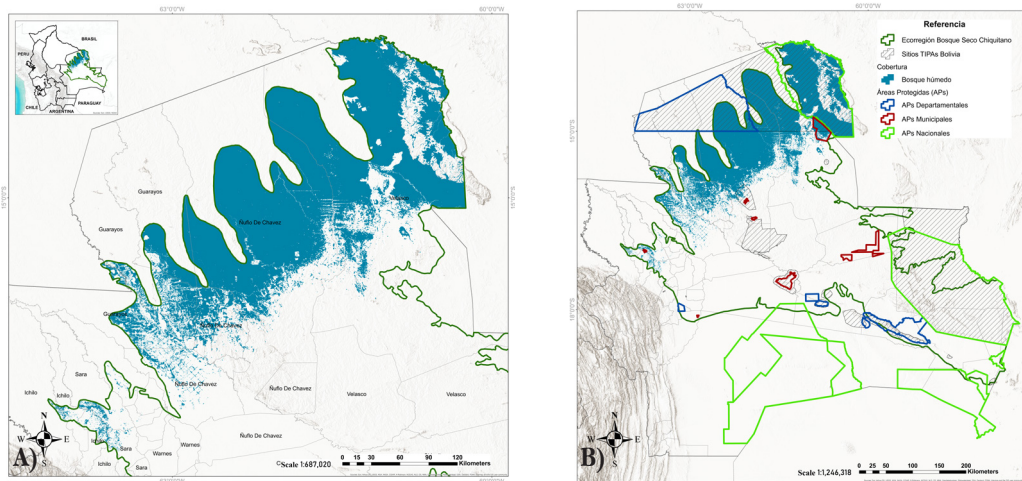
### ***Bosques Húmedos bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida***

Del total de superficie de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano en Bolivia, el 23,1% (4.245.491 ha) corresponden a bosques húmedos, siendo el segundo con mayor extensión y localizados en el sector norte de la ecorregión (Figura 4A, Anexo 2). Asimismo, son 16 las áreas de conservación que se encuentran sobre el área de estudio, las cuales resguardan aproximadamente el 39% (1.638.890 ha) de estos bosques húmedos (Tabla 1). Por otro lado, los 16 sitios TIPAs que se encuentran dentro de los límites de la ecorregión, resguardan aproximadamente el 50% (2.133.349 ha) del total de superficie de estos bosques (Tabla 2). De las áreas de conservación destacan el PN Noel Kempff Mercado, la Reserva Ríos Blanco y Negro y el APM Copaibo con la mayor superficie de bosques húmedos resguardada. Por otro lado, de los sitios TIPAs, resaltan la Reserva Forestal Bajo Paraguá y Cerro Manomó,

mismos que incrementan sustancialmente el porcentaje de la superficie resguardada de estos bosques (Figura 4B).

### **Criterios UICN**

En el caso del subcriterio **A1**, muestra que la tasa de disminución histórica para los bosques húmedos fue de un 8%, la cual la sitúa dentro de la categoría de LC. Mientras que el subcriterio **B2**, que midió el AOO de los bosques húmedos, mostró que ocupa un total de 717 cuadrículas, situándola también en la categoría LC. Por otro lado, el subcriterio **C1**, sitúa a los bosques húmedos en CR, ya que, muestra que en la actualidad el 82,5% de sus parches tienen una superficie menor a 2 ha. Finalmente, el subcriterio **D1**, muestra que la superficie de estos bosques alcanzó un nivel bajo de severidad de incendios en los últimos 20 años, afectando un 33,1% de su extensión total, que de acuerdo con los umbrales los situó como VU. La categoría final para los Bosques Húmedos los situó en CR (ver Tabla 3).



**Figura 4.** A) Distribución de los Bosques Húmedos dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Bosques Húmedos resguardados en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### **Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas**

Los bosques húmedos albergan un total de 22 especies endémicas, donde 15 son especies endémicas nacionales, cuatro endémicas ecorregional y tres especies endémicas restringidas. Así mismo, del total de estas especies, un buen número se encuentra categorizada como VU (7 especies) y como DD (4 especies), entre otras categorías (Anexo 3).

### **Bosques Subhúmedos**

#### **Descripción y reconocimiento**

Estos bosques subhúmedos se desarrollan de manera discontinua y sobre diferentes sustratos, lo que hace que las características y combinación florística están en función a su distribución regional, contacto con la vegetación circundante y la topografía en la que se desarrolla (Figura 5). Por ejemplo, los bosques subhúmedos del extremo sector sureste de la ecorregión, se desarrollan sobre suelos profundos y bien drenados, en laderas y pie

de montes, presentan especies como *Acosmium cardenasii*, *Anadenanthera colubrina*, *Holocalyx balansae* y en especial *Schinopsis brasiliensis*. Mientras que, hacia el sur, en la llanura aluvial con suelos arenosos, son más frecuente especies como *Calycophyllum multiflorum*, *Capparicordis tweediana*, *Diplokeleba floribunda*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Sideroxylon obtusifolium* y la ausencia de especies típicas chiquitanas.

También están aquellos bosques subhúmedos que se desarrollan sobre suelos arenosos, que vienen a ser bosques bajos de transición, en el caso del bosque transicional con el Pantanal de San Matías, posee especies como *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium urundeuwa*, *Eriotheca roseorum*, *Guibourtia chodatiana*, *Jacaratia corumbensis*, *Luebea candicans*, *Machaerium scleroxylon*, *Pterogyne nitens*, *Handroanthus impetiginosus* y *Zeyheria tuberculosa*. Mientras que más hacia el sur, con la transición al Chaco, las especies frecuentes vienen a ser *Combretum leprosum*, *Cordia glabrata*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril*, *Piptadenia viridiflora*, *Schinopsis brasiliensis*, *Tabebuia roseoalba* y *Zeyheria tuberculosa*.

Por último, los bosques subhúmedos que están hacia el oeste, en la llanura aluvial eólica de Santa Cruz, las especies características son, *Annona nutans*, *Myracrodruon urundeuwa*, *Erythrina dominguezii*, *Eugenia edulis*, *Sapium bolivianum* y otras especies chaqueñas. En suelos profundos, pero mal drenados a inundados, están presentes especies como *Albizia niopoides*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Attalea phalerata*, *Gallesia integrifolia*, *Nectandra megapota mica*, *Swartzia jorori* y *Triplaris americana*.



**Figura 5.** Vista general de los Bosques Subhúmedos de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano. ©Fotografías Daniel Villarroel, Maira Martinez.

### **Distribución**

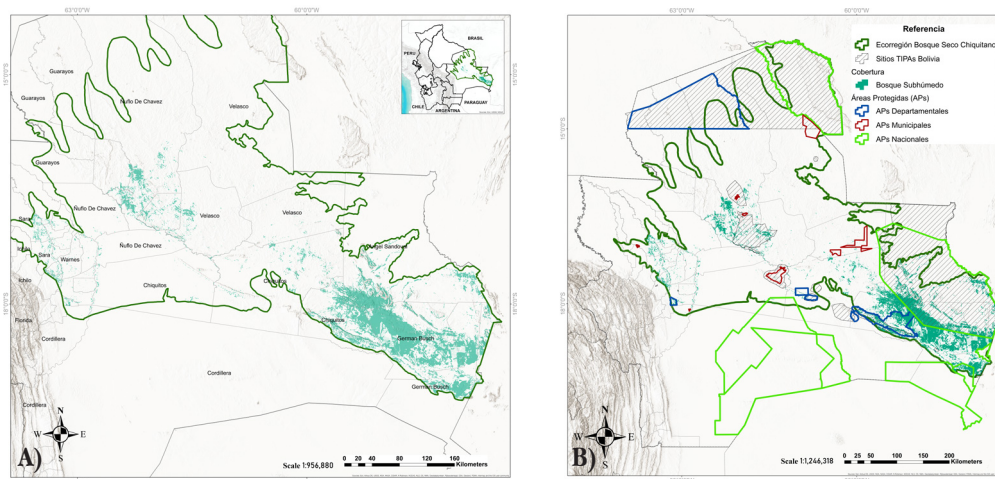
Los denominados bosques subhúmedos dentro de la ecorregión de estudio se distribuyen desde el centro hacia el oeste y sureste, de manera discontinua y con algunos sectores con mayor extensión (Figura 6A). De los sectores donde se distribuye en menor proporción, es en la provincia Ñuflo de Chávez, en los alrededores de San Javier, Concepción y TCO de Lomerío y parte de la provincia Velasco. También está el sector oeste, donde su distribución comprende varias provincias, pero de manera discontinua y en remanentes de vegetación, esto debido a la intensa actividad agrícola que existe desde los límites sureños del escudo precámbrico hasta la llanura aluvial de la provincia Andrés Ibáñez u Obispo Santisteban.

Mientras que el sector sureste, los bosques subhúmedos están distribuidos mayormente en las provincias Germán Busch, desde Santo Corazón hacia el Carmen Rivero Tórrez y Puerto Suárez, continuando por las provincias Ángel Sandoval y Chiquitos, en este último hacia el Valle de Tucabaca. En este sector se encuentran de manera más continua y con la mayor extensión.

### ***Bosques subhúmedos bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida***

De la formación boscosa, los bosques subhúmedos son el de menor extensión, un tipo de bosque que se distribuye de manera discontinua y que solo alcanza el 7,7% de la superficie total (1.422.834 ha) de las coberturas naturales (Anexo 2). Entre los aspectos más importantes para el bosque subhúmedo y su conservación, es el bajo porcentaje de su extensión bajo conservación, ya que solo el 38% de su superficie total (544.044 ha) se encontraría dentro de alguna de las áreas de conservación. Al mismo tiempo, del total de superficie bajo resguardo, el 98% se concentra en tres áreas ya protegidas, ANMI San Matías, Valle de Tucabaca y Otuquis (Tabla 1).

En cuanto a la red sitios TIPAs, la situación es similar, ya que, solo el 34% de su superficie total (491.105 ha) se encontraría en alguno de los sitios TIPAs (Tabla 2). De estos sitios TIPAs sobresalen Lomerío, San Miguelito, Cerro Mutún, y Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra (Figura 6B).



**Figura 6.** A) Distribución de los Bosques Subhúmedos dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Bosques Subhúmedos resguardados en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### ***Criterios UICN***

De acuerdo con el subcriterio **A1** la tasa de reducción histórica (2000-2020) de los bosques subhúmedos alcanza un 12,5% y para el subcriterio **B2** el área de AOO su valor es de 605 cuadrículas, en ambos casos y de acuerdo con los umbrales de riesgo de colapso se situarían como LC. Para el subcriterio **C1** muestra que el 57,3% de sus parches son menor a 5 ha, de acuerdo con los umbrales se situaría como EN. Finalmente, el subcriterio **D1**, donde el porcentaje de su extensión afectada llega a un 18,5%, que de acuerdo con los umbrales se sitúa como LC. La categoría final para los Bosques Subhúmedos es EN (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas***

Dentro de los bosques subhúmedos se encuentran 18 especies endémicas, de las cuales, 13 son endémicas nacionales, cuatro endémicas ecorregional y una especie endémica restringida. De las especies endémicas, 5 especies se encuentran principalmente categorizadas como EN, 3 especies en LC y una de las especies endémicas se considera EW (Anexo 3).

### **Bosques Secos**

#### ***Descripción y reconocimiento***

Los bosques secos se sitúan entre el bosque siempreverde amazónico y el chaco básicamente, pero intercalándose o asociándose a bosques subhúmedos, sabanas del Cerrado, afloramientos rocosos y el Pantanal. El bosque seco, mayormente crece en penillanura, laderas con pendientes suaves y abruptas, cerros, serranías y valles, pero, hacia el lado oeste y sur en la llanura aluvial.

De manera general, son bosques medianamente altos, con un dosel de entre 15-20 m de altura, con algunas emergentes de hasta 25 m, las especies son mayormente semidecíduas a decíduas y con un alto porcentaje de lianas. Especies como *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Myracrodruon urundeuwa*, *Cenostigma pluviosum*, *Schinopsis brasiliensis* y *Handroanthus impetiginosus*, entre otras, son los árboles típicos y comunes (Figura 7).

Uno de los sectores más típicos y representativos de estos bosques secos, es el centro y noreste de la ecorregión, donde el dosel es dominado por especies como *Acosmium cardenasii*, *Anadenanthera colubrina*, *Centrolobium microchaete* y *Schinopsis brasiliensis* y otras en el dosel más bajo, *Attalea speciosa*, *Byrsonima chrysophylla*, *Callisthene fasciculata*, *Cordia alliodora*, *Dypterix alata*, *Eriotheca roseorum*, *Hymenaea courbaril*, *Luebea paniculata*, *Pseudobombax marginatum* y *Tabebuia roseoalba*.

Sin embargo, hacia al sur los bosques secos poseen una mayor composición de especies chaqueñas que chiquitanas, la combinación característica es la presencia de *Acosmium cardenasii*, *Anadenanthera colubrina*, *Diplokeleba floribunda* y *Machaerium scleroxylum*,



**Figura 7.** Vista general de los Bosques Secos, bosques del Territorio Indígena Nación Monkoxi de Lomerío. ©Fotografías Maira Martínez.

entre otras. Finalmente, al oeste o llanura antigua del río San Julián, donde solo quedan relictos, la combinación típica es de *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon* y *Centrolobium microchaete*, con otras especies chaqueñas como *Calycobryllum multiflorum*, *Capparicordis tweediana*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Sideroxylon obtusifolium*.

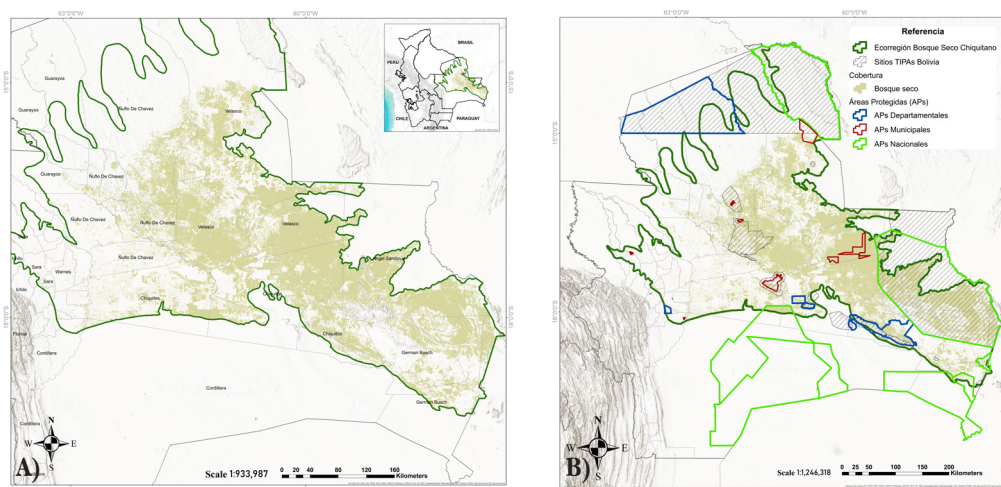
### Distribución

Los bosques secos, dentro de la ecorregión, se distribuyen de manera casi continua desde el centro hacia el sureste y de forma discontinua hacia el oeste, ocupando serranías de penillanura y la llanura aluvial. Asimismo, la mayor extensión de estos bosques se encuentra en las provincias José Miguel de Velasco, Chiquitos, Ángel Sandoval y Ñuflo de Chávez. Mientras que, al lado oeste, los relictos se encuentran en las provincias, Andrés Ibáñez, Warnes y Sara, pero limitados a fragmentos rodeados por extensos cultivos (Figura 8A).

### Bosques Secos bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida

Los bosques secos vienen a ser la cobertura natural con mayor extensión dentro de la ecorregión de estudio, alcanzando un total del 34% de la superficie (1.591.533 ha) (Anexo 2). Del total de su superficie, solo el 25% (1.595.636 ha) se encuentra resguardado dentro algún área de conservación, que, a diferencia de otras coberturas, no se concentra en dos o tres áreas de conservación (Tabla 1).

En cuanto a los sitios TIPAs, la diferencia de superficie resguardada es mínima, ya que, un total del 26% de la superficie total (1.639.089 ha) se encuentra dentro los sitios TIPAs en la ecorregión (Tabla 2). Entre los sitios TIPAs, que sobresalen por resguardar bosques secos, están Lomerío, Concepción y San Miguelito, junto al Cerro Manomó y el Carmen (sendero ecológico), que suponen áreas estratégicas de conservación y conectividad para este tipo de bosque (Figura 8B).



**Figura 8.** A) Distribución de Bosques Secos dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Bosques Secos resguardados en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### ***Criterios UICN***

De acuerdo con el subcriterio **A1**, los bosques secos se sitúan dentro de la categoría de NT, ya que, el porcentaje de reducción histórica de su cobertura alcanza un 18,1% para los periodos analizados (2000-2020). Mientras que, para el subcriterio **B2**, el AOO de los bosques secos es de 1408 cuadrículas, valor que lo sitúa como LC. Al contrario, el subcriterio **C1** sitúa dentro al bosque seco en la categoría VU, ya que los valores superan los establecidos como umbral ( $\geq 30\%$ ), considerando que el 37,7% de sus parches son menor a 10 ha actualmente. Por último, el subcriterio **D1**, que muestra el nivel de severidad por quemas en los últimos 20 años, afectó a un 27,9% de su superficie, valor que sitúa al bosque seco como LC. La categoría final resultante para los Bosques Secos fue de VU (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas***

Los bosques secos en su conjunto poseen 42 especies endémicas, donde, 20 son especies endémicas nacional, 16 endémicas ecorregional y seis son especies endémicas restringidas. Para el total de estas especies endémicas presentes en los bosques secos, las categorías de riesgo de extinción con mayor cantidad de especies son, 10 especies en VU, 9 especies en DD y 8 especies como EN (Anexo 3).

### ***Sabanas***

#### ***Descripción y reconocimiento***

La descripción de las sabanas dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano se basó en la delimitación y características descritas por Villarroel *et al.* (2016), por lo que, se diferencian de la siguiente manera: i) sabanas del Cerrado, ii) sabanas del Abayoy, iii) sabanas de los Llanos de Moxos.

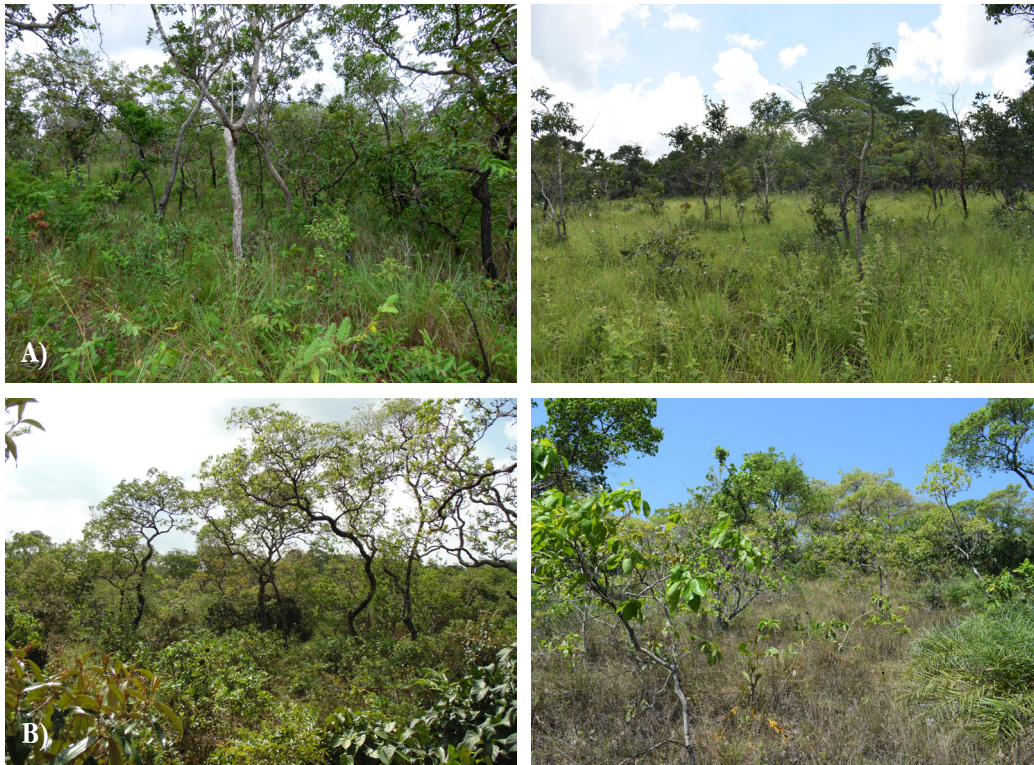
Las sabanas del Cerrado se agrupan dentro de lo que se denomina cerrado *sensu stricto*, siendo la de mayor extensión y común en el área de estudio, se asientan sobre el escudo precámbrico, tanto en la penillanura, cimas, laderas de serranías y mesetas. Se encuentran conformadas por árboles y arbustos dispersos sobre un estrato gramíneo-herbáceo, y en función a la cobertura, abundancia de leñosas y el sustrato en el que se desarrolla pueden dividirse en sub-fisonomías como, cerrado denso, cerrado típico y cerrado ralo (Figura 9A). (para mayor detalle de características ver Villarroel *et al.* 2016).

También, están las sabanas de Llanos de Moxos, que son sabanas similares estructuralmente a la del Cerrado, que se presentan de forma fragmentada sobre la llanura, sobre suelos arenosos y bien drenados. Del mismo modo, estas sabanas están conformadas por árboles y arbustos sobre un estrato gramíneo-herbáceo, misma que también se puede diferenciar en función a la abundancia y continuidad de ambos estratos. Dentro de estas sabanas se pueden distinguir sub-fisonomías, principalmente sabanas arboladas densas y típicas (Figura 9B). (para mayor detalle de características ver Martínez-Ugarteche *et al.* 2021a).



Por último, están las sabanas ubicadas al sur de la ecorregión, llamadas sabanas del Abayoy, las cuales se contactan con la vegetación del Chaco, se desarrollan sobre suelos bien drenados y arenosos, dominadas principalmente por arbustos, estrato herbáceo poco representativo y especies arbóreas emergentes muy dispersas de hasta 8 m de altura. Tienen una cobertura densa a semi-densa, mayormente caducifolios y florísticamente están conformados por elementos del Cerrado, tomando las características de su estructura, por lo que, a veces son consideradas como Cerrado chaqueño (Figura 10 A y B).

Anteriormente, se consideraba que *Handroanthus selachidentatus* era una especie representativa y compartida con la Caatinga y el Abayoy, pero recientemente fue revisada y descrita como otra especie, *Handroanthus abayoy*, árbol endémico que junto a *Sphingiphila tetramera* se consideran casi exclusivas del Abayoy en la Chiquitania (Figura 10C).



**Figura 9.** A) Sub-fisionomías de sabanas del Cerrado, de izquierda a derecha, cerrado típico y cerrado ralo, sur de Concepción, camino hacia Lomerío; B) Sub-fisionomías de sabanas de los Llanos de Moxos, sabanas arboladas densas y sabanas arbolada típicas, Reserva Privada y sitio TIPA Arubai, Terebinto. © Fotografías Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

### **Distribución**

La formación sabánica de la ecorregión fue diferenciada en tres grupos, del mismo modo, su distribución y delimitación está definida en función a la región donde se desarrolla. En el caso de las **sabanas del Cerrado**, que viene a ocupar la región denominada como Chiquitania, estas sabanas se distribuyen en diferentes proporciones y continuidad en las provincias José Miguel de Velasco, Chiquitos, Ñuflo de Chávez, Germán Busch, Ángel Sandoval y Guarayos, esta distribución está prácticamente limitada en función al escudo precámbrico. Mientras que la **sabanas del Abayoy** dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, se

distribuyen en las provincias Chiquitos y Germán Busch, demarcándose un límite desde la serranía de San José de Chiquitos y serranía de Ipiás hacia la provincia Cordillera, ocupando el límite meridional del escudo precámbrico. Por último, las **sabanas de Llanos de Moxos**, que son parte del mosaico de los Llanos de Moxos que se distribuyen principalmente en el departamento del Beni, sin embargo, los fragmentos que se encuentran en la ecorregión de estudio se distribuyen sobre todo en la provincia Sara (La Bélgica, Caranda) (Figura 11A).



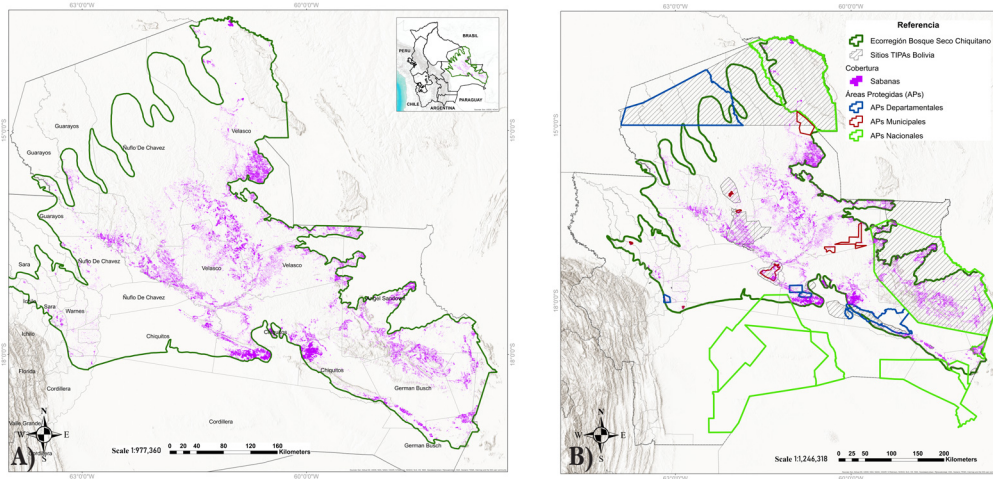
**Figura 10.** A y B) Sabanas del Abayoy, sur de Taperas y serranía de Ipiás; C) *Handroanthus abayoy*, en flor, árbol endémico Abayoy en la Chiquitania. ©Fotografías A y B) Proyecto Iniciativa Darwin (26-024), C) Daniel Villarroel.

### ***Las Sabanas bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida***

Las sabanas, dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, representan el 5% de su superficie (950.544 ha) (Anexo 2), cuya distribución ocurre de manera discontinua, pero se encuentra presente casi en toda la extensión del área de estudio. Situación que debería ser beneficiosa para su protección dentro de alguna de las 16 áreas de conservación o de los sitios TIPAs que se encuentran completa o parcialmente dentro de la ecorregión (Figura 11B). Sin embargo, este hábitat tiene más de un 70% de su superficie sin algún nivel de protección, ya sea dentro de las áreas de conservación o sitios TIPAs. Por ejemplo, tan solo un 24% de la superficie (233.092 ha) se encuentra resguardado por las áreas de conservación (Tabla 1). Mientras que dentro de la red de sitios TIPAs, se resguarda aproximadamente un 30% de superficie (287.965 ha) (Tabla 2).

Sobresalen áreas de conservación y TIPAs como el Parque Noel Kempff Mercado, el ANMI San Matías y Laguna Concepción por resguardar extensas superficies de sabanas, considerando

que los tres sitios son áreas legalmente establecidas. Por otro lado, se tienen sitios TIPAs con extensas áreas de sabanas dentro de sus límites establecidos, tal como, Lomerío, Reserva Forestal Bajo Paraguá, Concepción, San Miguelito y Cerro Manomó, que podrían servir como áreas de conexión entre las sabanas dentro de la ecorregión (Figura 11B).



**Figura 11.** A) Distribución de las Sabanas dentro la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Sabanas resguardadas en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### ***Crterios UICN***

Para el subcriterio **A1** las sabanas dentro de la ecorregión de estudio se situaron en la categoría NT, considerando que la tasa de disminución de su cobertura en el periodo estudiado (2000-2020) es del 19,4% de su superficie. En cuanto al subcriterio **B2**, el área de AOO está por encima de los umbrales establecidos para algunas de las categorías consideradas amenazadas, ya que, ocupa 875 cuadrículas dentro de la ecorregión, por tanto, se considera como LC. Por último, el subcriterio **D1** ubica a las sabanas dentro de la categoría de riesgo como CR, ya que, el 95,2% de superficie alcanzó valores altos de severidad. La categoría final para las Sabanas es de CR (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas en las sabanas***

Las sabanas presentan un total de 45 especies endémicas, siendo 15 especies endémicas nacional, 21 endémicas ecorregional y nueve especies endémicas restringidas. Las categorías de riesgo de extinción que mayor cantidad de especies poseen son: VU con 15 especies, EN con 11 especies y DD con 7 especies (Anexo 3).

### **Sabanas rupestres**

#### ***Descripción y reconocimiento***

Si bien se describen de manera separada, estas sabanas forman parte de las sub-fisonomías del cerrado *sensu stricto* denominada como **cerrado rupestre** y están principalmente en cimas de serranías y mesetas, sobre suelos bien drenados, rocosos y superficiales, principalmente

en rocas fuertemente fisuradas o con acumulación de sedimentos. La estructura de esta sub-fisonomía está conformada por árboles y arbustos de 1-3 m de altura, mismos que forman grupos dispersos en medio de campos (Figura 12). Florísticamente el cerrado rupestre es peculiar y específico, cambiando en función a la latitud, altitud y origen geológico del sustrato donde se desarrolla y a diferencia de las otras sub-fisonomías dentro de las sabanas del Cerrado, esta no llega a afectarse por las quemas.



**Figura 12.** Cerrado rupestre, cima de la serranía de la comunidad y sitio TIPA El Carmen, sur de Concepción. ©Fotografías Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

### ***Distribución***

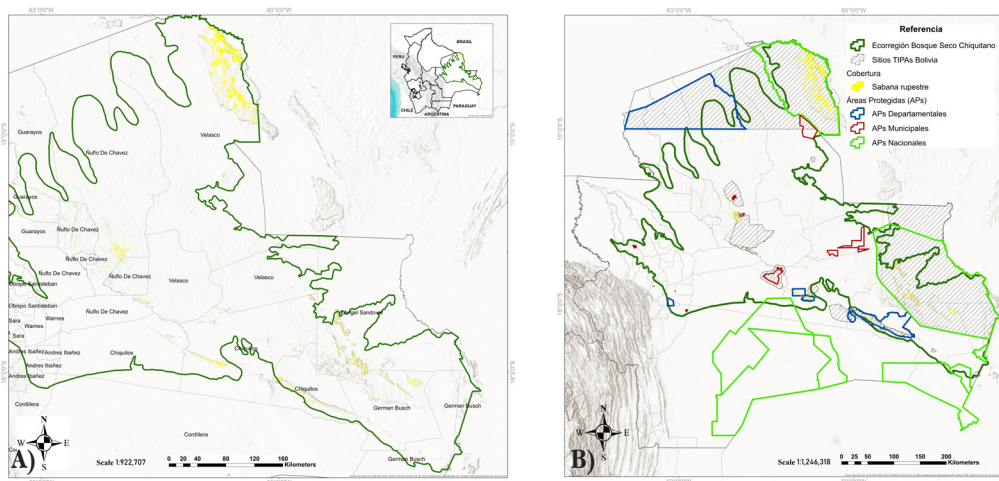
Cobertura limitada a cimas de serranías y mesetas que se encuentran sobre el escudo precámbrico, las **sabanas rupestres** se encuentran de forma discontinua y sectores específicos de la ecorregión de estudio. La mayor extensión se distribuye en la provincia José Miguel de Velasco, exactamente en la Meseta de Caparuch, Parque Nacional Noel Kempff Mercado, otro de los sitios donde se encuentra es en la provincia Ñuflo de Chávez, dentro del Territorio Indígena Monkoxi de Lomerío y sur del Municipio de Concepción. Hacia el sector sureste, se distribuye principalmente en las serranías de San José de Chiquitos, serranía de Chiquitos y en la serranía de Sunsas dentro del ANMI San Matías, llegando hasta el Cerro Mutún en la provincia Germán Busch. Además de las serranías mencionadas, las sabanas rupestres también se distribuyen en otras serranías y cerros aislados dentro de la ecorregión, por ejemplo, el Cerro Manomó al sur del Parque Noel Kempff Mercado, en San Javier o en Santa Ana de Velasco (Figura 13A).

### ***Las Sabanas rupestres bajo protección y la red de sitios TIPAs establecidas***

Un hábitat con una distribución específica y por tanto una de las menores en superficie dentro del área de estudio. Las **sabanas rupestres** representan tan solo un 1% de la

superficie (182.984 ha) de la ecorregión (Anexo 2). A diferencia de las sabanas descritas anteriormente, este hábitat cuenta con una mayor superficie bajo protección. Dentro de las áreas de conservación se encuentra resguardado aproximadamente un 83% de su superficie, con una diferencia mínima en los sitios TIPAs, donde alcanza un 86% de la superficie dentro de los límites establecidos (Tabla 1 y 2).

De las áreas de conservación y sitios TIPAs donde se encuentra resguardado este hábitat, sobresale el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, con la mayor extensión, misma que resguarda más del 60% de su superficie (115.22 ha) y a su vez tiene el nivel más alto de conservación (Tabla 1 y 2). También resaltan otras áreas de conservación y sitios TIPAs que sobreponen sus límites, por ejemplo, el ANMI San Matías, Valle de Tucabaca (serranía de Chiquitos). Sin embargo, hay sitios TIPAs que sobresalen por resguardar parte de las sabanas rupestres, entre ellos, Lomerío y El Carmen (sendero ecológico), que se ubican en la zona central, donde únicamente se encuentra un área de conservación, el Área Protegida Municipal Orquídeas de El Encanto (Figura 13B).



**Figura 13.** A) Distribución de las Sabanas rupestres dentro la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Sabanas rupestres resguardada en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### ***Críterios UICN***

Las sabanas rupestres se situaron en la categoría de LC en dos de los subcriterios evaluados: el subcriterio **A1**, donde el valor de la tasa de disminución en el periodo analizado es del 3,1% de su superficie y el subcriterio **B2**, muestra que AOO es de 179 cuadrículas dentro del área de estudio. En cambio, para el subcriterio **D1** la sabana rupestre se situó dentro de la categoría de riesgo de colapso de CR, ya que, el 95,9% de su superficie alcanzó un alto nivel de severidad. La categoría final para las sabanas rupestres fue CR (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas en las sabanas rupestres***

En las sabanas rupestres se tiene un total de 17 especies endémicas, de las cuales, dos son endémicas nacionales, 11 endémicas ecorregional y cuatro especies endémicas restringidas. Para las especies endémicas de las sabanas rupestres sobresalen tres categorías de riesgo de

extinción, donde se sitúa casi el total de sus especies, VU con 6 especies, EN con 4 especies y CR con 3 especies (Anexo 3).

## Campos

### *Descripción y reconocimiento*

Los campos descritos dentro de este grupo hacen referencia a los que se encuentran en la penillanura, sobre todo a aquellos que se desarrollan sobre suelos profundos, así mismo diferenciados en dos grupos; i) campos del Cerrado, que están sobre el escudo precámbrico y ii) campos de los Llanos de Moxos, que se desarrollan sobre sedimentos del cuaternario.

### *Campos del Cerrado*

Estos campos pueden distinguirse en fisonomías y sub-fisonomías de acuerdo con la dominancia de formas de vida que lo conforman, el sustrato sobre el que se desarrolla, las características de drenaje y situación fisiográfica. Diferenciándose principalmente en dos; *Campo limpo estacionalmente inundado*, que ocupa zonas bajas, suelos profundos y se inundan periódicamente, está conformado por un estrato gramíneo-herbáceo continuo con una alta diversidad de géneros de la familia Poaceae y Cyperaceae (Figura 14A). El *Campo sujo seco* que se desarrolla entre los campos limpo estacionalmente inundado y sabanas de Cerrado, su estrato dominante es el gramíneo-herbáceo, pero con la presencia de arbustos y árboles pequeños de bajo porte (1-2 m; Figura 14B).

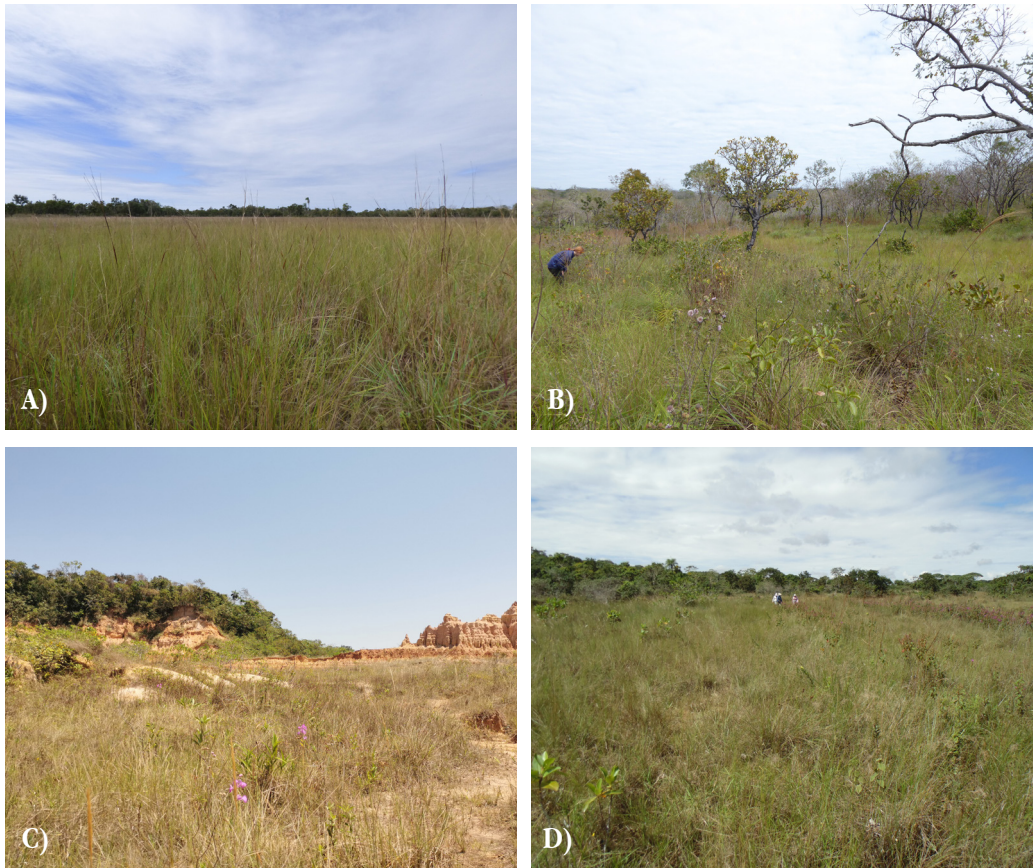
### *Campos de los Llanos de Moxos*

De igual manera, estos campos pueden distinguirse en sub-fisonomías, por las características topográficas o edáficas donde se desarrollan. Por ejemplo, el *Campo limpio seco* conformado por un estrato gramíneo-herbáceo y escasa o casi nula presencia de arbustos, se desarrolla sobre suelos profundos y bien drenados (Figura 14C). Otro viene a ser el *Campo limpio estacionalmente inundado*, que se caracteriza por anegarse durante la época de lluvias, principalmente por el desborde de cursos hídricos, con un estrato gramíneo-herbáceo de hasta 0,5 m de altura (Figura 14D). El *Campo limpio húmedo* que se desarrolla en zonas y suelos con alto grado de humedad, pero no llegan a anegarse; esta humedad se atribuye a la superficialidad de la capa freática. La denominación de estos campos se hace en base a la propuesta de Villarroel *et al.* (2016) para fisonomías similares al Cerrado y se puede tener detalles de características y composición de su descripción en Martínez-Ugarteche *et al.* (2021a).

### *Distribución*

La mayor extensión de estos campos se encuentra en la región geográfica chiquitana donde se asienta el escudo precámbrico, misma que se denominaron **campos del Cerrado**. Estos campos están distribuidos mayormente en las provincias José Miguel de Velasco, desde Los Fierros dentro del Parque Noel Kempff Mercado, El Refugio, San José de Campamento, Santa Rosa del Sara hasta San Rafael y en Ñuflo de Chávez, desde San Javier, Concepción

hacia la TCO Lomerío. También se encuentran distribuidos en el sector extremo este de la ecorregión, en las provincias Ángel Sandoval y Germán Busch, en la zona centro-sur del ANMI San Matías y menor proporción en la provincia Chiquitos y Guarayos (Figura 15A). Por otro lado, están los **campos de los Llanos de Moxos**, desarrollados sobre sedimentos originados en el cuaternario, estos campos están en lo que se denomina llanura eólica-aluvial de Santa Cruz. Distribuidos principalmente en la provincia Sara, desde La Bélgica hasta lo que se conoce como pampas de Terebinto, también se encuentran en los alrededores del Aeropuerto Viru Viru y en el Parque Regional Lomas de Arena dentro de la provincia Andrés Ibáñez (Figura 15A).

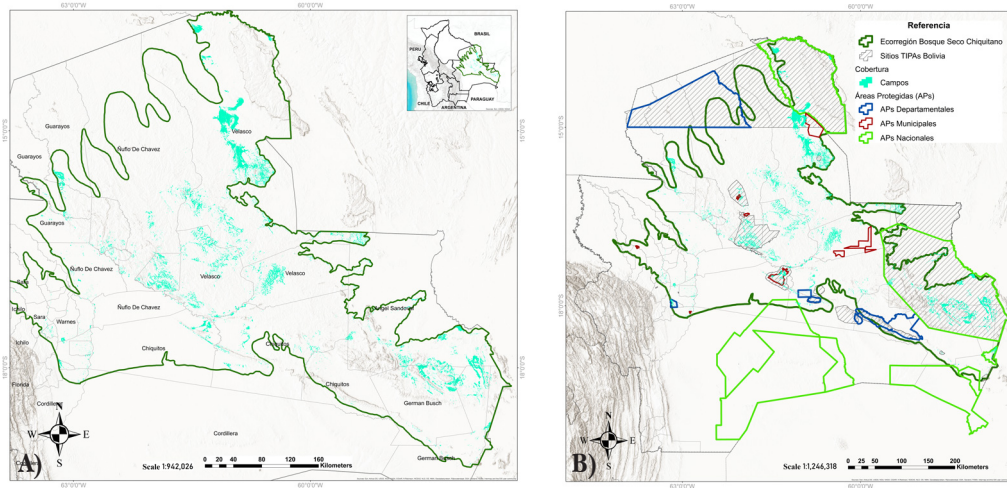


**Figura 14.** A) Campo limpio estacionalmente inundado, zona norte ANMI San Matías; B) Campo sujo seco, Lomerío; C) Campo limpio seco; D) Campo limpio estacionalmente inundado, Reserva Privada y sitio TIPA Arubai, Terebinto. ©Fotografías Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

### ***Campos bajo protección y la red de sitios TIPAs establecidas***

La extensión de los campos representa un 3,6% (660.378 ha) de coberturas naturales en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano (Anexo 2). Donde únicamente el 29% de su superficie total (194.708 ha) se encuentra bajo resguardo en alguna de las áreas de conservación dentro de la ecorregión (Tabla 1). Asimismo, el 89% del total de superficie bajo conservación de los campos se concentran únicamente dentro del ANMI San Matías y el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, áreas protegidas que se encuentran distantes en los extremos norte y sureste de la ecorregión. Por otro lado, la red de sitios TIPAs dentro de sus

límites resguarda un 44% de su superficie total (292.322 ha), donde destacan sitios como la Reserva Ríos Blanco y Negro, Lomerío y Concepción, sitios que de cierta manera forman un corredor entre los campos ubicados al norte y sureste de la ecorregión (Tabla 2, Figura 15B).



**Figura 15.** A) Distribución de los Campos dentro la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Campos, resguardado en áreas de conservación y red de sitios TIPAs

### ***Criterios UICN***

Los campos se consideran en la categoría NT por el subcriterio A1, ya que su tasa de disminución para el periodo de análisis fue del 15% de su superficie; mientras que por el subcriterio B2, se considera a los campos como LC, ya que el AOO tuvo un total de 579 cuadrículas. Por el contrario, el subcriterio D1 sitúa a este hábitat como CR, esto debido a que el 95,5% de su superficie alcanzó un alto nivel de severidad de quemas los últimos 20 años. La categoría final para los campos fue el más alto de CR (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas en los campos***

Dentro de los campos se encuentran 17 especies endémicas, donde una es especie endémica nacional, siete son endémicas ecorregional y nueve son especies endémicas restringidas. Estas especies endémicas se encuentran dentro de las principales categorías de amenaza con 5 especies listadas como EN, 4 especies en CR y 4 especies en VU, así como también en otras categorías inferiores (Anexo 3).

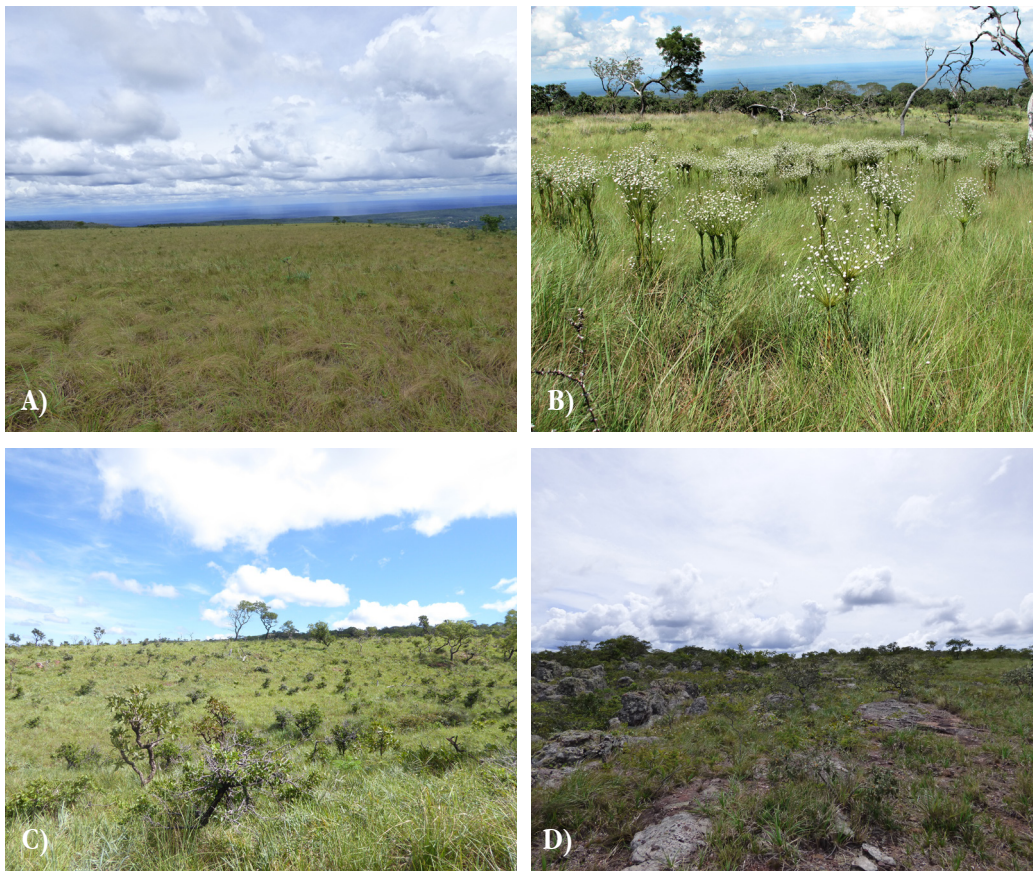
### ***Campos rupestres***

#### ***Descripción y reconocimiento***

Esta cobertura incluye campos del Cerrado que se desarrollan sobre todo en cimas de serranías y mesetas, en suelos poco profundos y superficiales. Pueden distinguirse desde fisonomías y sub-fisonomías según las características de drenaje, situación fisiográfica donde se desarrolla, sin embargo, aquí se describen de manera general. Se puede encontrar detalles de su composición florística, características de suelo y drenaje en trabajos como los de Mamani *et al.* (2011) y Villarroel *et al.* (2016).



Por lo tanto, entre las sub-fisionomías de campos rupestres de cimas y mesetas se encuentran: el *campo limpo seco* que se desarrolla sobre superficies planas y suelos bien drenados, con un estrato gramíneo-herbáceo continuo por debajo de 0,5 m de altura (Figura 16A). Luego se encuentra el *campo limpo húmedo*, que se desarrolla en situaciones topográficas inclinadas, que terminan en depresiones, llegando a retener bastante humedad y un estrato gramíneo-herbáceo que puede alcanzar hasta 0,7 m de altura, con algunas especies herbáceas de más de 1 m, tal como *Paepalanthus* (Figura 16B). Estas dos sub-fisionomías también se presentan como campos sujos seco o campos sujo húmedo, esto debido a la presencia de arbustos y algunos árboles dispersos, además del estrato gramíneo-herbáceo (Figura 16C). Por último, están los *campos rupestres*, que se desarrollan sobre afloramientos rocosos abruptos en cimas de mesetas y serranías, por encima de los 600 m de altitud, conformado por especies herbáceas y subarborescentes, con escasos árboles y arbustos, donde el estrato herbáceo-subarborescente es discontinuo y generalmente mide entre 0,2-0,5 m de altura (Figura 16D).



**Figura 16.** A) Campo limpo seco, El Mirador de Santiago de Chiquitos; B) Campo limpo húmedo; C) Campo sujo seco, El Portón, Chochís; D) Campos rupestres, El Arco, Santiago de Chiquitos. ©Fotografías A, C y D Proyecto Iniciativa Darwin (26-024), B Daniel Villarroel.

### ***Distribución***

Los campos rupestres están casi restringidos a cimas de serranías y mesetas, por encima de los 600 m de altitud, que se asientan sobre el escudo precámbrico. Por lo que, su distribución está bien definida y localizada a estas condiciones. La mayor extensión de los

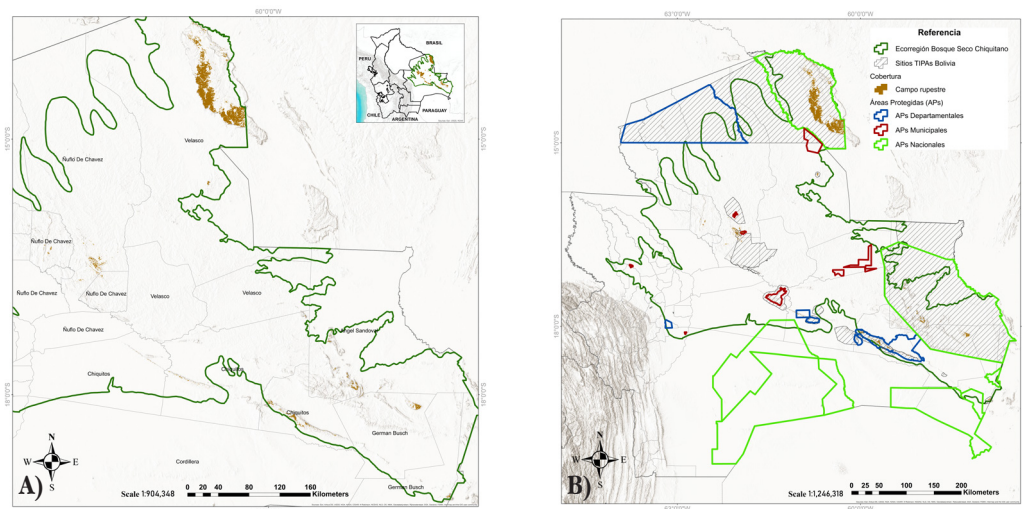
campos rupestres está en la provincia Velasco, sobre la Meseta de Caparuch en el Parque Noel Kempff Mercado y al sur en el Cerro Manomó (Figura 17A).

Otro de los sectores donde se encuentran campos rupestres, es al sur de Concepción y oeste de San Javier, provincia Ñuflo de Chávez, mientras que, hacia el sur de la ecorregión, se distribuye sobre la cadena de serranías y mesetas conocidas como Serranías Chiquitanas. Disminuyendo su distribución y limitada a los picos con mayor elevación de las serranías que se encuentran al sur del ANMI San Matías, como la serranía de Sunsas y el Cerro Mutún en la provincia Germán Busch.

### *Los Campos rupestres bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida*

La extensión total de los campos rupestres llega a un 1% de superficie (180.549 ha) en toda la ecorregión (Anexo 2). Del total de esta superficie de campos rupestres, el 85% de la superficie (154.009 ha) se encuentra resguardada dentro las áreas de conservación, mientras que la red de sitios TIPAs concentra aproximadamente el 92% de superficie (165.921 ha) (Tabla 1 y 2). Es importante recalcar la representatividad de los campos rupestres resguardados, tanto en áreas de conservación con los sitios TIPAs que sobreponen total o parcialmente sus límites, tal como el Parque Noel Kempff Mercado, ANMI San Matías y la Reserva del Valle de Tucabaca, donde se encuentra más del 95% de la superficie de campos rupestres.

Algunos sitios TIPAs, que sobresalen por resguardar campos rupestres, son los sitios de Lomerío y El Carmen (sendero ecológico), que, junto a la TIPA y Área Protegida Municipal Orquídeas de El Encanto, son áreas representativas en el sector central de la ecorregión (Figura 17B).



**Figura 17.** A) Distribución de los Campos rupestres dentro la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Campos rupestres, resguardado en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

### *Criterios UICN*

Para el subcriterio A1, los campos rupestres presentaron una tasa de disminución de solo un 2,2% de superficie, que la sitúa de acuerdo con los umbrales como LC. Mientras que para el

subcriterio **B2**, los valores obtenidos categorizan a este hábitat como NT, ya que su AOO es de 99 cuadrículas. La categoría de mayor riesgo de este hábitat ocurre por el subcriterio **D1**, donde se muestra que el 96,1% de su superficie alcanzó niveles altos de severidad de quemas los últimos 20 años, por lo que fue calificado como CR. La categoría final para los campos rupestres fue de CR (ver Tabla 3).

Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas en los campos rupestres  
Para los campos rupestres se tiene un total de 45 especies endémicas, de las cuales, cuatro son especies endémicas nacional, 13 endémicas ecorregional y 28 son especies endémicas restringidas. Del total de estas especies endémicas, únicamente dos se encuentran como NE, una como LC, y cuatro como DD, mientras que, la mayoría de las especies se sitúan dentro de las categorías de amenazas, tal como EN con 21 especies y VU con 16 especies (Anexo 3).

## Afloramientos rocosos

### *Descripción y reconocimiento*

Los afloramientos rocosos de granito y gneises son hábitats asilados y dispersos en la penillanura del escudo precámbrico, emergen entre bosques secos, bosques húmedos, campos y sabanas del Cerrado. Tienen suelos pobres, ácidos y superficiales, además tienen una apariencia negruzca por la colonización de cianobacterias y en ocasiones tienen grietas fuertemente fisuradas o canales. Asimismo, pueden variar drásticamente en formas y tamaños, desde las más planas conocidas como **lajas** o aquellas convexas como **cúpulas** o **domos**.

Por otro lado, la vegetación que se desarrolla sobre estos afloramientos rocosos es un complejo y aun poco definida, ya que, pueden tener influencia de fisonomías adyacentes como también vegetación propia y característica, por lo que describimos de manera separada ambas formas con sus principales características.

**Lajas** son rocas expuestas de manera horizontal sobre el suelo, la vegetación en estas rocas casi planas en sus bordes puede estar influenciado por elementos de cerrado típico, cerrado o bosque seco (Figura 18A y B). Sin embargo, las islas de vegetación que presentan pueden diferir y tener grupos específicos, por ejemplo, una de las más comunes es el conjunto conformado por *Sapium argutum*, *Commiphora leptophloeos*, *Cochlospermum vitifolium*, arbolitos que llegan aproximadamente hasta los 3 m de altura (Figura 18C). También están aquellos microhábitats conformados por algunos árboles y en el estrato herbáceo por especies como *Anemia ferruginea*, *Selaginella convoluta*, *S. sellowii*, que en la época lluviosa forma colchones con otras especies como *Aniseia uniflora*, *Marsdenia malmeana*, *Utricularia subulata*, entre otras, y que son visibles únicamente en esta época húmeda (Figura 18D).

**Cúpulas** graníticas pueden llegar a ser enormes rocas expuestas, a veces formando una media luna o áreas más extensas en forma de montañas (Figura 19A). En ocasiones están cubiertas hasta cierta parte por bosques, cerrado o guapazales (*Guaduda paniculata*), como también pueden ser desnudas hacia la cima y presentando pequeños microhábitats o incluso en la cima islas de vegetación más densos (Figura 19B). La vegetación de estas cúpulas puede poseer ciertos aspectos diferenciales con las lajas, esto debido a la afinidad



**Figura 18.** A) Extensa laja entre bosque seco; B) Lajas casi planas; C) Islas de vegetación conformada por *Sapium argutum* y *Commiphora leptophloea*; D) Islas de vegetación en época lluviosa. A, C y D, del área de TCO Lomerío. ©Fotografías Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

de ciertas especies, un claro ejemplo es que en las cúpulas surge *Vellozia variabilis*, especie que puede formar microhábitats de mediano tamaño, junto a otras especies de géneros como *Blapharodon*, *Chamaecrista*, *Ipomoea*, *Manibot*, *Panicum*, entre otras (Figura 19C y D).

### **Distribución**

Los afloramientos rocosos de las lajas y cúpulas se distribuyen discontinuamente dentro de la región de la Chiquitania, principalmente en las provincias Ñuflo de Chávez, José Miguel de Velasco y en menor proporción Guarayos (Urubichá). Se puede entender que para estas lajas y cúpulas se tienen dos áreas de concentración; la primera, alrededores de Concepción y al sur la TCO Lomerío, mientras que la segunda incluye la parte centro sur de la Reserva Copaiabo y Bajo Paraguá, zona conocida como Cerro Pelao y sus alrededores. Se tiene otras áreas donde emergen estas lajas y cúpulas, pero en menor proporción y más aisladas, por ejemplo, sur de San Rafael (Figura 20A).

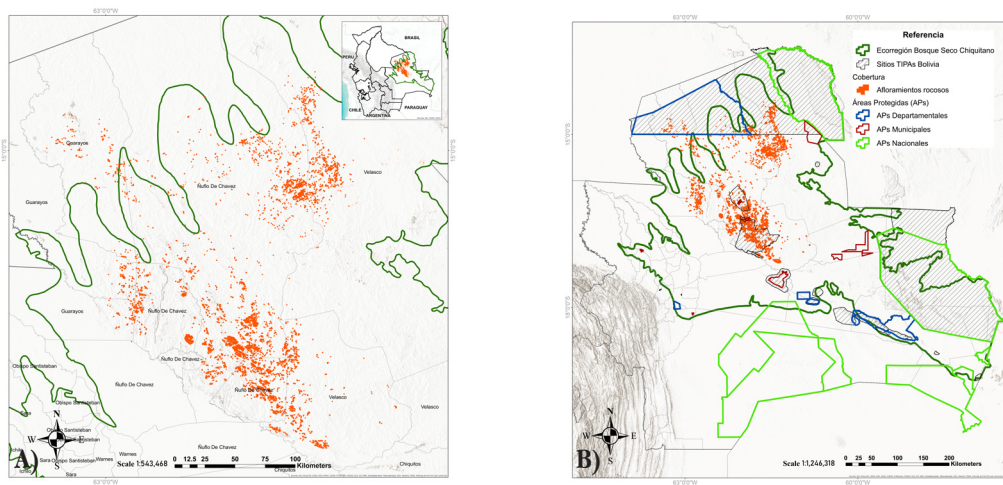
### **Afloramientos rocosos bajo protección y la red de sitios TIPAs establecida**

Esta cobertura natural posee la superficie más baja dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, con una superficie total de 6.645 ha, valor que no llega ni al 1% del total de las



**Figura 19.** A) Cúpulas o domos; B) Cúpula con guapazal entre sus valles; C) *Vellozia variabilis*, especie que va surgiendo a mayor altura de las cupulas; D) Microhábitats con *Vellozia variabilis* junto a otras hierbas afectadas por el fuego. Fotografías tomadas en APM Orquídeas de El Encanto. ©Fotografías Proyecto Iniciativa Darwin (26-024).

coberturas naturales diferenciadas (Anexo 2). Del total de su superficie, únicamente el 19% (1.296 ha) se encuentra resguardado (Tabla 1). Mientras que, a través de la red de sitios TIPAs, se incrementa sustancialmente la superficie resguardada, llegando a un 33% de su superficie (2.117 ha) (Tabla 2).



**Figura 20.** A) Distribución de los Afloramientos rocosos dentro la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano; B) Afloramientos rocosos, resguardados en áreas de conservación y red de sitios TIPAs.

---

Entre las áreas de conservación que resguardan a los afloramientos rocosos, se encuentran el Área Protegida Municipal Copaibo y la Reserva Ríos Blanco y Negro. Mientras que los sitios TIPAs destacados son, Lomerío, Concepción y Orquídeas de El Encanto que resguardan una gran cantidad de afloramientos rocosos y que son uno de los centros de concentración de especies en la provincia Ñuflo de Chávez (Figura 20B).

### ***Criterios UICN***

De acuerdo con el subcriterio **A1**, los afloramientos no presentaron una tasa alta de disminución en su superficie, con un total de 5,9% de reducción durante el periodo de análisis, situándolos dentro la categoría LC. Asimismo, para el subcriterio **B2**, los valores obtenidos categorizan a este hábitat como EN ya que su área de ocupación (AOO) es de 20 cuadrículas. El subcriterio **D1** muestra que el 53,7% de su superficie alcanzó niveles altos de severidad de quemados los últimos 20 años, lo cual sitúa a los afloramientos rocosos como VU. Como resultado final, se encontró que los Afloramientos rocosos se encuentran en la categoría de EN (ver Tabla 3).

### ***Niveles de endemismos y riesgo de extinción de plantas endémicas en los afloramientos rocosos***

Los afloramientos rocosos, tanto lajas como cúpulas, poseen 15 especies endémicas, una especie endémica nacional, tres endémicas ecorregional y 11 especies endémicas restringidas. Entre las principales categorías de riesgo de extinción con mayor número de especies endémicas, son EN con 4 especies, VU 4 especies y 3 especies como NE (Anexo 3).

**Tabla 1.** Superficie y porcentaje de las coberturas naturales dentro de las áreas de conservación establecidas total o parcialmente en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia.

Área de Conservación	Hábitat/Cobertura (ha)									
	Bosque húmedo	Bosque Seco	Bosque subhúmedo	Sabana rupestre	Sabana	Sabana rupestre	Campo	Campo rupestre	Afloramientos rocosos	
PN Noel Kempff Mercado	1.080.964	162	108	13.853	115.222	34.122	143.379	-		
UCPN Valle de Tucabaca	-	104.912	110.937	3.137	7.475	176	7.348	-		
APM El Encanto	-	1.372	8	375	590	127	383	-		
ANMI San Matías	-	1.271.955	388.456	184.042	22.174	139.916	9.136	-		
UCPN Lomas de Arena	-	1.828	3.500	1.001	-	2.634	-	-		
UCPN Santa Cruz la Vieja	-	24.202	1.793	4.858	5.186	636	896	-		
UCPN Laguna Concepción	-	17.400	1.114	8.895	716	9.623	215	-		
PN/ANMI Otuquis	-	32.258	36.152	14.050	-	5.501	-	-		
APM San Ignacio	60.439	15.052	-	156	-	881	-	154		
APM Laguna Represa Sapocó	167	460	-	124	3	275	-	-		
RVS Ríos Blanco y Negro	258.038	-	-	-	-	-	-	103		
APM San Rafael	-	65.201	489	1.159	9	12	-	-		
APM Lagunas Santa Bárbara y Brava	716	473	-	225	-	129	-	-		
APM Palmera de Sao	-	296	14	360	-	3	-	-		
APM Copalibo	283.566	4.103	-	210	-	96	-	1.039		
PN Kaa Iya del Gran Chaco	-	55.962	1.581	647	-	577	-	-		
<b>Total hábitat/cobertura en área de conservación</b>	<b>1.683.890</b>	<b>1.595.636</b>	<b>544.152</b>	<b>233.092</b>	<b>151.375</b>	<b>194.708</b>	<b>161.357</b>	<b>1.296</b>		
Total superficie hábitats/cobertura	4.245.491	6.227.627	1.422.834	950.544	182.984	660.378	180.549	6.645		
<b>% área de conservación</b>	<b>39,7</b>	<b>25,6</b>	<b>38,2</b>	<b>24,5</b>	<b>82,7</b>	<b>29,5</b>	<b>89,4</b>	<b>19,5</b>		

**Tabla 2.** Superficie y porcentaje de las coberturas naturales dentro de las Áreas Tropicales Importantes para Plantas, TIPAs establecidas en la región de la Chiquitania y ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia.

TIPAs	Hábitat/Cobertura (ha)									
	Bosque húmedo	Bosque Seco	Bosque subhúmedo	Sabana	Sabana rupestre	Campo	Campo rupestre	Afloramientos rocosos		
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	1.080.964	399	-	13.711	115.008	34.119	143.547	-		
El Carmen (Sendero ecológico)	-	976	37	1	1.291	-	828	-		
Cerro Mutún	-	389	4.529	144	451	43	724	-		
Serranía de Chiquitos	-	44.217	43.103	3.651	7.729	591	7.858	-		
Lomerío	-	171.531	34.177	41.302	2.969	38.075	1.808	-		
Serranía de Ipiás	-	-	-	-	-	-	-	-		
APM Orquídeas de El Encanto	-	1.372	8	375	590	127	383	-		
ANMI San Matías, San Matías	-	1.298.184	402.900	193.951	22.450	147.788	9.137	-		
Concepción	20.050	38.311	1.354	3.148	718	5.853	263	-		
Arubaí	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cerro Manomó	87	2.452	-	1.880	228	449	795	-		
Bajo Paragua	774.210	2.295	-	4.463	-	50.071	-	2.100		
San Miguelito (Montana y La Pascana)	-	5.916	1.620	2.262	544	302	11	-		
Santa Cruz La Vieja	-	21.589	487	6.247	4.056	189	317	-		
Laguna Concepción	-	50.440	2.198	15.078	755	14.354	-	-		
Reserva Ríos Blanco y Negro	258.038	-	-	-	-	-	-	97		
Lajas del Carmen Rivero Torrez	-	928	582	1.747	-	361	-	-		
Jardín Botánico de Santa Cruz	-	90	110	5	-	-	-	-		
<b>Total hábitat/cobertura en área de conservación</b>	<b>2.133.349</b>	<b>1.639.089</b>	<b>491.105</b>	<b>287.965</b>	<b>156.789</b>	<b>292.322</b>	<b>165.671</b>	<b>2.197</b>		
Total superficie hábitat/cobertura	4.245.491	6.227.627	1.422.834	950.544	182.984	660.378	180.549	6.645		
<b>% sitios TIPAs</b>	<b>50,2</b>	<b>26,3</b>	<b>34,5</b>	<b>30,3</b>	<b>85,7</b>	<b>44,3</b>	<b>91,8</b>	<b>33,1</b>		



**Tabla 3.** Categorías de riesgo de colapso para los hábitats dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia. Donde DH= Disminución Histórica de superficie, AOO= Área de Ocupación, HF= Histórico de Fragmentación, HIF= Histórico de Incendios Forestales y CR = Peligro Crítico, EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC= Preocupación Menor.

Formación Vegetal	Cobertura/hábitat	Criterio A A1(DH)	Criterio B B2(AOO)	Criterio C C1(HF)	Criterio D D1(HIF)	Categoría final
Formaciones boscosas	Bosque Húmedo	LC	LC	CR	VU	CR
	Bosque Seco	NT	LC	VU	LC	VU
	Bosque Subhúmedo	LC	LC	EN	LC	EN
Formaciones campestres	Campos	NT	LC	NE	CR	CR
	Campo Rupestre	LC	NT	NE	CR	CR
Afloramientos rocosos	Lajas, cúpulas	LC	EN	NE	VU	EN
Formaciones sabánicas	Sabanas	NT	LC	NE	CR	CR
	Sabana Rupestre	LC	LC	NE	CR	CR

## DISCUSIÓN

### Evaluación de la Lista Roja de ecosistemas de la UICN

La ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, dentro de sus límites alberga distintos hábitats, todos con sus características, distribución y particularidades. La delimitación y diferenciación de los ocho hábitats para este trabajo, parte de la idea de tener agrupaciones o delimitaciones menos complejas, ya que, las delimitaciones y descripciones pueden dificultarse, tanto, por la falta de información, registros botánicos o conocimiento, como también los múltiples nombres y términos utilizados para diferenciarlos (Ibisch *et al.* 2003, Beck 2015, Villarreal *et al.* 2016).

Cada uno de los ocho hábitats diferenciados posee características propias, taxones, dinámica ecológica, condiciones ambientales e incluso amenazas o presiones antrópicas, como también una distribución definida, lo cual hace que puedan ser evaluados por los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN (LRE) (Bland *et al.* 2016). En su conjunto, los hábitats de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, bajo los diferentes subcriterios aplicados se encuentran en distintas categorías, sin embargo, la directriz de LRE, establece que se debe considerar la categoría de mayor riesgo obtenida como la final, incluso tendrían que satisfacer los umbrales de uno de los criterios para que sea incluido dentro de un criterio amenazado (Bland *et al.* 2016).

Las categorías de riesgo de colapso se definen desde Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU). Los resultados obtenidos en este estudio, muestran que, cinco de los

hábitats se consideran en categoría CR, dos en EN y uno en VU. Este patrón de riesgo de colapso también fue identificado por Maillard *et al.* (2018) para las serranías Chiquitanas, una evaluación en menor escala y con una clasificación de ecosistemas detallada, pero basada en los mismos criterios de la LRE. Del mismo modo, el MMAyA (2020), bajo los criterios de la LRE categorizó los ecosistemas de las tierras bajas de Bolivia, donde, en su mayoría fueron consideradas de riesgo, tales como, EN, CR y VU.

De manera particular, la relación entre la alta cantidad de hábitats, ecosistemas o unidades ecorregionales definidos como críticos o en alto riesgo de colapso, dentro de la ecorregión, por trabajos como los de Maillard *et al.* (2018) y el MMAyA (2020), confirman la categorización hecha por Olson & Dinerstein (2002), en la cual se consideraba a la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano como en Peligro o Peligro Crítico.

De acuerdo con los criterios y subcriterios utilizados para los ocho hábitats diferenciados de la ecorregión, el subcriterio C1 permitió categorizar a los tres hábitats boscosos, bosque húmedo (CR), bosque subhúmedo (EN) y bosque seco (EN) (Tabla 3). El histórico de la fragmentación del hábitat y su relación con la superficie total que ocupa dentro de la ecorregión, mostraron que en el bosque húmedo el 82,5% de sus parches son menores a 2 ha, para el bosque subhúmedo el 57,3% son menor a 5 ha y para el bosque seco el 37,7% de sus parches son menor a 10 ha. Pinto-Ledezma & Rivero (2013), en el periodo de 1976-2006, encontraron que el tamaño de los parches en áreas boscosas en la ecorregión disminuyó considerablemente y con ello un aumento en el número de parches y una mayor distancia entre parches. Por otro lado, Maillard *et al.* (2020b), en un análisis de integridad del paisaje y degradación de hábitats en las tierras bajas, muestran el incremento de la fragmentación, sobre todo en áreas boscosas y por tanto una reducción en su conectividad, esto principalmente en regiones como la Chiquitana cruceña y Chaco noroccidental.

La fragmentación del paisaje ocurre a partir del incremento de áreas de uso antrópico, tal como la agricultura, ganadería, crecimiento urbano y nuevas redes de comunicación vial, este último que genera un mayor acceso a la tierra y con ello incremento de áreas de uso antrópico (Redwood 2012, Pinto-Ledezma & Rivero 2013, Maillard *et al.* 2019, 2020b). Si las tendencias de cambio de uso de suelo continúan, gran parte de los bosques serán conducidos a una mayor fragmentación, volviéndose más propensos a la severidad en el proceso de degradación (Pinto-Ledezma & Rivero 2013, Bland *et al.* 2016). Un claro ejemplo de la vulnerabilidad de las áreas fragmentadas, son los impactos de incendios forestales que cada año se incrementan y son más drásticos en la región de la Chiquitania, ya que, las áreas con mayor fragmentación, los parches de menor tamaño son los más impactados por estos incendios (Anívarro *et al.* 2019, Maillard *et al.* 2020b).

Por otro lado, los hábitats campestres y sabánicos obtuvieron su categorización final en base a los valores lanzados por el subcriterio D1, donde, los cuatro hábitats se categorizaron como CR. La distribución natural discontinua y en mosaico de campos y sabanas, junto a otras formaciones vegetales, hacen que tengan actividades antrópicas, características y comportamientos distintos a los bosques (Mamani *et al.* 2011, Villarroel *et al.* 2016). Es por ello que, campos y campos rupestres presentan diferencias en cuanto a los subcriterios aplicados. Por ejemplo, el subcriterio A1, muestra que los campos dentro de la ecorregión

han sufrido una disminución de su superficie en 15% y por tanto se consideraría como NT y los campos rupestres solo un 2,2% de disminución categorizándose como LC. Mientras que, por el subcriterio B2, los campos cuentan con un área de ocupación de 579 cuadrículas LC y campos rupestres con 99 cuadrículas situándolo como NT. Esta diferencia de valores obtenidos puede ser el reflejo de esa distribución discontinua, como también el tipo de uso a la que pueden estar sometidos, en el caso de los campos, distribuidos en la penillanura, se pueden ver reducidos por actividades ganaderas, drenaje del agua, estas dos últimas más frecuentes en la Chiquitania (Villarroel *et al.* 2016, Martínez-Ugarteche *et al.* 2020). A diferencia de los campos rupestres, situados en cimas de serranías y mesetas, no presentan actividades antrópicas similares a campos de penillanura, siendo la más clara actividad la minería (Mamani *et al.* 2011). Por esta razón, es que, para campos y campos rupestres, se considera que los valores determinados por el subcriterio D1, son los de mayor riesgo, alcanzando niveles mayores al 95% de severidad en su superficie debido a la incidencia de quemas en los últimos 20 años. Tanto los campos y campos rupestres tienen una dinámica diferente en relación con las quemas naturales del Cerrado. En el caso de campos, son ambientes que únicamente presentan quemas en épocas prolongadas de sequía, pero de manera inducida, mientras que los campos rupestres, son afectados únicamente en periodos prolongados de sequías y drásticos, como también por el contacto con otras fisonomías que sí suelen quemarse (Villarroel *et al.* 2016).

De igual manera, las sabanas y sabanas rupestres presentaron una estructura similar en cuanto a los valores de los subcriterios aplicados. Para el subcriterio D1, ambos hábitats alcanzaron los niveles de severidad en un 95% de su superficie debido a la incidencia de quemas en los últimos 20 años. La sabana rupestre, es un hábitat con distribución en cimas de mesetas y serranías, que se desarrolla junto a otras sub-fisonomías del Cerrado, pero que en general no deberían ser afectadas por quemas de manera natural (Villarroel *et al.* 2016). Por otro lado, las sabanas, un hábitat con mayor distribución, pero en la penillanura o zonas bajas, tiene como una de sus características la quema, ya que muchas de sus especies están adaptadas o presentan resistencia a eventos de quemas normales (Mamani *et al.* 2011, Villarroel *et al.* 2016). Sin embargo, los niveles altos alcanzados por la severidad de quemas salen del esquema natural, ya que, la actividad humana ha aumentado la frecuencia de incendios y las sabanas han sufrido cambios acelerados, para fines urbanísticos, siembra de pastos para la ganadería e implementación de ganadería dentro de los ambientes naturales (Hoffmann & Moreira 2002, Mamani *et al.* 2010, 2011, Villarroel *et al.* 2016, Anívarro *et al.* 2019). Hoffmann & Moreira (2002), señalan que, sin un intervalo prolongado sin fuego, muchas de las especies arbóreas se ven afectadas, haciendo que pocos individuos alcancen el tamaño adecuado y puedan ser resistente al fuego. Así mismo, las sabanas debido al incremento de quemas van degradándose, perdiendo características fisonómicas, que luego pasan a ser reemplazadas para ganadería o cultivos mecanizados (Mamani *et al.* 2011, Martínez-Ugarteche *et al.* 2021a).

Finalmente, están los afloramientos rocosos de granito y gneis, hábitats aislados, dispersos y altamente especializados en cuanto a su flora y con una serie de servicios ecosistémicos claves para la biodiversidad (Porembski 2007, Porembski *et al.* 2016). Los afloramientos rocosos (lajas o cúpulas) son aún un hábitat poco conocido o estudiado. Existen alrededor de 3.280 sitios potenciales dispersos de rocas de granito o gneis en la Chiquitania, mismos

que pueden variar en superficie, forma o estar bajo un dosel boscoso y ser poco visibles (Azurduy & Maillard 2022). Pudiendo ser esta una de las razones de su baja disminución en su distribución o que en la Chiquitania este hábitat no es objeto de explotación o cambios drásticos como otros afloramientos rocosos en Brasil, África o Australia, donde se han transformado por completo a causa de diferentes actividades antrópicas (Navarro 1995, Porembski 2007, Porembski *et al.* 2016). Por otro lado, estas lajas y cúpulas, a pesar de tener una flora resistente a condiciones climáticas extremas o altos niveles de radiación, no presentan resistencia a eventos como las quemadas o incendios forestales (Porembski 2007, Azurduy & Maillard 2022). Eventos de incendios forestales, dentro de lajas y cúpulas, pueden significar el favorecimiento del establecimiento de especies invasoras y con ello una seria amenaza a una biota única y especializada (Porembski 2007, Porembski *et al.* 2016). Además de los incendios forestales, que cada año son frecuentes en zonas adyacentes de las lajas y cúpulas en la Chiquitania, existen otras amenazas que pueden degradar continuamente este hábitat, por ejemplo, caminos que atraviesan extensas superficies de lajas, actividades turísticas, ganadería y la latente posibilidad de actividades mineras que a su vez son una amenaza global para este hábitat (Porembski *et al.* 2016, Anívarro *et al.* 2019, Azurduy & Maillard 2022). Debido a sus características, vulnerabilidad y su importancia para la ecorregión, los afloramientos rocosos tienen un riesgo de colapso alto, por lo que se consideran como EN.

### **Hábitats bajo protección (áreas de conservación) y la red de sitios TIPAs establecida**

Los ocho hábitats diferenciados dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano tienen una distribución diferente entre sí, por ejemplo, los bosques pueden ser continuos o discontinuos, como también pueden intercalarse en el paisaje con los campos y sabanas, mientras que los afloramientos rocosos pueden emerger entre áreas boscosas o borde de sabanas, conformando así uno de los mosaicos de vegetación más complejos y variables del Neotrópico (Killeen *et al.* 1990, Ibsch *et al.* 2003, Beck 2015, Villarroel *et al.* 2016, Azurduy & Maillard 2022). Del mismo modo, las 16 áreas de conservación de carácter nacional, departamental y municipal, situadas total o parcialmente dentro esta ecorregión tienen extensiones muy variables y una distribución principalmente en la zona norte y sur este. Mientras que, de los 18 sitios TIPAs establecidos en la Chiquitania, 16 se encuentran distribuidos en diferentes zonas dentro de los límites de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano para Bolivia (Figura 1) (Olson *et al.* 2001, Klitgaard *et al.* 2023).

Este mosaico de hábitats y la distribución de áreas de conservación y sitios TIPAs dentro de la ecorregión, juegan un rol importante en los valores de superficie bajo resguardo. En el caso de hábitats boscosos, el porcentaje de superficie dentro de las áreas de conservación están por debajo del 50% de su superficie total; bosque húmedo (39,7%), bosque subhúmedo (38,2%) y el bosque seco (25,6%). Mientras que, dentro de los sitios TIPAs solo el bosque húmedo (50,2%) y el bosque subhúmedo (34,5%) superan los valores de las áreas de conservación. Entre los sitios TIPAs destacados por resguardar bosques húmedos están la Reserva Forestal Bajo Paraguá, Concepción y Cerro Manomó, donde la reserva Bajo Paraguá actúa como una zona de conectividad entre las áreas de conservación y sitios TIPAs como el PN Noel Kempff Mercado y la Reserva Ríos Blanco y Negro, los cuales comparten límites.

Asimismo, hábitats sabánicos y campestres se encuentran resguardados, tanto en áreas de conservación y sitios TIPAs en diferentes proporciones, sobresaliendo los valores obtenidos por la red de sitios TIPAs, mismo que están por encima de los valores de las áreas de conservación (Tabla 2). Sin embargo, esta superficie resguardada, ya sea en áreas de conservación y sitios TIPAs, para las sabanas son valores bajos, ya que, únicamente 24,5 y 30,3% de su superficie total se encontrarían resguardadas, similar a lo que ocurre con los campos 29,5 y 44,3% (Tabla 1 y 2). Para estos hábitats, vuelve a resaltar el sitio TIPA Reserva Forestal Bajo Paraguá por el total de superficie resguardada tanto de campos y sabanas, mismos que se conectan con el PN Noel Kempff Mercado. También sobresale Lomerío, un sitio TIPA que se sitúa en una de las áreas con mayor vacío en cuanto a áreas para la conservación.

En cambio, sabanas y campos rupestres son dos de los hábitats que cuentan con la mayor superficie resguardada, tanto en áreas de conservación y sitios TIPAs; por ejemplo, las sabanas rupestres tienen el 82,7 y 85,7% respectivamente de su superficie bajo resguardo y los campos rupestres el 89,4 y 91,8% de total de su superficie. Por último, los afloramientos rocosos, que se encuentra mayormente en la provincia Ñuflo de Chávez y Velasco, en lo que se denomina Chiquitania central y hacia el norte de estas, cuentan con solo el 19,5% dentro de las áreas de conservación y el 33% dentro de los sitios TIPAs distribuidos en este sector de la ecorregión.

Las áreas de conservación tanto nacional, departamental y municipal, tienen la función principal de resguardar la biodiversidad y sus recursos naturales, sin embargo, para poder cumplir con este objetivo es importante que las áreas de conservación cuenten apropiadamente con una conectividad entre ellas, como también una representación ecológica (Ferrer-Paris *et al.* 2018, Castillo *et al.* 2020). Dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano sus áreas de conservación son variables en cuanto al nivel de protección, superficies y gestión, de las cuales, cuatro son de nivel nacional, cinco departamental y 7 municipales. De acuerdo con Castillo *et al.* (2020), una de las ecorregiones con menor superficie bajo conservación es la del Bosque Seco Chiquitano, así mismo, señalan la importancia de contar con áreas de conservación a escala subnacional. Las áreas de conservación locales o subnacionales pueden ser fundamentales para la protección de áreas estratégicas o en peligro de extinción (Castillo *et al.* 2020). Si bien algunos de los sitios TIPAs no son áreas de conservación legalmente establecidas, son áreas o sitios que basan su establecimiento e identificación bajo un enfoque sólido e integral, que considera concentración de especies de plantas en riesgo de extinción, hábitats amenazados, centros de riqueza para plantas útiles y una gama de tipo de tenencia de tierra. Estos últimos aspectos pueden ser estratégicos a la hora de la gestión para la conservación por propietarios privados, locales o incluso territorios indígenas (Darbyshire *et al.* 2017, Martínez *et al.* 2021b, Castillo *et al.* 2020,).

### **Nivel de endemismos de hábitats y riesgo de extinción de las plantas endémicas**

El número de especies endémicas botánicas de Bolivia está en constante dinámica, conforme se van incrementando las investigaciones, colecciones botánicas y los trabajos taxonómicos en diferentes grupos. Hasta el 2018, Bolivia tenía registrado un total de 2.402 especies endémicas (Moraes *et al.* 2018), pero esta cifra se incrementó a 2.631 especies endémicas

de acuerdo con el catálogo de Bolivia (<http://legacy.tropicos.org/Project/BC>). Sin embargo, este valor inclusive puede variar debido a la constante revisión de portales de datos como la Reflora (<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>) o speciesLink (<https://specieslink.net/>), donde se pueden encontrar nuevas determinaciones de registros en países vecinos, lo cual lleva a la pérdida del estatus endémico de las especies que no ha sido actualizado en el catálogo de Bolivia. Ese aspecto fue relevante a la hora de la revisión, georreferenciación y verificación de las especies endémicas de la Chiquitania, donde por la búsqueda de información para categorizaciones de riesgo de extinción se encontraron desde determinaciones, publicaciones de nuevos registros para los países vecinos con los que se comparte tanto hábitat como la ecorregión (Klitgaard *et al.* 2023).

En Bolivia, las especies endémicas están distribuidas en función a eventos geológicos y dinámica orográfica, alta diversidad de hábitats, pero su conocimiento aún es insuficiente debido a las diferentes intensidades de colecciones botánicas y conocimientos científicos que en su mayoría provienen de los Andes hacia el centro del país (Fernández *et al.* 2015, Moraes *et al.* 2018). De acuerdo con Moraes *et al.* (2018), considerando las provincias biogeográficas, los Andes poseen la mayor representatividad de especies endémicas, mientras que el Cerrado es la tercera provincia con mayor representatividad. El valor de especies endémicas dentro del Cerrado agrupa a formaciones vegetales como los campos cerrados y bosque semidecíduo chiquitano (Beck 2015, Moraes *et al.* 2018).

El nivel de endemismo en plantas puede estar sujeto a diferentes escalas, como también a una restricción en cuanto al hábitat que ocupa. Por ejemplo, si consideramos los valores de especies endémicas únicamente dentro del conjunto “Cerrado” o “campos cerrados”, como describen Moraes *et al.* (2018), estaríamos indicando una baja diversidad o niveles de endemismos de las sub-fisonomías de los campos y sabanas del Cerrado. Mismas que, individualmente por sus características propias, son consideradas tanto en Bolivia y en Brasil, como diversas y con altos niveles de endemismos y plantas raras (Myers *et al.* 2000, Villarroel *et al.* 2016). Situación que se refleja con los resultados obtenidos, donde los campos rupestres, campos y sabanas son los hábitats con mayores especies endémicas restringidas dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano.

En cuanto a los niveles de endemismo en hábitats boscosos, en Bolivia los mayores niveles de endemismos se encuentran en los bosques húmedos en la región de los Andes y en bosques secos interandinos (López 2002, Beck 2015, Moraes *et al.* 2018). Los tres grupos de hábitats boscosos diferenciados para la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano efectivamente presentan niveles de endemismos bajos, sobre todo en especies restringidas, sin embargo, albergan especies endémicas nacionales y ecorregionales, sobre todo los bosques secos. Moraes *et al.* (2018), indican que al menos el 6% de endémicas se encuentra en el bosque semidecíduo chiquitano y de acuerdo con su distribución propuesta, esta estaría en lo que definimos como bosques secos.

Referente al riesgo de extinción de las 149 especies endémicas, que se encuentran dentro de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, 133 especies cuentan con una evaluación global de riesgo de extinción y 16 especies no han sido evaluadas. Las categorías de riesgo con mayores especies son Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico y Extinta en Estado Silvestre,

sumando entre las cuatro categorías un total de 98 especies endémicas amenazadas. De las 2.402 especies endémicas para Bolivia, solo 165 especies fueron evaluadas a nivel nacional (Moraes *et al.* 2018). Considerando el número de especies endémicas utilizado por Moraes *et al.* (2018) y el total utilizadas en este estudio, en ambos casos el porcentaje de evaluaciones de especies serían bajos, si no consideramos la escala de trabajo. En los últimos años han mostrado un incremento sustancial en cuanto a la documentación del riesgo de extinción de sus especies endémica y/o raras de la Chiquitania (Martinez *et al.* 2021b, Klitgaard *et al.* 2023). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos en diferentes regiones para conocer el estado de conservación y las amenazas de estas especies endémicas, aún existen vacíos y puede ocurrir lo que está sucediendo en diferentes regiones del mundo, en las cuales se están extinguiendo las especies de plantas sin haber sido descritas (Pimm 2020).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio nos muestran que los hábitats de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano se sitúan en las categorías más altas de riesgo de colapso de acuerdo con la metodología LRE de la UICN. Además, se identificaron cuáles son las variables de mayor riesgo para cada hábitat, donde resaltan la fragmentación, como consecuencia de la deforestación, y los incendios forestales que, históricamente afectan tanto a esta ecorregión como a otras regiones del departamento de Santa Cruz. Los resultados presentados deberían ser usados, como base o herramienta, para realizar un mejor manejo, planificación y valorización de los diferentes hábitats y su importancia ecológica, para que eviten el colapso de un ecosistema o hábitat, la pérdida de taxones, pérdida de biodiversidad, servicios ecosistémicos, y poder así mitigar los impactos del cambio climático.

Además de medir el riesgo de colapso de los hábitats, se conoce cuál es la representatividad de su superficie, en las diferentes áreas de conservación, que se distribuyen total o parcialmente dentro de la ecorregión. Solo dos, de los ocho hábitats, contaron con una superficie mayor al 50% bajo protección, la sabana y campo rupestres, en tanto que los otros hábitats presentaron un bajo porcentaje de superficie bajo protección de hábitats, es decir, los bosques húmedos, bosques subhúmedos, bosques secos, sabanas, campos y afloramientos rocosos. Este parámetro nos permitió identificar vacíos de conservación y en ocasiones falta de conectividad entre las áreas de conservación dentro de la ecorregión. Sin embargo, al sobreponer la red de sitios TIPAs, establecidos en la región de la Chiquitania, los porcentajes de superficie que podrían resguardarse, se incrementaron para la mayoría de los hábitats, como también mejoró la conectividad de áreas de conservación, a través de la presencia de estos sitios TIPAs. Con esta red de sitios se identificaron zonas donde no se tiene ningún área de conservación, siendo candidatos para tener una protección legal. Por ejemplo, sitios como Concepción, Lomerío, San Miguelito o hacia el sur este, a través de la serranía de Ipías y el Carmen Rivero Torrez, son sitios que albergan una importante superficie de mosaico de hábitats, con bosques, sabanas, campos y afloramientos rocosos y que además fueron establecidos bajo criterios sólidos e integrales.

Otro de los aspectos relevantes que se logra evidenciar, es la presencia de especies endémicas y su alto nivel de riesgo de extinción para cada uno de los hábitats. Más del 40% de estas plantas endémicas son restringidas a un hábitat en específico, o aquellas especies endémicas

de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano que pueden estar relacionadas a dos o tres diferentes hábitats. Es importante considerar que, la mayoría de estos hábitats están restringidos a la ecorregión, por lo que su colapso podría conllevar a extinciones locales, ecorregional o extinción total de aquellas plantas endémicas.

Los diferentes hábitats pueden cumplir roles distintos entre sí, tener una dinámica diferente y, por tanto, deben valorarse de acuerdo con sus características e importancia específicas. Frecuentemente vemos reportes o informes sobre deforestación, impactos de quemas, servicios ecosistémicos, entre otros, para los hábitats boscosos, toda vez que son los primeros afectados con el avance de las actividades antrópicas. Sin embargo, existen otros hábitats no boscosos particulares que cumplen un rol ecológico y que brindan también múltiples servicios ecosistémicos, pero que aún no son completamente conocidos ni comprendidos, tal como pasa con los afloramientos rocosos, un hábitat especializado en la diversidad, tanto para su flora como para su fauna.

Finalmente, los resultados sobre el nivel de riesgo de colapso identificado para los hábitats, el nivel de protección, la presencia y alto nivel de endemismo de los diferentes hábitats de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, deberían formar parte de cualquier estrategia de planificación, gestión y conservación. Así también, ser conocidos por parte de tomadores de decisiones en las diferentes instancias, como instituciones, propietarios privados, territorios indígenas o personas vinculadas a estos procesos importantes para nuestro patrimonio natural.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue realizado en el marco del proyecto “Improving indigenous Bolivian Chiquitano peoples livelihoods through sustainable forest management”, financiado por la Iniciativa Darwin (proyecto # 26-024, Royal Botanic Gardens, Kew). Los autores agradecen a los financiadores como la Iniciativa Darwin, Royal Botanic Gardens, Kew, William Cadbury Trust, Bentham-Moxon Trust, People’s Postcode Lottery y The Ingram Trust. Al Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Fundación Amigos de la Naturaleza y Universidad Autónoma Gabriel René Moreno por brindar el apoyo técnico y logístico para la generación de este manuscrito. También, un agradecimiento especial a John Wood (Royal Botanic Gardens, Kew, U.K), Javier Coímbra (Fundación para Conservación del Bosque Seco Chiquitano), Roxana Ledezma, Moises Mendoza, Alexander Parada (Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado), y Elmar Masay (Nación Monkoxi de Lomerío) por su participación y contribuciones en el taller realizado para establecer una base sobre los principales hábitats de la región de la Chiquitania.



## LITERATURA CITADA

- Aguilera, E. 2001. Geología y recursos naturales del departamento de Santa Cruz. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. Cochabamba. 166 p.
- Anívarro, R., H. Azurduy, O. Maillard & A. Markos. 2019. Diagnóstico por teledetección de áreas quemadas en la Chiquitania. Informe técnico del Observatorio Bosque Seco Chiquitano, Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, Santa Cruz.
- Azurduy, H. & O. Maillard. 2022. Islas de roca granítica en la región Chiquitana: Sitios de importancia para la conservación en Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 54(1):39-50.
- Beck, S.G., T.J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: Guía de Árboles de Bolivia. KILLEEN, T.J., S.G. BECK & E. García (Eds.). Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia, 1993, 6.
- Beck, S.G. 2015. Las regiones y zonas de vegetación. Pp. 3–20. En: Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck (Eds.). Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
- Bland, L.M., D.A. Keith, R.M. Miller, N.J. Murray & J.P. Rodriguez. 2016. Directrices para la aplicación de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN, Versión 1.0. Gland, Suiza: UICN. 96 p.
- Castillo, L.S., C.A. Correa, C.L. Matallana Tobón, G. Corzo, A. Areiza, R. González, F. Serrano, L. Chalán Briceño, F. Sánchez Puertas, A. More, O. Franco, H. Bloomfield, V.L. AguilerA Orrury, C. Rivadeneira Canedo, V. Morón-Zambrano, E. Yerena, J. Papadakis, J.J. Cárdenas, R.E. Golden Kroner & O. Godínez-Gómez. 2020. Connectivity of Protected Areas: Effect of Human Pressure and Subnational Contributions in the Ecoregions of Tropical Andean Countries. *Land*. 9:239.
- Darbyshire, I., S. Anderson, A. Asatryan, A. Byfield, M. Cheek, C. Clubbe, Z. Ghrabi, T. Harris, C. D. Heatubun, J. Kalema, S. Magassouba, B. McCarthy, W. Milliken, B. De Montmollin, E. Nic Lughadha, J.-M. Onana, D. Saïdou, A. Sárbu, K. Shrestha & E. A. Radford. 2017. Important Plant Areas: revised selection criteria for a global approach to plant conservation. *Biodiversity & Conservation* 26: 1767–1800.
- Fernández, M., L.M. Navarro, A. Apaza-Quevedo, S.C. Gallegos, A. Marques, C. Zambrana-Torrelío, F. Wolf, H. Hamilton, A.J. Aguilar-Kirigin, L.F. Aguirre, M. Alver, J. Aparicio, L. Apaza-Vargas, G. Arellano, E. Armijo, N. Ascarrunz, S. Barreras, G.S. Beck, H. Cabrera-Condarco, C. Campos-Villanueva, L. Cayola, N.P. Flores-Saldana, A.F. Fuentes, M.I. 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.F. Terán, M. Toledo, F. Zenteno-Ruiz, F.S. Dan & H.M. Pereira. 2015. Challenges and opportunities for the Bolivian Biodiversity Observation Network. *Taylor & Francis. BIODIVERSITY*. 16 (2-3): 86-98. <http://dx.doi.org/10.1080/14888386.2015.1068710>
- Ferrer-Paris, J.R., I. Zager, D.A. Keith, M.A. Oliveira-Miranda, J.P. Rodríguez, C. Jesse, M. Gonzalez-Gil, R.M. Miller, C. Zambrana-Torrelío & E. Barrow. 2018. An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies. *Conservation Letters*. 12: e12623.
- Flores-Valencia, M. & O. Maillard. 2021. Detección y cuantificación de los incendios forestales 2020: un análisis de la afectación en municipios, Tierras de Producción Forestal Permanente (TPFP) y áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, Bolivia.
- Función Amigos de la Naturaleza (FAN). 2016. Atlas Socioambiental de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia (2da edición). Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gorelick, N., Hancher M., Dixon, M., Ilyushchenko, D. Thau & R. Moore. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*. 202:18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Hoffmann, W.A. & A.G. Moreira. 2002. The Role of Fire in Population Dynamics of Woody Plants. Pp 159-177. En: Oliveira, P.S. & R.J. Marquis (Eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press. New York.
- Ibisch, P.L., G. Rauer, D. Rudolph & W. Barthlott. 1995. Floristic, biogeographical & vegetational aspects of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. *Flora*. 190:299-314.
- Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. Pp 47-88. En: Ibisch, P. L. & G. Mérida (Eds.). *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación*. Santa Cruz, Fundación Amigos de la Naturaleza.
- Killeen, T. J.; T. B. Louman & T. Grimwood. 1990. La ecología paisajística de la región de Concepción y Lomerío en la Prov. Nfllo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 16:1–45.
- Killeen, T., V. Calderon, L. Soria, B. Quezada, M.K. Steininger, G. Harper, L.A. Solorzano & C.J. Tucker. 2007. Thirty Years of Land-cover Change in Bolivia. *AMBIO A Journal of the Human Environment*. 36 (7): 600-606.
- Killeen, T., A. Guerra, M. Calzada, L. Correa, V. Calderón, L. Soria, B. Quezada & M.K. Steininger. 2008. Total Historical Land-Use Change in Eastern Bolivia: Who, Where, When, and How Much? *Ecology and Society* 13(1): 36.
- Klitgaard, B.B., M.T. Martínez-Ugarteche, D. Villarroel & M. Toledo. 2023. Guía para la aplicación de criterios TIPAs (Áreas Tropicales Importantes de Plantas) en Bolivia, modelo de estudio en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Santa Cruz. *Kempffiana* 19(2):1-15.

- Lizundia-Loiola, J., G. Otón, R. Ramo & E. Chuvieco. 2020. A spatio-temporal active-fire clustering approach for global burned area mapping at 250m from MODIS data. *Remote Sensing of Environment* 236: 111493.
- López, R.P. 2002. Diversidad florística y endemismo de los valles secos bolivianos. *Ecología en Bolivia*. 38(1):27-60.
- Maillard, O., R. Anívarro, R. Vides-Almonacid & W. 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): 128-149.
- Maillard, O., R. Anívarro, R. Vides-Almonacid & J.C. Salinas. 2019. El impacto de la infraestructura vial en ecosistemas de alta fragilidad: El caso de la construcción de una carretera en el norte chiquitano, Bolivia. Pp. 119–149, En: Inturias, M., K.Von Stosch, H. Balderlomar & I. Rodríguez (Eds.) *Desafíos socioambientales en las tierras bajas*. Instituto de Investigación Científica Social (IICS) de la Universidad Nur. Santa Cruz. Bolivia.
- Maillard, O., R. Anívarro & M. Flores-Valencia. 2020a. Pérdida de la cobertura natural (1986-2019) y proyecciones de escenarios a futuro (2050) en el Departamento de Santa Cruz. Informe técnico del Observatorio Bosque Seco Chiquitano, Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia. 55 p.
- Maillard, O., S. Angulo, R. Vides-Almonacid, D. Rumiz, P. Vogt, O. Monroy-Vilchis, H. Justiniano, H. Azurduy, R. Coronado, C. Venegas, R.L. Cuellar & R. Montaña. 2020b. Integridad del paisaje y riesgos de degradación del hábitat del jaguar (*Panthera onca*) en áreas ganaderas de las tierras bajas de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 55(2): 94-110
- Maillard, O., S.K. Herzog, R.W. Soria-Auza & R. Vides-Almonacid. 2022. Impact of Fires on Key Biodiversity Areas (KBAs) and Priority Bird Species for Conservation in Bolivia. *Fire* 5(1):4.
- Mamani, F., P. Pozo, D. Soto, D. Villarroel & J.R.I. Wood. 2010. Libro rojo de las plantas de los cerrados del Oriente Boliviano. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado–Darwin Initiative, Santa Cruz.
- Mamani, F., D. Soto, D. Villarroel, P. Pozo & J.R.I. Wood. 2011. Guía Darwin de las plantas de los cerrados de la Chiquitania. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz, Bolivia.
- Martinez-Ugarteche, M. T., R. Ledezma-Vargas, V. Miranda, A.W. Quevedo & M. López-Meruvia. 2020. Plantas forrajeras nativas del Pantanal - ANMI San Matías. Guía Ilustrada. Santa Cruz, Fundación Noel Kempff Mercado & Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.
- Martinez-Ugarteche, M.T., D. Villarroel, R. Ledezma-Vargas & M. Pinto-Viveros. 2021a. Diversidad alfa, beta y gamma de los campos y sabanas en la región de las Pampas de Terebinto, departamento de Santa Cruz, Bolivia. *Kempffiana* 17(1):1-41.
- Martinez-Ugarteche, M. T., D. Villarroel, B. Klitgaard, R. Clegg & M. Toledo. 2021b. Áreas Tropicales Importantes de Plantas (TIPAs) en Bolivia. *El Patujú* 34: 2-14.
- Ministerio de Medio Ambiente Y Agua (MMAyA). 2020. Libro Rojo de Plantas Amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia. Santa Cruz. 620 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. Documento no publicado. 78 p.
- Montes de Oca I. 1995. Geografía y clima de Bolivia. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 24(3): 357-368.
- Moraes, M.R., C. Maldonado & F.S. Zenteno-Ruiz. 2018. Endemic Plant Species of Bolivia and Their Relationships with Vegetation. *IntechOpen*.
- Mostacedo, B., M. Toledo & T.S. Fredericksen. 2001. La vegetación de las lajas en la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Acta Amazónica* 31 (1):11–25.
- Müller, R., D. Larrea, S. Cuellar & S. Espinoza. 2014. Causas directas de la deforestación reciente (2000-2010) y modelado de dos escenarios en las tierras bajas de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 49(1):20-34.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.
- Navarro, G. 1995. Clasificación de la vegetación de la región de Lomerío, en el departamento de Santa Cruz. Memoria y leyenda del Mapa. (Informe final). Proyecto Forestal de Manejo Sostenible (BOLFOS), Santa Cruz.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. Pp. 1–500. En: Navarro, G. & M. Maldonado (Eds.). *Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos*. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Cochabamba-Bolivia.
- Navarro, G. 2011. Clasificación de la vegetación de Bolivia. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia. 713 p.
- Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'Amico, I. Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao & K.R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience* 51(11):933–938.
- Olson, D.M. & E. Dinerstein. 2002. The global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annales the Missouri Botanical Garden* 89:199–224.
- Pimm, S. 2020. What we need to know to prevent a mass extinction of plant species. *Plants, People, Planet*. 3(7):7-15.
- Pinto-Ledezma, J.N. & M.L. Rivero. 2013. Temporal patterns of deforestation and fragmentation in lowland Bolivia: implications for climate change. *Climatic Change*. 127:43–54.

- Porembski, S. & W. Barthlott. 2000. *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg, Nueva York.
- Porembski, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies, and diversity patterns. *Revista Brasil. Bot.* 30(4): 579-586.
- Porembski, S., F.A.O. Silveira, P.L. Fiedler, A. Watve, M. Abarimananarivo, F. Kouame & S.D. Hopper. 2016. Worldwide destruction of inselbergs and related rock outcrops threatens a unique ecosystem. *Biodivers Conserv* 25: 2827–2830.
- Pozo, P. 2013. *Plantas de los afloramientos rocosos de las serranías de Roboré (Santa Cruz, Bolivia): Diversidad, endemismo y conservación*. Herbario Nacional de Bolivia-Instituto de Ecología. La Paz. 88 p.
- Redwood, J. 2012. *Managing the environmental and social impacts of a major IDB financed road improvement project, The Case of the Santa Cruz-Puerto Suárez Highway in Bolivia*. Inter-American Development Bank. Report no. 451, Washington, USA.
- Ricketts, T.H., E. Dinerstein, T. Boucher, T.M. Brooks, S.H.M. Butchart, M. Hoffmann, J.F. Lamoreux, J. Morrison, M. Parr, J.D. Pilgrim, A.S.L. Rodrigues, W.S. Sechrest, G.E. Wallace, K. Berlin, J. Bielby, N.D. Burgess, D.R. Church, N. Cox, D. Knox, C.Y. Loucks, G.W. Luck, L.L. Master, R. Moore, R. Naidoo, R. Ridgely, G.E. Schatz, G. Shire, H. Strand, W. Wettengel & E.C. Wikramanayake. 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 102(51):501.
- Rodríguez, J. P., D.A. Keith, K.M. Rodríguez-Clark, N.J. Murray, E. Nicholson, T.J. Regan, R.M. Miller, E.G. Barrow, L.M. Bland, K. Boe, T.M. Brooks, M.A. Oliveira-Miranda, M. Spalding & P. Wit. 2015. A practical guide to the application of the IUCN Red List of Ecosystems criteria. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370: 20140003.
- Sexton, J.O., X. Peng Song, M. Feng, P. Noojipady, A. Anand, C. Huang, Do-H. Kim, K.M. Collins, S. Chnnan, C. Dimiceli & J.R. Townshend. 2013. Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with lidar-based estimates of error. *International Journal of Digital Earth.* 6(5):427-448.
- Soria, R.W. & A.B. Hennessey. 2005. *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Bolivia and Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en las Andes Tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. En: *BirdLife International and Conservation International: BirdLife Conservation Series No. 14: BirdLife International: Quito, Ecuador, 2005. pp. 57–116.*
- IUCN. 2016. *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN. 2022. *The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-3*. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/>. Accesado en jul. 2022.
- Vides-Almonacid R., S. Reichle & F. Padilla. 2007. *Planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano*. Santa Cruz, Fundación Para la Conservación del Bosque Chiquitano & The Nature Conservation.
- 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.
- Villarroel, D., M.T. Martínez-Ugarteche, M. Toledo, R. Delgado, O.A. Lino-Villalba, L. Arroyo-Herbas, S.J. Quiroga-Méndez, J.C. Montero, T. Ulian, M. Way & B. B. Klitgaard. En Prensa. *Plantas nativas útiles de la región de la Chiquitania (Santa Cruz, Bolivia): checklist, centros de riqueza y estado de conservación*. *Revista Biología Neotropical*.
- Villegas, Z., B. Mostacedo, M. Toledo, C. Leaña, J.C. Licona, A. Alarcón, V. Vroomans & M. Peña-Claros. 2008. *Ecología y manejo de los bosques tropicales del Bajo Paraguá, Bolivia*. IBIF/WWF/BOLFOR. Bolivia. 159 p.
- Wildlife Conservation Society (WCS). 2019. *Áreas Prioritarias para la Conservación afectadas por los incendios en el Chaco, la Chiquitania y la Amazonía*. Nota Técnica del Programa de Wildlife Conservation Society en Bolivia.
- Yamazaki, D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'loughlin, J.C. Neal, C.C. Sampson, S. Kanae & P. D. Bates. 2017. A high-accuracy map of global terrain elevations. *Geophysical Research Letters.* 44 (11):5844-5853.

Anexo 1. Clasificación inicial de los habitats de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, elaborado a través de un taller del programa TIPAs en Santa Cruz, agosto de 2019.

Vegetación	Clasificación	Amenazado		Clasificación	Clasificación	Notas Extras
		Sí	No			
Formaciones boscosas	Norte, refiriéndose a la región con mayor contacto a la Amazonia. Por ejemplo: pie de la meseta del PNKM	Sí		- Colonización	- Parque Nacional Noel Kempff Mercado - Reserva Forestal Bajo Paragua	
	Centro, en la región con suelos rocosos; Lomerío, pie de la serranía de Chiquitos entre otros	Sí		- Minería	- TCO Lomerío - Valle de Tucabaca	
	Sur, región que se encuentra posterior a la Serranía de Chiquitos, influencia de vegetación de Chaco	Sí		- Colonización (Menonitas) - Cultivos de Soya - Plantaciones de Eucalipto		
Cerrados	Campo	Sí	No	- Pastos invasores e.g. Hyparrhenia rufa y Melinis repens - Ganadería	- Parque Nacional Noel Kempff Mercado - Serranías de Chiquitos - Santo Corazón - Cerro Manomó	- Cerrados (Mesetas) no amenazados - Cerro Manomó amenazado por minería
	Sabanas	Sí		- Ganadería - Caminos (asentamientos, colonización, turismo) - Minería (Serranía)	- Serranías de Chiquitos - Serranía de Sunsas - San Matías - Propiedades privadas (Ej. Estancia Cacarachi, Reserva privada Arubai)	
	Cerradão	Sí		Tipo de propiedad privada (Tipo de tenencia de tierra)		
Lajas (inselberg)	Geológicamente puede haber formaciones como cúpulas graníticas y de tipo arenisca, se tienen lajas (planas) y los domos o cúpulas graníticas	Sí		- Cambio de uso de suelo - Desechos o residuos metálicos, escombros - Caminos - Quemadas - Actividades recreacionales	- TCO Lomerío - Orquídeas de El Encanto - Cerro Pelao	Implementar estrategias de conservación, una de ellas protección a través de perimetros o buffer para su protección, dependiendo el tipo de tenencia y sitio

**Anexo 2.** Superficie y proporción de los diferentes tipos de coberturas naturales y áreas antrópicas de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano en Santa Cruz, Bolivia.

<b>Coberturas de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano</b>	<b>Superficie total (ha)</b>	<b>% de cobertura</b>
Afloramientos rocosos	6.645	0,0
Antrópico	4.301.507	23,4
Bosque Húmedo	4.245.491	23,1
Bosque Seco	6.227.627	33,9
Bosque Subhúmedo	1.422.834	7,8
Campo Rupestre	180.549	1,0
Campos	660.378	3,6
Cuerpos de Agua	175.175	1,0
Sabana Rupestre	182.984	1,0
Sabanas	950.544	5,2
<b>Superficie total (ha)</b>	<b>18.353.733</b>	<b>100%</b>

Anexo 3. Lista de plantas endémicas en la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, nivel de endemismo, estatus de conservación y hábitats donde crecen

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas nacional	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Aechmea kuntzeana</i>	NT							✓		
<i>Aegiphila herzogii</i>	LC		✓	✓	✓					
<i>Aegiphila steinbachii</i>	VU			✓						
<i>Angelonia chiquitensis</i>	VU			✓				✓		
<i>Apbelandra rusbyi</i>	LC		✓	✓						
<i>Arachis cruziana</i>	VU							✓		
<i>Arachis herzogii</i>	EN			✓				✓		
<i>Arachis kempff-mercadotii</i>	NE		✓							
<i>Arachis krapovickasii</i>	EN			✓				✓		
<i>Axonopus boliviensis</i>	DD		✓	✓	✓			✓		
<i>Boelckea beckii</i>	EN		✓							
<i>Bougainvillea modesta</i>	LC			✓						
<i>Calea rhombifolia</i>	LC							✓		
<i>Canavalia beniensis</i>	VU							✓		
<i>Chomelia rauwolfioides</i>	NT		✓	✓	✓					
<i>Coccoloba meissneriana</i>	NT				✓			✓		
<i>Croton berzogianus</i>	VU							✓		
<i>Cuphea splendida</i>	LC				✓					
<i>Diplolebea berzogii</i>	NE			✓						
<i>Eugenia boliviana</i>	VU			✓						
<i>Gaya cruziana</i>	NE			✓	✓					
<i>Heteropterys falcifera</i>	EN			✓						
<i>Hibiscus adscensionis</i>	VU		✓			✓				

## Cont. Anexo 3.

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas nacional	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Ipomoea densibracteata</i>	VU	✓		✓				✓		✓
<i>Mitracarpus bicrucis</i>	VU						✓			✓
<i>Neea steinbachiana</i>	NE		✓		✓					
<i>Nymphoides herzogii</i>	EN				✓					
<i>Ouratea boliviana</i>	EN		✓		✓		✓			
<i>Ouratea trollii</i>	LC		✓				✓	✓		
<i>Oxypetalum pearsonii</i>	VU		✓		✓					
<i>Pachira rurrenabaqueana</i>	VU		✓					✓		
<i>Pavonia heterotricha</i>	EN			✓	✓					
<i>Piper pandoense</i>	DD		✓							
<i>Pitcairnia cardenasii</i>	EN						✓			
<i>Pseudobombax pulchellum</i>	EN			✓						
<i>Schoepfia tetramera</i>	LC			✓	✓					
<i>Steinbachiella leptoclada</i>	VU		✓	✓						
<i>Stevia sarensis</i>	VU							✓		
<i>Suessenguthia multisetosa</i>	VU		✓	✓	✓					
<i>Syagrus cardenasii</i>	LC			✓						
<b>Total endémicas nivel nacional</b>		<b>1</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>15</b>		<b>2</b>

Clave: ✓ = Sí. Categoría UICN: No Evaluado = NE, Datos Insuficientes = DD, Preocupación Menor = LC, Casi Amenazado = NT, Vulnerable = VU, En Peligro = EN, En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre = EW.

Cont . Anexo 3.

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas ecorregional	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Acalypha psamofila</i>	DD			✓				✓		
<i>Arachis chiquitana</i>	EN			✓				✓		
<i>Arachis rigonii</i>	EW			✓	✓					
<i>Blepharodon philibertioides</i>	EN						✓		✓	
<i>Borreria jobnwoodii</i>	EN					✓				
<i>Byttneria fontis</i>	EN			✓	✓					
<i>Centratberum cardenasii</i>	VU							✓	✓	
<i>Clematis uruboensis</i>	VU			✓		✓		✓		
<i>Cnidoscolus orientensis</i>	EN			✓				✓		
<i>Cybianthus buchitienii</i>	VU		✓			✓				
<i>Elaphoglossum cruzense</i>	DD			✓			✓	✓		
<i>Epidendrum espiritussantense</i>	EN					✓	✓			
<i>Eugenia cydoniifolia</i>	VU			✓					✓	
<i>Eugenia lomerensis</i>	EN							✓		
<i>Eugenia teresa-ruiziana</i>	CR			✓				✓		
<i>Fosterella yuwinkae</i>	EN						✓		✓	
<i>Gomphrena cardenasii</i>	VU						✓		✓	
<i>Gymnocalycium chiquitanum</i>	DD	✓							✓	
<i>Hibiscus conceptionis</i>	EN	✓						✓		
<i>Hyptis woodii</i>	VU					✓		✓		
<i>Ichthyothere woodii</i>	EN							✓	✓	



## Cont. Anexo 3.

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas ecorregional	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Ipomoea psammophila</i>	EN						✓	✓		
<i>Luetzelburgia sotoi</i>	VU			✓				✓		
<i>Manibot linearifolia</i>	NE							✓		
<i>Mimosa chobisensis</i>	EN						✓	✓		✓
<i>Mimosa huanchacae</i>	EN					✓	✓			
<i>Mimosa jacobita</i>	VU						✓	✓		
<i>Mimosa josephina</i>	VU			✓				✓		
<i>Neocuatrecasia tysonii</i>	VU	✓						✓		✓
<i>Ouratea latifolia</i>	DD		✓				✓	✓		
<i>Pavonia chiquitensis</i>	CR				✓					✓
<i>Pectis barryi</i>	EN					✓		✓		
<i>Pfaffia rotundifolia</i>	EN						✓			✓
<i>Pseudabutilon leucobrix</i>	DD			✓						
<i>Sarcoglottis berzogii</i>	DD		✓	✓			✓			
<i>Senna coimbrae</i>	NE			✓						
<i>Stigmaphyllon bolivense</i>	CR		✓	✓						
<i>Stigmaphyllon coloratum</i>	NE			✓				✓		
<b>Total endémicas nivel ecorregional</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>21</b>		<b>11</b>

Clave: ✓ = Sí. Categoría UICN: No Evaluado = NE, Datos Insuficientes = DD, Preocupación Menor = LC, Casi Amenazado = NT, Vulnerable = VU, En Peligro = EN, En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre = EW.

Cont . Anexo 3.

Especies endémicas restringidas	Categoría UICN	Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano											
		Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres				
<i>Acalypha cuprea</i>	DD			✓									
<i>Ancistrotropis subbasata</i>	EN	✓											
<i>Arachis inflata</i>	NE										✓		
<i>Astronium woodii</i>	NE												✓
<i>Bidens berzogii</i>	EN									✓			
<i>Billbergia velascana</i>	NE										✓		
<i>Blepharodon crabronum</i>	EN									✓			
<i>Borreria velascoana</i>	CR	✓											
<i>Bromelia ignaciana</i>	VU									✓			
<i>Calea huanchacana</i>	EN									✓			
<i>Calea nematophylla</i>	EN									✓			
<i>Chamaecrista chiquitana</i>	EN	✓											
<i>Chomelia chiquitensis</i>	EN							✓					
<i>Cierfuegosia angustifolia</i>	CR			✓									
<i>Croton cardenasii</i>	DD												
<i>Cuphea luteola</i>	VU										✓		
<i>Cypella boliviana</i>	DD												
<i>Digitaria killeenii</i>	DD									✓			
<i>Diospyros yomomo</i>	LC		✓										
<i>Discocactus boliviensis</i>	VU	✓											
<i>Dyckia barthlottii</i>	NE							✓					
<i>Echinopsis hammerschmidii</i>	NE	✓											
<i>Eleocharis steinbachii</i>	DD												
<i>Eriocaulon huanchacananum</i>	VU											✓	
<i>Eriobrysis conceptionensis</i>	NE									✓			

Cont . Anexo 3.

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas restringidas	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Eugenia michaelneei</i>	EN						✓			
<i>Euphorbia riinae</i>	VU						✓			
<i>Fosterella vasquezii</i>	LC						✓			
<i>Frailca chiquitana</i>	DD	✓								
<i>Galiantbe chiquitosiana</i>	EN						✓			
<i>Handroanthus abayoy</i>	NE							✓		
<i>Hyptis grisea</i>	VU						✓			
<i>Hyptis kempffiana</i>	VU						✓			
<i>Hyptis tuberosa</i>	VU						✓			
<i>Isoetes afloramientorum</i>	NE	✓								
<i>Isoetes santacruzensis</i>	NE	✓								
<i>Justicia adhaerens</i>	CR								✓	
<i>Justicia israelvargasi</i>	DD									
<i>Manibot arenaria</i>	EN							✓		
<i>Manibot fabianae</i>	EN						✓			
<i>Manibot stellata</i>	CR							✓		
<i>Microlicia woodii</i>	NE						✓			
<i>Mikania manomoi</i>	EN						✓			
<i>Mimosa auriculata</i>	EN						✓			
<i>Mimosa chiquitaniensis</i>	CR							✓		
<i>Myrcia lignosa</i>	NE						✓			
<i>Myrcia proencana</i>	VU						✓			
<i>Neocuatrecasia epapposa</i>	VU	✓								
<i>Notylia morenoi</i>	DD			✓						
<i>Otacyrium boliviense</i>	NT					✓				

Cont. Anexo 3.

Hábitats de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano										
Especies endémicas restringidas	Categoría UICN	Afloramientos rocosos	Bosques Húmedos	Bosques Secos	Bosques Subhúmedos	Campos	Campos Rupestres	Sabanas	Sabanas Rupestres	
<i>Paspalum crucense</i>	EN	✓								
<i>Passovia diffusa</i>	CR					✓				
<i>Pavonia filiformis</i>	DD									
<i>Pitcairnia chiquitana</i>	EN						✓			✓
<i>Pitcairnia mobammadii</i>	EN						✓			
<i>Pitcairnia platystemon</i>	VU						✓			
<i>Platago pyrophila</i>	VU						✓			
<i>Poteranthera leptalea</i>	VU						✓			
<i>Praxelis chiquitensis</i>	EN						✓			
<i>Praxelis porophylloides</i>	EN						✓			
<i>Rhynchospora melanocarpa</i>	DD					✓				
<i>Sida chiquitana</i>	DD							✓		
<i>Spermacoce santacruciana</i>	CR					✓				
<i>Sporobolus cruceis</i>	NT	✓								
<i>Stenandrium villarroelii</i>	CR									✓
<i>Woodianthus sotoi</i>	VU		✓							
<i>Xyris boliviana</i>	CR					✓				
<i>Xyris crassifunda</i>	CR						✓			
<i>Xyris guillenii</i>	CR					✓				
<i>Xyris subasperula</i>	VU						✓			
<i>Zanthoxylum comosum</i>	DD			✓						
<b>Total endémicas nivel ecorregional</b>		<b>11</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	

Clave: ✓ = Sí. Categoría UICN: No Evaluado = NE, Datos Insuficientes = DD, Preocupación Menor = LC, Casi Amenazado = NT, Vulnerable = VU, En Peligro = EN, En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre = EW.