

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CUATRO ESPECIES DE LA FAMILIA CACTACEAE ENDÉMICAS DEL CERRADO BOLIVIANO

CONSERVATION STATUS OF FOUR ENDEMIC SPECIES OF THE CACTACEAE FAMILY IN THE BOLIVIAN CERRADO

MONTERO ARAMAYO, J. C., VILLARROEL SEGARRA, D.

RESUMEN

El Cerrado boliviano es un ecosistema con una biodiversidad exuberante donde muchas de las especies presentes cuentan con un endemismo restringido por su misma ecología que las vuelve más propensas a sufrir presiones y amenazas, por ende, más vulnerables. No tan solo afectando al hábitat, sino a las especies en específico, como sucede con las cactáceas, familia botánica con mayor riqueza de especies endémicas del país, en especial en la región de la Chiquitanía como son la *Frailea chiquitana*, *Gymnocalycium chiquitanum*, *Discocactus boliviensis* y *Discocactus ferricola*. La evaluación del estado de conservación de las cuatro especies de cactus tiene la finalidad de generar argumentos técnicos y científicos que contribuyan a su conservación y consolidación de las Áreas Importantes para la Conservación de Plantas (Tropical Important Plants Areas, TIPAs) en la Chiquitanía. Se establecieron seis sitios; dos para la *Frailea chiquitana*, dos para la *Gymnocalycium chiquitanum*, uno para la *Discocactus boliviensis* y uno para la *Discocactus ferricola* de acuerdo con los afloramientos rocosos afines a estas especies para el área de distribución de cada especie. La determinación de la estructura poblacional se realizó por muestreos de cuadrantes de 10 x 5 m, contabilizando todos los individuos de acuerdo a sus estadios de desarrollo (propágulo, juvenil y adulto). Las presiones y amenazas a las cuales están sometidas son por ramoneo de ganado, colecta ilegal, minería, deforestación e incendios. Se realizó una adecuada evaluación con base en toda la información obtenida y reflejar las categorías en las que realmente se encuentran estas especies. Las especies de cactáceas *Frailea chiquitana*, *Gymnocalycium chiquitanum*, y *Discocactus ferricola* se clasificaron: En Peligro B (EN) mientras que la *Discocactus boliviensis* se clasificó como: En Peligro Crítico B (CR).

ABSTRACT

The Bolivian Cerrado is an ecosystem with exuberant biodiversity where many of the species present have restricted endemism due to their very ecology, which makes them more prone to pressure and threats, and therefore more vulnerable. Not only affecting the habitat, but the specific species, as is the case with cacti, a botanical family with the greatest wealth of endemic species in the country, especially in the Chiquitanía region, such as *Frailea chiquitana*, *Gymnocalycium chiquitanum*, *Discocactus boliviensis*, and *Discocactus ferricola*. The evaluation of the conservation status of the four cacti species has the purpose of generating technical and scientific arguments that contribute to their conservation and consolidation of the Important Areas for the Conservation of Plants (Tropical Important Plants Areas, TIPAs) in the Chiquitanía. Six sites were established; two for *Frailea chiquitana*, two for *Gymnocalycium chiquitanum*, one for *Discocactus boliviensis* and one for *Discocactus ferricola* according to rock outcrops related to these species for the distribution area of each species. The determination of the population structure was carried out by sampling quadrants of 10 x 5 m, counting all the individuals according to their development stages (propagule, juvenile and adult). The pressures and threats to which they are subjected are due to cattle browsing, illegal collection, mining, deforestation and fires. An adequate evaluation was carried out based on all the information obtained and reflecting the categories in which these species are actually found. The cacti species *Frailea chiquitana*, *Gymnocalycium chiquitanum*, and *Discocactus ferricola* were classified: Endangered B (EN) while *Discocactus boliviensis* was classified as: Critically Endangered B (CR).

PALABRAS CLAVE

Conservación. *Frailea chiquitana*.
Gymnocalycium chiquitanum.
Discocactus boliviensis. *Discocactus ferricola*.
Distribución espacial.
Estructura poblacional.

KEYWORDS

Conservation. *Frailea chiquitana*.
Gymnocalycium chiquitanum.
Discocactus boliviensis. *Discocactus ferricola*.
Space distribution.
Population structure.

INTRODUCCIÓN

La familia de las Cactaceae se destaca en Bolivia entre las familias botánicas con mayor riqueza entre las especies endémicas, ya que, según el Catálogo de la Flora de Bolivia (Catálogo de la Flora de Bolivia, 2020), de las 240 especies de cactus identificados en el país, aproximadamente 134 son endémicas según Navarro (Navarro, 1996).

De ellas, según el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, MMAyA, (MMAyA, 2020), en la región de la Chiquitania, habitan 11 de estas especies endémicas y son las más sometidas a presiones y amenazas, tales como:

- Extracción de madera no sostenible.
- Quemas e incendios de bosques y vegetación natural.
- Deforestación.
- Implementación de monocultivos.
- Minería.
- Colonización ilegal.

Estas 11 se encuentran en un área de distribución geográfica reducida. Entre estas especies de la región chiquitana se destacan:

Frailea chiquitana: a nivel nacional se encuentra categorizada como una Especie en Peligro (EN) según el criterio B [B1+2b, c (i, ii, iii, iv)](MMAyA, 2020); distribución geográfica representada como extensión de presencia o área de ocupación] y a nivel internacional está categorizada bajo el estatus de Datos Insuficientes (DD) (Lowry, 2017a), pues, según los evaluadores, no se cuenta con información suficientemente robusta para realizar un adecuado análisis de su estado de conservación.

Según el MMAyA, las presiones y amenazas específicas de las poblaciones de *F. chiquitana* son:

- La propagación de los incendios hacia los afloramientos rocosos que afectan extensivamente en la época seca a los bosques chiquitanos semidecuidos y los chaparrales del Cerrado.
- El ramoneo del ganado vacuno y caprino en época seca.
- Colecta ilegal, extracción como planta ornamental para su exportación ilegal destinada a coleccionistas.

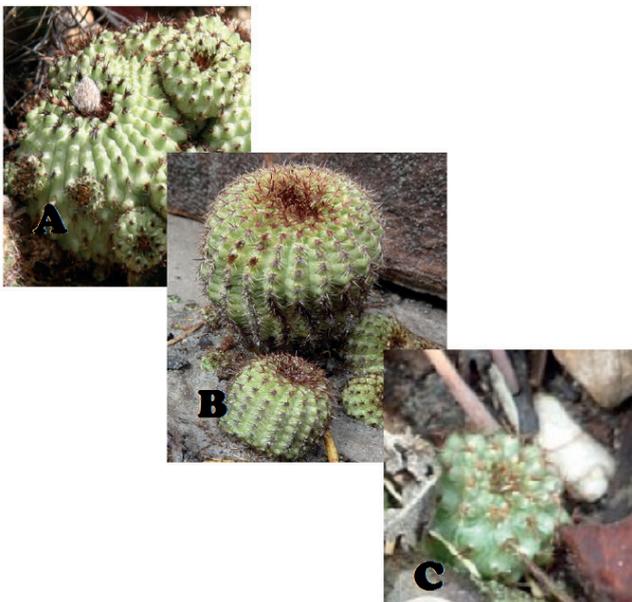


Figura 1. Estadios de desarrollo de *Frailea chiquitana*
A) Adulto, B) Juvenil, C) Propágulos

Gymnocalycium chiquitanum: especie que a nivel nacional está categorizada bajo el estatus de En Peligro (EN) según el criterio A, B y C [A3+B2(a)+C1](MMAyA, 2020); reducción del tamaño poblacional; distribución geográfica representada como extensión de presencia o área de ocupación y pequeño tamaño de la población y disminución]; y a nivel internacional está categorizada bajo el estatus de Datos Insuficientes (DD) (Lowry, 2017b), ya que para los evaluadores no existe la suficiente información para realizar un análisis de estado de conservación de la especie.

Sus principales presiones y amenazas de las poblaciones de *Gymnocalycium chiquitanum*, según el MMAyA son:

- Extracción de especímenes en hábitat para su comercio destinado a coleccionistas fuera de Bolivia.
- Pisoteo y predación por ramoneo de ganado ovino y caprino, especialmente en época seca. “Teóricamente protegido al hallarse dentro del Área Protegida “Santa Cruz la Vieja” pero, sin embargo, se halla sometido a las amenazas citadas y a la poco eficiente protección y manejo de esta zona protegida municipal.” (MMAyA, 2020).

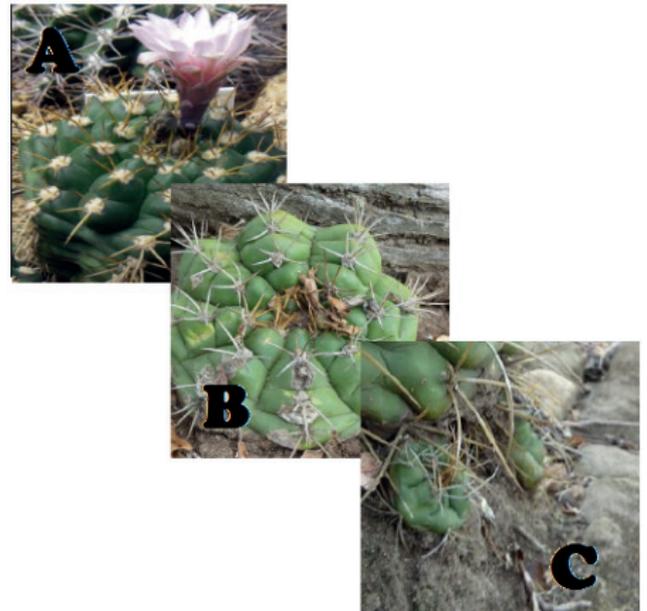


Figura 2. Estadios de desarrollo de *Gymnocalycium chiquitanum*
A) Adulto, B) Juvenil, C) Propágulos

Discocactus boliviensis: a nivel nacional se encuentra categorizada como una especie En Peligro (EN) según el criterio B [B2ab (ii, iii, iv, v)] (MMAyA, 2020); Distribución geográfica representada como extensión de presencia o área de ocupación]; y a nivel internacional está categorizada como una especie Vulnerable (VU) según el criterio D (D2). (Braun, 2017).

Entre las principales presiones y amenaza de las poblaciones de *D. boliviensis* se menciona a:

- Proyectos de explotación minera a cielo abierto en la Serranía del Mutún y cerros adyacentes.
- Las quemas e incendios de los bosques chiquitanos semidecuidos contiguos y del Cerrado que pueden afectar a esta especie descrita por el MMAyA (MMAyA, 2020).

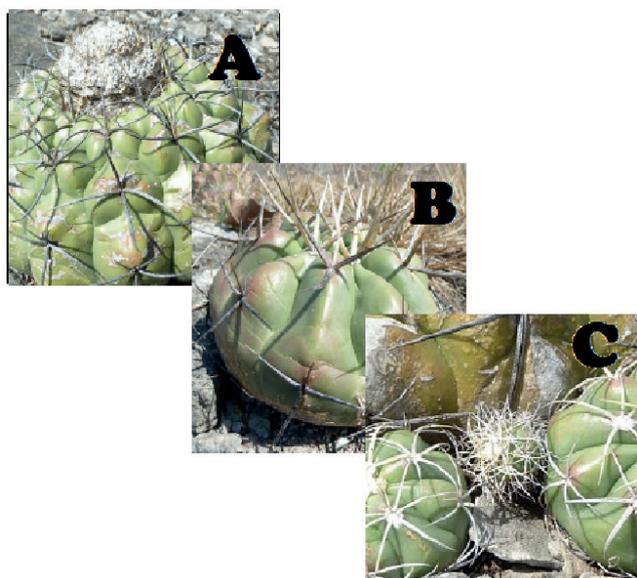


Figura 3. Estadios de desarrollo de *Discocactus boliviensis*
A) Adulto, B) Juvenil, C) Propágulos

Discocactus ferricola: es otra de las especies de cactus que sobresalen por su endemismo, restringido a la región geológica del Macizo del Urucum, tanto en Bolivia como en Brasil, la cual no cuenta con una evaluación a nivel nacional, pero a nivel internacional está categorizada como una especie En Peligro (EN) según el criterio B [B2ab (iii, v)] descrito por Braun. (Braun, 2013).

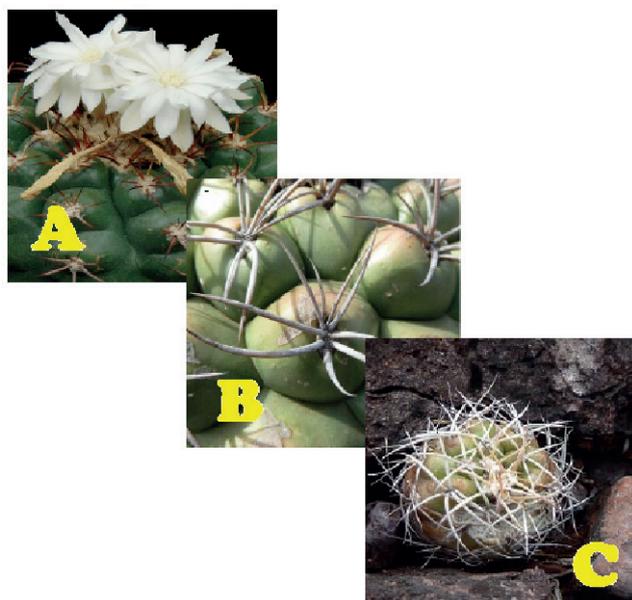


Figura 4. Estadios de desarrollo de *Discocactus ferricola*
A) Adulto, B) Juvenil, C) Propágulos

Geográficamente, el estudio se realizó en la provincia Chiquitos, en el Parque Nacional Histórico Santa Cruz La Vieja del municipio de San José de Chiquitos, en la Reserva municipal de vida silvestre de Tucabaca del municipio de Roboré y en la Comunidad el Tinto del municipio de Pailón, en la provincia German Bush, en el municipio de Puerto Suarez. En la figura 5 se muestra el área geográfica del estudio.



Figura 5. Área geográfica del estudio

En San José de Chiquitos, el clima regional es marcadamente estacional, pudiéndose diferenciar una época húmeda, que generalmente inicia en octubre y se extiende hasta marzo, y otra seca, que inicia en abril y llega hasta septiembre. La precipitación promedio anual es de, 1097 mm, la misma que en los últimos 10 años alcanzó valores máximos de hasta 1604 mm, y mínimos de 683 mm (SENAMHI, 2016).

En Roboré, los veranos son cortos, tórridos y húmedos; los inviernos son cortos y cómodos, hallándose parcialmente nublado durante todo el año. La precipitación máxima anual es de hasta 152,8 mm y mínimas de 23,2 mm (SENAMHI, 2016).

Pailón posee un clima subtropical húmedo, en el que se distinguen cuatro estaciones, con veranos cálidos y húmedos e inviernos frescos. Con una temperatura anual de 25,5 °C y con una precipitación pluvial media anual de 919 mm, con máximas de 41 °C. La precipitación anual promedio oscila alrededor de los 900 a 1000 mm (SENAMHI, 2016). La mayor precipitación ocurre en los meses de octubre-febrero.

Puerto Suárez puede ser clasificado como de clima tropical de sabana (Aw), de acuerdo con la clasificación climática de Köppen. La temperatura máxima histórica registrada en Puerto Suárez fue de 42,0 °C (SENAMHI, 2016).

MÉTODOS

Previamente a la georreferenciación de las cuatro especies se realizó una depuración de la información obtenida de:

La revisión de los especímenes botánicos depositados en el Herbario del Oriente Boliviano (USZ).

Las bases de datos virtuales de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF; www.gbif.org), del Jardín Botánico de Missouri (www.tropicos.org), iNaturalist (www.inaturalist.org) y speciesLink (<http://www.splink.org.br>)

Registros y referencia obtenidos mediante consulta directa con los investigadores Martínez, Parada, Mendoza, Villarroel e investigadores asociados del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM). De esta forma se logró obtener una base de datos completa, depurando datos innecesarios, como los que se repiten, tienen errores, o falta de información.

Los datos obtenidos mediante la recopilación de información provienen de un total de 17 muestras, de las cuales siete corresponden a la especie *Frailea chiquitana*, una a la especie *Gymnocalycium chiquitanum*, dos a la especie *Discocactus boliviensis* y, por último, siete para la especie *Discocactus ferricola*, representando a cada especie por sitio, mientras que, en la toma de datos de campo, se realizaron adiciones a estos sitios como ser:

Frailea chiquitana se muestreó en los dos sitios registrados.

Gymnocalycium chiquitanum fue muestreada en el sitio registrado, adicionando El Tinto, Pailón.

Discocactus boliviensis fue muestreada en 1 de los sitios registrados.

Discocactus ferricola fue muestreado en 1 de los sitios registrados.

taxón, la cual es obtenida por la suma de los cuadrados de la rejilla ocupada con una medida de 2 x 2 km.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra la georeferación de los sitios de estudio.

La estructura poblacional de las cuatro especies de cactus se analizó mediante la cuantificación del número de individuos en cada estadio de desarrollo. Debido a que las poblaciones de cada una de las especies se caracterizan por tener una alta afinidad con los afloramientos rocosos (lajas y serranías), los sitios de muestreo se seleccionaron de forma no probabilística.

En el trabajo de campo se muestrearon todos los afloramientos rocosos donde las especies fueron registradas. En cada uno de estos afloramientos rocosos, el muestreo de las poblaciones de las cuatro especies de cactus se realizó mediante la aplicación de un diseño sistemático. (Mostacedo, Fredericksen, 2000).

Las dimensiones de los cuadrantes de muestreo fueron de 5 x 10 m. La distancia entre uno y otro cuadrante dependió de las dimensiones y características del sitio de muestreo o laja.

Dentro de cada cuadrante se realizó el muestreo mediante la implementación de cuadrantes en las lajas correspondientes; dentro de cada cuadrante se realizó la toma de datos en los estadios de desarrollo Adulto, Juvenil y Propágulo.

La estructura poblacional de las cuatro especies de cactus se analizó mediante la cuantificación del número de individuos en cada estadio de desarrollo.

Los resultados se graficaron en histogramas que muestran la distribución de la densidad promedio de individuos, acumulados según los estadios de desarrollo, aspecto altamente importante para determinar si las poblaciones están organizadas de forma que se garantice su permanencia en el tiempo (poblaciones estables) o si estas están atravesando por un proceso de degradación por la falta de regeneración (poblaciones regresivas). Para poder trabajar con los datos en RStudio se realizaron promedios de densidades para las especies donde hubiese más de un sitio muestreado.

Las presiones y amenazas a las que están expuestas las especies y los afloramientos rocosos se determinaron mediante los siguientes aspectos:

Mediante observaciones en campo alrededor de los puntos de muestreos, donde se registraron actividades o presencia de agentes externos como incendios en la zona, ramoneo de ganado, colecta ilegal, minería y contaminación.

Por análisis espacial, realizado mediante sobreposición geográfica de los puntos de muestreo y los mapas de incendios actuales 2019 e históricos del periodo 2000-2019.

El estado de conservación de las especies se evaluó con base en los criterios y categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, utilizando la información obtenida en los puntos anteriores: distribución geográfica, densidad poblacional, estructura poblacional y magnitud de las presiones y amenazas identificadas.

Con los datos obtenidos para cada especie se dividió la información con base en sus poblaciones y poder así realizar el análisis de la extensión de presencia, EOO, y el área de ocupación, AOO, mediante la herramienta GeoCat (Geospatial Conservation

Assessment Tool), herramienta de evaluación de conservación geoespacial con el respaldo de KEW GARDENS, VIBRANT y UICN, que realiza un análisis geoespacial rápido de especies de una forma sencilla mediante archivos en formato CSV y bajo un formato específico.

La EOO, es el área dentro de los límites imaginarios que contiene todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados del taxón, mientras que el AOO se define como el área dentro de la EOO ocupada por el

Tabla 1. Distribución geográfica y georreferenciación del área de estudio, las especies de la familia *Cactaceae* endémicas en el Cerrado boliviano evaluadas

Nombre	Punto de Colecta		Sitios Registrados
	Latitud	Longitud	
<i>Frailea chiquitana</i>	-18.336750	-59.660556	Camino entre la carretera bioceánica y Santiago de Chiquitos. Conocido.
<i>Frailea chiquitana</i>	-18.362361	-59.626417	Las Pozas UCPN Tucabaca, Santiago de Chiquitos. No conocido
<i>Gymnocalycium chiquitanum</i>	-17.874028	-60.770417	Purgatorio y Mirador Santa Cruz la vieja, San José. Conocido.
<i>Gymnocalycium chiquitanum</i>	-17.681389	-61.285236	El Tinto, Pailón. No conocido.
<i>Discocactus boliviensis</i>	-19.043611	-57.856750	San Cirilo, Puerto Suárez. Conocido.
<i>Discocactus ferricola</i>	-19.213333	-57.922083	El Mutún, Puerto Suárez. Conocido.

Se muestreó un total de 6 sitios, en los cuales mínimamente se implementaron 2 cuadrantes, con la finalidad de obtener resultados representativos para cada una de las lajas. El total de cuadrantes implementados fue de 29.

En la especie *Frailea Chiquitana*, de acuerdo con la comparación entre los estadios de desarrollo, se nota una fuerte diferencia entre las densidades de $f = 30,63$; $p = 0,010$, ya que, los juveniles presentaron los valores más altos con $60,0 \pm 0,9$ ind/50 m², superaron contrastantemente a los adultos de $34,0 \pm 8,0$ ind/50 m² y propágulos $16,0 \pm 5,7$ ind/50 m², estos últimos con densidades poblacionales probabilísticamente similares de $p = 0,095$ como se muestra en la Figura 6.

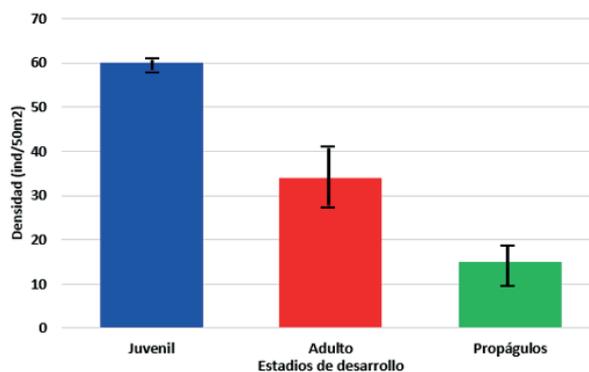


Figura 6. Densidad poblacional total de la especie *Frailea chiquitana*

En la especie *Gymnocalycium chiquitanum* se puede notar que, estadísticamente, los 3 estadios de desarrollo son iguales $f = 1,17$; $p = 0,420$ con las siguientes densidades: juveniles presentando valor de $207,0 \pm 143,1$ ind/50 m², adultos con $60,0 \pm 49,8$ ind/50 m² y propágulos con $79,0 \pm 98,0$ ind/50 m² como se muestra en la Figura 7.

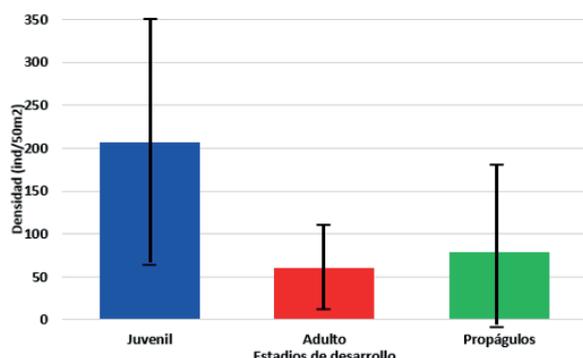


Figura 7. Densidad poblacional total de la especie *Gymnocalycium chiquitanum*

En la especie *Discocactus boliviensis* se encuentra una gran diferencia entre las densidades ($f = 5,95$; $p = 0,016$), ya que los juveniles presentaron valores más altos, de $285,0 \pm 159,8$ ind/50 m², superando contrastantemente a los adultos, $89,0 \pm 58,9$ ind/50 m², y a los propágulos, $83,8 \pm 63,1$ ind/50 m². Estos últimos con densidades poblacionales probabilísticamente similares ($p = 0,128996$) como se muestra en la Figura 8.

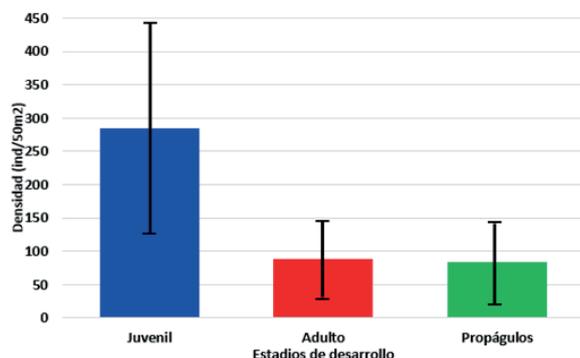


Figura 8. Densidad poblacional total de la especie *Discocactus boliviensis*

En la especie *Discocactus ferricola*, en cuanto al análisis de varianza no paramétrico, se ve que los 3 estadios de desarrollo son estadísticamente iguales ($p = 0,061$), presentando valores más altos los juveniles con $253,0 \pm 167,3$ ind/50 m², luego los adultos con $128,0 \pm 58,7$ ind/50 m² y finalmente, los propágulos con $68,0 \pm 78,9$ ind/50 m². Los datos se observan en la Figura 9.

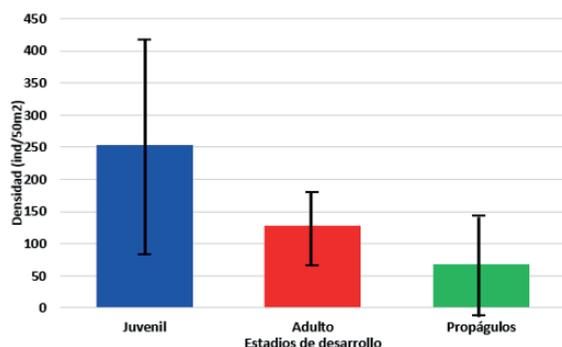


Figura 9. Densidad poblacional total de la especie *Discocactus ferricola*

La observación realizada en campo permitió identificar las siguientes presiones y amenazas que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Presiones y amenazas a las diferentes especies de la familia *Cataceae* endémicas en el Cerrado boliviano

Especie	Presiones y Amenazas
<i>Frailea chiquitana</i>	Ramoneo de ganado. Colecta ilegal. Incendios.
<i>Gymnocalycium chiquitanum</i>	Ramoneo de ganado. Contaminación antrópica. Incendios. Deforestación.
<i>Discocactus boliviensis</i>	Colecta ilegal. Incendios.
<i>Discocactus ferricola</i>	Colecta ilegal. Minería a cielo abierto. Contaminación antropogénica.

En la tabla 3 se muestra el estado de conservación de las diferentes especies.

Tabla 3 Estado de conservación de las especies de la familia *Cataceae* endémicas en el Cerrado boliviano evaluadas

	Criterio	Distribución geográfica	EOO, km ²	AOO, km ²	Población, individuos	Categoría
<i>Frailea chiquitana</i>	B	2	No	8	9500 ± 1500	Peligro Crítico
	D					Vulnerable
<i>Gymnocalycium chiquitanum</i>	B					Peligro Crítico
	D	2	No	8	7200 ± 850	Vulnerable
	C					Vulnerable
<i>Discocactus boliviensis</i>	B					Peligro Crítico
	D	1	No	4	8100 ± 2900	Vulnerable
	C					En Peligro
<i>Discocactus ferricola</i>	B	5	0,119	8	23000 ± 4900	Peligro Crítico
	D					Vulnerable

DISCUSIÓN

La especie *Frailea chiquitana*, de acuerdo a los resultados obtenidos, pertenece a la categoría de amenaza B [B2 a, b(ii, iv), c(ii, iii, iv)]. Por lo tanto, la especie se encuentra categorizada como una especie:

En Peligro B [B2 a, b (ii, iv), c (ii, iii, iv)].

La categoría *Frailea chiquitana* ha cambiado el estatus a En Peligro (EN), a diferencia de la categoría internacional que era de Datos Insuficientes (DD).

La especie *Gymnocalycium chiquitanum*, de acuerdo con los resultados obtenidos, pertenece a la categoría del Criterio En Peligro B [B2 a, b (ii, iv), c (ii, iii)]. Por lo tanto, la especie se encuentra

categorizada como:

En Peligro B [B2 a, b (ii, iv), c(ii, iii)].

La categoría de la *Gymnocalycium chiquitanum* de En Peligro (EN) difiere con la actual categoría de Datos Insuficientes (DD).

La especie *Discocactus boliviensis*, de acuerdo con los datos obtenidos, pertenece al Criterio B = En Peligro Crítico B [B2 a, b (ii, iv)]. Por lo tanto, la especie se encuentra categorizada como:

En Peligro Crítico B [B2 a, b (ii, iv)].

La especie *Discocactus boliviensis* ha cambiado la categoría de Vulnerable (VU) a En Peligro Crítico (CR) según la nueva categorización

La especie *Discocactus ferricola*, de acuerdo con los datos obtenidos, pertenece al Criterio B = En Peligro B [B2 a, b (i, ii, iii, iv)]. Por lo tanto, la especie se encuentra categorizada como:

En Peligro B [B2, a, b (i, ii, iii, iv)].

La especie *Discocactus ferricola* continúa categorizada como una especie En Peligro (EN) a nivel internacional bajo los criterios de la UICN.

REFERENCIAS

- Braun, P. (2013). *Discocactus ferricola*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T151934A578020. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T151934A578020.en>
- Braun, P. (2017). *Discocactus boliviensis* (amended version of 2013 assessment). Retrieved from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T152252A121465171.en>
- Garden, M. B. (2021). Bolivia Catalogue Retrieved from <http://legacy.tropicos.org/ProjectAdvSearch.aspx?projectid=13&langid=66>
- Lowry, M. (2017a). *Frailea chiquitana*. (amended version of 2013 assessment). Retrieved from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T152461A121535746.en>
- Lowry, M. (2017b). *Gymnocalycium chiquitanum*. (amended version of 2013 assessment), The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (D. Nash Ed. Impreso en Editora El País ed.). Santa Cruz, Bolivia
- MMAyA. (2020). Libro Rojo De Plantas Amenazadas De Las Tierras Bajas De Bolivia (Arrázola & Navarro, Atahuachi. Eds.).
- Navarro, G. (1996). Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Retrieved from <http://senamhi.gob.bo/index.php/>
- UICN. (2013). Conservación Ahora (V. M. R. Ed.).
- UICN. (2016). Un Estándar Global para la Identificación de Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA) (Vol. Primera edición.).
- UICN. (2019). Directrices de uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 14., Preparado por el Comité de Estándares y Peticiones.
- UICN. (2021). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2020-3. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org>
- Zamorano, U. (2021). Importancia y uso de los cactus. Retrieved from <https://www.zamorano.edu/2016/08/01/importancia-uso-los-cactus>

CITA

