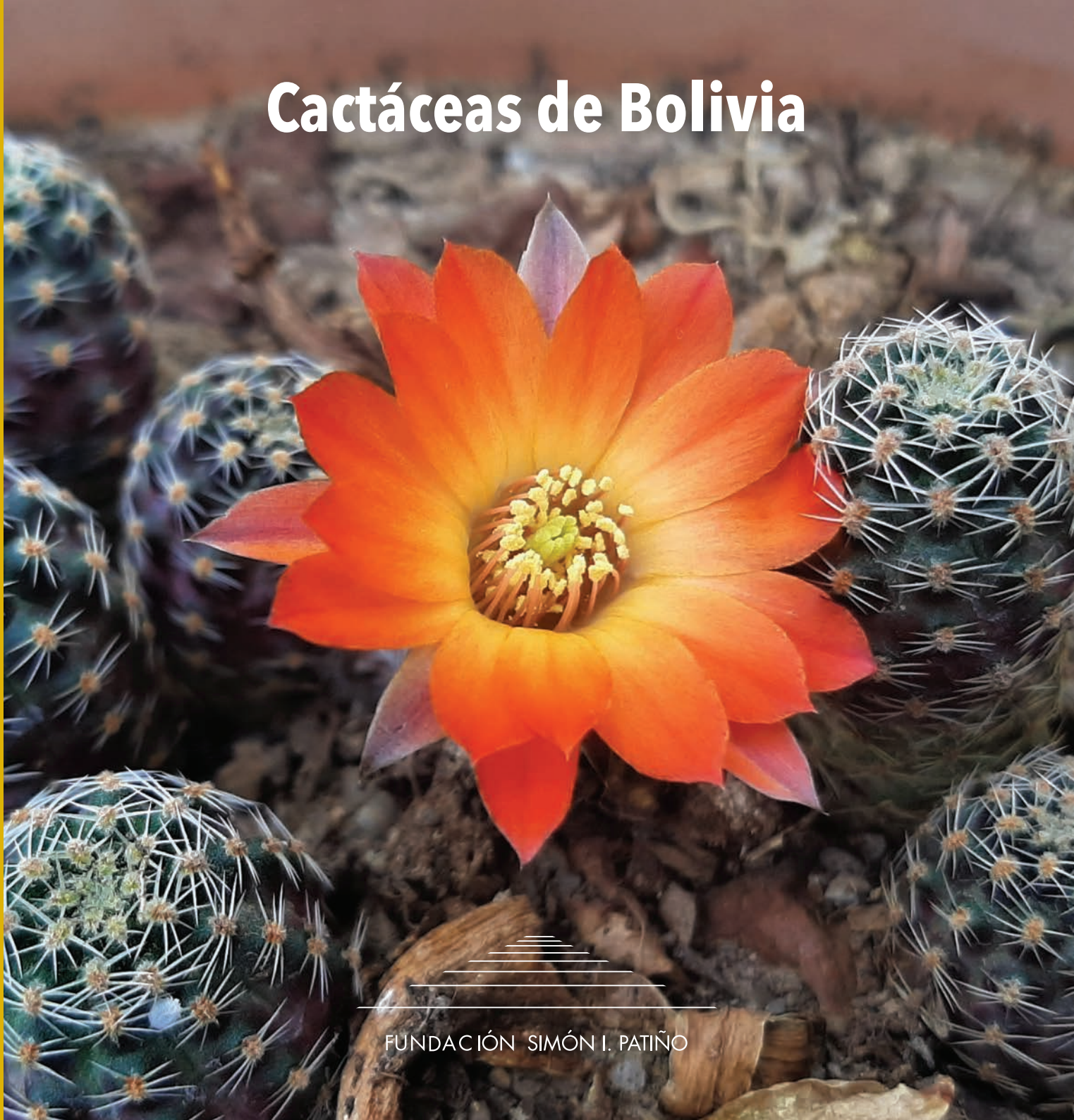


Bolivia Ecológica

EDICIÓN TRIMESTRAL - REVISTA N° 95 - AÑO 2021

Cactáceas de Bolivia



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

EDICIONES

Centro Ecopedagógico Simón I. Patiño

DIRECTOR

José Baudoin H.

EDITOR CIENTÍFICO

Damián I. Rumiz

GESTIÓN EDITORIAL

Alejandra Arteaga

AUTORES DE LA SÍNTESIS

Alcibíades Angulo Alpire, Monserrat Contreras Tintilay,
Alex Céspedes Escalera, Sergio Colque Aguilar
Úlicarajter, Proyecto sobre flora; Cactumon, Proyecto de
divulgación y venta de plantas suculentas.

COLABORACIÓN

Freddy Contreras Sanjinés y Juan Carlos Catari

REVISIÓN

Daniel Villarroel Segarra - Fundación Amigos de la Naturaleza y
Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado

PORTADA

Rebutia pygmaea (Sergio Colque A.)

CONTRATAPA

Cleistocactus strausii, *Frailea chiquitana*, *Pereskia sacharosa*
(Cactumon), *Rebutia arenacea* (Raúl Cartagena H)

DISEÑO GRÁFICO

Sandra P. Heredia A.

CONTENIDO

CACTÁCEAS DE BOLIVIA

Introducción	1
¿Qué son los cactus?.....	1
Estudios en Bolivia	2
Diagnóstico breve de las cactáceas	3
¿Todas las suculentas son cactus?	4
Origen y distribución de las cactáceas	5
Clasificación de las cactáceas	5
Morfología y ecología de los cactus.....	7
Raíces	7
Tallo	8
Areolas, hojas y espinas	10
Flores	10
Frutos	12
Polinización.....	12
Dispersión de semillas.....	13
Fotosíntesis con eficiencia de agua.....	13
Las cactáceas en Bolivia	14
Subfamilia Pereskioideae	15
Subfamilia Opuntioideae	16
Subfamilia Cactoideae	17
Usos, costumbres y conservación	30
Cactáceas usadas en Bolivia	30
Cosmovisión	32
Amenazas a la conservación	32
El futuro de los cactus en Bolivia	34
Glosario	35
Bibliografía	36

Introducción

Las cactáceas (o también llamadas “cactus”) están entre las plantas más populares y llamativas a nivel mundial, reconocidas como un símbolo de los paisajes desérticos por su imagen de plantas robustas con grandes espinas, o como delicadas suculentas que mucha gente quiere cultivar en su casa. Lo que muchos no saben es que las cactáceas son un elemento muy importante en la vegetación de zonas áridas de América (Fig. 1), mientras que en paisajes secos de otros continentes y entre las suculentas que cultivamos, hay plantas crasas y espinosas que se confunden con los cactus pero que pertenecen a familias muy diferentes.

Muchas cactáceas fueron usadas por civilizaciones precolombinas como fuente de alimento, forraje, material de construcción, colorantes y alucinógenos. Algunas tienen aún gran importancia económica y cultural local, además de su extendido valor ornamental. También, algunas como las tunas se han convertido en malezas invasoras produciendo grandes pérdidas de áreas de pastoreo en Australia y Sudáfrica.

A pesar de lo antedicho, las cactáceas no son bien conocidas ni valoradas por el público en general, mientras que en Bolivia hay una gran diversidad de especies nativas y un creciente interés por cultivar plantas suculentas. En este número de Bolivia Ecológica queremos contribuir a divulgar el conocimiento sobre este grupo

de plantas, sintetizando su morfología, ecología, y la diversidad de especies nativas.



Figura 1. Bosque seco interandino de caraparí, *Neoraimondia herzogiana*, en Comarapa (D. Rumiz)

¿Qué son los cactus?

Cactus es una palabra en latín que proviene del término griego *káktos*, el cual significa ‘hoja espinosa’. Este término fue utilizado por el filósofo Teofrasto en sus manuscritos, en los cuales hacía referencia a los ‘cardos’, unas hierbas espinosas de la familia Asteraceae en la que se encuentra al girasol, la margarita, y otras

plantas totalmente diferentes a las cactáceas. Con los años, el término pasó textualmente al latín como cactus y esta palabra quedó registrada en los manuscritos del científico romano Plinio El Viejo, quien la utilizó en sentido figurado para referirse a las espinas.

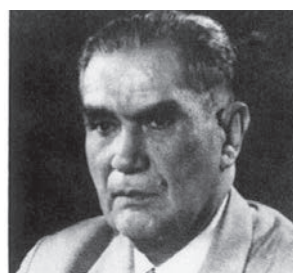
Llegando a épocas más cercanas, el naturalista Carlos Linneo, en 1753, hace una publicación científica donde utiliza el nombre cactus para un género botánico, pero esta vez, específicamente para describir varias especies de cactáceas. Sin embargo, no fue hasta 1812 que Adrian Hardy Haworth, publica su obra *Synopsis Plantarum Succulentarum*, donde hace uso de la palabra cactus no sólo para designar a un género, sino a toda la familia Cactaceae como la conocemos hoy en día.

Estudios en Bolivia

El conocimiento de las cactáceas de Bolivia se incrementó enormemente a mediados del siglo pasado con los trabajos pioneros de Martín Cárdenas, quien describió unas 180 especies nuevas para la ciencia, y fomentó el inicio de las colecciones científicas nacionales. De su trabajo se contagiaron otros botánicos, tal como Roberto Vásquez Chávez quien acompañó a Cárdenas en excursiones de investigación que enriquecieron los herbarios y la lista de especies conocidas. Más recientemente, botánicos extranjeros visitantes, y algunos que se convirtieron en residentes,

contribuyeron mucho al conocimiento de la diversidad y ecología de las cactáceas de Bolivia. Entre ellos se destaca Gonzalo Navarro, quien inventarió y caracterizó la flora de cactáceas de las distintas zonas ecológicas del país. Una reseña de estos investigadores se incluye en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Algunos investigadores de cactáceas en Bolivia



**Martín Cárdenas Hermosa
(1899-1973)**

Nació en Cochabamba, donde estudió la primaria y secundaria, y prosiguió sus estudios como becario en el Instituto Normal Superior de La Paz, donde se especializó en Ciencias Naturales y Química (1922). Fue uno de los botánicos más importantes que ha tenido Bolivia, hizo largas excursiones por todo el país y su gran pasión por la flora llevó a que lo llamaran "el loco de las plantas".

Durante su larga trayectoria logró clasificar más de 6.500 plantas de distintas familias de la flora boliviana, de las cuales, 180 eran cactáceas nuevas para la ciencia. Algunas cactáceas llevan su nombre, tales como *Gymnocalycium cardenasianum* y *Neocardenasia herzogiana*.

cont. Cuadro 1. Algunos investigadores de cactáceas en Bolivia



**Roberto Vásquez Chávez
(1941-2015)**

También nació en Cochabamba e hizo el colegio en el Instituto Americano.

Luego estudió administración de empresas en Carolina del Norte (Estados Unidos), pero su gran pasión por las plantas lo llevó a seguir botánica como especialidad secundaria. Conoció a Martín Cárdenas y ambos compartieron excursiones de investigación. Profundizó el estudio de las cactáceas durante 15 años y esto le permitió tener una de las colecciones más completas en Bolivia. Describió nueve especies de cactus nuevos para la ciencia, además de muchas orquídeas y pasifloras. Recibió el reconocimiento de ilustres botánicos, quienes en su honor dedicaron su nombre a nuevas especies, como es el caso del cactus *Sulcorebutia roberto-vasquezii*.



**Gonzalo Navarro Sánchez
(1955-)**

Nació en España, y estudió en la Universidad Complutense de Madrid donde obtuvo el título de Licenciatura en Biología (1977) y Doctor en Geobotánica (1987), recibiendo además la titulación adicional de especialista en prospección de ecosistemas naturales y evaluación de impacto ambiental en la Universidad de Sevilla. Se estableció en Bolivia en 1995, y se dedicó al estudio de la vegetación, biogeografía y caracterización florístico-ecológica de Sudamérica, generando importantes síntesis sobre la distribución y conservación de los ecosistemas en Bolivia. De su experiencia en los valles secos y otros tipos de vegetación definió varios ecosistemas con base en la particularidad de sus cactáceas y realizó un compendio de la distribución ecológica de las cactáceas en Bolivia.

Diagnóstico breve de las cactáceas

Esta familia es de origen americano, con formas adaptadas a ambientes áridos y sub-húmedos, que pueden acumular agua en sus tallos o raíces. Los rasgos característicos de las cactáceas, que se describen con más detalle en las secciones siguientes, son:

- Tallos suculentos, poco o nada ramificados, con o sin costillas, y de superficie verde en la que realizan fotosíntesis; en los tallos hay pequeñas estructuras circulares vegetativas, denominadas areolas, que dan origen a pelos, hojas espinas y flores.
- Las hojas están reducidas o convertidas en espinas, excepto

en algunas especies que además de espinas también presentan hojas en algunas etapas de su desarrollo.

- Sistema radicular amplio y generalmente superficial, pero algunos grandes cactus columnares desarrollan raíces profundas que se anclan entre rocas.
- Un proceso de fotosíntesis particular, llamado CAM, que captura el dióxido de carbono durante la noche y favorece el ahorro de agua
- Flores generalmente llamativas, algunas de gran tamaño, adaptadas a la polinización por insectos, picaflores e incluso hasta murciélagos
- Frutos carnosos en su mayoría, consumidos por aves, mamíferos y hormigas los cuales dispersan sus semillas

¿Todas las suculentas son cactus?

La increíble adaptación que han logrado los cactus en respuesta a un ambiente poco favorable por la escasez de agua y las temperaturas extremas, no ha sido una solución pionera ni exclusiva de esta familia. Hay especies de distintas familias que han solucionado los mismos problemas de manera similar, a través de un proceso llamado convergencia evolutiva, por el cual han desarrollado formas parecidas a los cactus aunque no comparten ningún parentesco genético cercano.

Unas plantas que a menudo se confunden con los cactus son las suculentas del género *Euphorbia* (Fig. 2a), un género antiguo

que se originó en África mucho antes que las cactáceas. Otros grupos de plantas que tienen representantes suculentos a veces llamados 'cactus' son Apocynaceae (con géneros como *Stapelia*, *Orbea*, *Caralluma* y *Frerea*), Aizoaceae (como *Lithops*, *Pleiospilos*, *Conophytum* y *Faucaria*), Agavaceae (o subfam Agavoidea dentro de Asparagaceae, con *Agave*, Fig. 2b), y Crassulaceae, taxón muy popular en el mundo de las suculentas cultivadas (con especies de *Crassula*, *Kalanchoe*, *Echeveria* y muchos más).

Origen y distribución de las cactáceas

Casi todas las especies conocidas de cactáceas son nativas del continente americano y se distribuyen desde Canadá hasta el sur de la Patagonia, aunque se han registrado especies del pequeño cactus epífito *Rhipsalis* en Sri Lanka, Madagascar y el este de África. La explicación de cómo estos cactus se establecieron en el Viejo Mundo es incierta, y se discute si fueron transportados por el hombre o por aves migratorias en un pasado reciente, ya que su presencia 'natural' fuera de América contradice lo que se sabe del origen de las cactáceas. Actualmente hay muchas cactáceas americanas creciendo naturalizadas en otros continentes (Australia, África, Europa, Asia) pero se conoce que se dispersaron por el transporte humano.

A pesar de que hay escasos registros fósiles que ayuden a trazar la historia de esta familia, los estudios genéticos del ADN molecular comparado entre especies sugieren que las cactáceas tuvieron su



Figura 2. Suculentas de otras familias, **a)** *Euphorbia ingens* en el Jardín Botánico SC y **b)** *Agave isthmensis* cultivada para la venta (Cactumon)

origen hace aproximadamente 30 millones de años, después de que el supercontinente de Gondwana se hubiera dividido. En ese entonces, África ya estaba separada de Sudamérica, y se supone que aquí las cactáceas se propagaron por los Andes Centrales. Desde allí, hace 5-10 millones de años, se diversificaron extendiéndose en tres direcciones: hacia el sur de Sudamérica, al este de Brasil y hacia Norteamérica. Se considera que los ancestros que dieron origen a la familia y que posteriormente se subdividieron serían similares a la actual sacha rosa o cuguchi (*Pereskia*), una especie que tiene hojas y cuya forma de vida es similar a la de un arbolito.

Clasificación de las cactáceas

Siguiendo las categorías jerárquicas de la taxonomía botánica, estas plantas pertenecen a la **División** Magnoliophyta, **Clase** Eudicotyledoneae y **Orden** Caryophyllales. En este orden de las cariofilales se ubican unas 33 familias con formas muy variadas, pero que casi todas comparten unos pigmentos particulares, las betalainas. En las especies de la **Familia** Cactaceae las betalainas dan color amarillo hasta violeta en flores y tallos, y favorecen la absorción de energía en la gama de la luz ultravioleta.

Las cactáceas presentan caracteres morfológicos y genéticos que justifican su división en cuatro **subfamilias**: Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae y Cactoideae (Cuadro 2, Fig. 3), las dos primeras con pocas especies, y la última con más del 80% de todas las cactáceas conocidas. La gran variedad de formas en un taxón, como en la subfamilia Cactoidea, precisa de una categoría inferior de clasificación, la **tribu**, para agrupar ordenadamente los **géneros** cercanos. Así, las cactoideas incluirían 9 o 12 tribus y las opuntioideas en 3 o 5, según distintos expertos.

Cada género está representado por una o más **especies** (abreviado **sp.** en singular, y **spp.**, plural), que según las reglas de nomenclatura binomial se nombran con dos términos, el **género** y el **epíteto específico** escritos en letra cursiva. A continuación puede llevar el apellido del autor de dicha especie (que va entre paréntesis si luego de la descripción original la especie fue cambiada de género). El dato del autor es importante en casos de identidad dudosa de la especie, cuando se llega a considerar como **sinónimo** un taxón nombrado por un autor que resulta ser el mismo que otro autor nombró de manera diferente sin conocer al primero. Para afinar más la taxonomía, en algunos géneros se reconocen **sub géneros** los que se indican en paréntesis entre el género y el epíteto, y en algunas especies se reconocen **subespecies** o variaciones geográficas (con la abreviatura **ssp.**) y **variedades** de forma / color (con la abreviatura **var.**) que se agregan como un tercer término al nombre de la especie luego del epíteto específico.

Cuadro 2. Subfamilias de las cactáceas (modificado de Simpson, 2010; términos morfológicos definidos en la sección siguiente)

Subfamilia Maihuenioideae: arbustos bajos que forman cojines de ramas cortas, con hojas caedizas, areolas con 3 espinas y flores terminales. Natural sólo en los Andes del sur (1 género, 2 spp), no existe en Bolivia.

Subfamilia Pereskioideae: arbustos, árboles y trepadoras, con hojas normales, tallos suculentos o normales, areolas con espinas, sin gloquidios. Distribuida en Centro y Sudamérica (1 gén., 25 spp.), con 5 spp. registradas en Bolivia. Una revisión reciente de este grupo sugiere separar algunas de estas formas en otra subfamilia, Leuenbergerioideae, que no estaría en Bolivia.

Subfamilia Opuntioideae: arbustos pequeños a grandes, con tallos suculentos, aplanados, cilíndricos o globosos, sin costillas, algunos con hojas caedizas, areolas con gloquidios y espinas, flores simples y solitarias. Ampliamente distribuida en toda América (15 gén. en 3 o 5 tribus), con unas 25 spp. en Bolivia. Varias especies de *Opuntia* son de importancia económica por sus frutos comestibles, además de hospedar a la cochinilla (*Dactylopius coccus*) que produce el tinte natural carmín.

Subfamilia Cactoideae: el grupo más variado, incluye cactus columnares y arbóreos muy grandes, a arbustos apoyantes, epífitos y cactus globulares pequeños; sin hojas, tallos con costillas, semillas sin arilo y areolas sin gloquidios; por toda América (+ 90 gén., en 9 -12 tribus y ~ 1.800 spp). Unas 204 spp. en Bolivia, muchas de importancia ornamental, otras alimenticias.



Figura 3. Ejemplos de las tres subfamilias de cactus de Bolivia, **a)** *Pereskia diaz-romeroana* (D. Rumiz), **b)** *Opuntia* sp. (S. Colque A.), **c)** *Cleistocactus* aff. *parviflorus* (D. Rumiz)

Hay discrepancias entre los especialistas de la familia en cuanto a la cantidad de géneros y especies actuales de cactáceas, pero se estima que hay de 124 a 126 géneros y 1816 a 1900 especies en todo el mundo. Este número de taxones se incrementa si se consideran las subespecies y variedades silvestres, así como las seleccionadas artificialmente y los híbridos producidos con fines ornamentales.

Morfología y ecología de los cactus

Las cactáceas han logrado colonizar exitosamente lugares cuyas condiciones han frenado a otros grupos vegetales, pero para

ello sufrieron cambios drásticos en su morfología y fisiología. Las modificaciones de los órganos como las hojas, tallos y raíces han resultado en formas de vida muy variadas, y la extrema insolación con escasez de agua promovió el desarrollo de sistemas metabólicos eficientes en esas situaciones.

Raíces

La raíz es un órgano de fijación y absorción, que responde directamente a la física del sustrato (cortezas, suelo, rocas) y también a la química, por lo que se pueden encontrar distintas formas.

- La raíz **axomorfa** o pivotante se desarrolla con un eje central que crece en profundidad dando soporte y ramificaciones finas que absorben agua del subsuelo. Ej. cactus columnares.
- La raíz **fasciculada** no presenta un eje central sino muchas ramificaciones que están dispersas en suelos superficiales, en fisuras de afloramientos rocosos o en la corteza de árboles (Fig. 4a). En las ramificaciones frecuentemente puede haber nódulos de micorrizas (simbiosis entre el cactus y hongos) que ayudan en la absorción de minerales.

- La raíz **napiforme** o con 'forma de nabo', tiene un desarrollo central engrosado donde se almacena agua y almidones, y es típica de especies que soportan largas sequías (Fig. 4b).
- La raíz **tuberosa** también acumula reservas pero en varias ramificaciones engrosadas y es común en los cactus de suelos superficiales (Fig. 4c).

Tallo

El tallo es la parte más representativa y característica de la mayoría



Figura 4. a) Raíz fasciculada o ramificada de *Pseudolobivia calorubra*, b) raíz napiforme de *Puna subterranea*, c) raíz tuberosa en *Pereskia diaz-romeroana* (A. Céspedes E.)

de las cactáceas, ya que presenta notables modificaciones en relación a otras plantas, con alta diversidad de formas, pero donde gran proporción de su superficie es verde y dedicada a la fotosíntesis. Se reconocen los siguientes tipos:

- Los **cladodios** son el típico tallo segmentado de las tunas, totalmente verde, fotosintético, y formado por piezas comprimidas o aplanadas cubiertas de areolas. Las especies del género *Opuntia* y otros tiene tallo de tipo cladodio (Fig. 3 b)
- Los tallos **columnares** son en su mayoría cilíndricos y verticales, aunque también pueden ser horizontales y péndulos. Tienen **costillas longitudinales** que se ven como una estrella en corte transversal, y que les permiten

acumular agua e hincharse como un fuelle sin romperse. Ej. el caraparí, el caracoré y otros cactus de los géneros *Cereus*, *Neoraimondia* y *Espostoa* (Fig. 3c y 5a). El número de costillas es un carácter para la distinción de las especies. Según si sus ramificaciones se inician en la base, en la mitad o en la punta de la columna se denominan basitono, mesotono o acrotono, respectivamente.

- Los tallos **globosos** tienen forma redondeada, como barriles, y se los llama popularmente añapancos, petizos o asientos de suegra. Ej. especies de los géneros *Gymnocalycium*, *Echinopsis* y *Echinocactus*. Algunos tienen notorias **costillas radiales** con areolas alineadas en su filo (Fig. 5b) y otros forman **costillas tuberculadas** con protuberancias mamilosas bajo cada una de las areolas (Fig. 5c).



Figura 5. a) Tallo columnar de *Stetsonia coryne* con costillas longitudinales (S. Colque A.), b) globoso en *Gymnocalycium friedrichii* con costillas radiales (Cactumon), c) globoso en *Gymnocalycium marsoneri* con costillas tuberculadas (Cactumon).

Areolas, hojas y espinas

Las areolas son pequeños órganos, o zonas con tejidos vegetativos especializados, que se disponen de manera más o menos regular sobre el tallo. Son un rasgo característico de las cactáceas, como puntos de crecimiento donde se pueden desarrollar hojas, espinas, pelos o flores. En las tunas (*Opuntia*) son muy notorias por su color diferente y la presencia de espinas, pero en especies de los *Rhipsalis*, *Epiphyllum* y *Selenicereus*, son reducidas o incluso inapreciables.

Las **hojas** no existen o son raras en las cactáceas, ya que en la mayoría pierden su funcionalidad de fotosíntesis y están reemplazadas por espinas. Algunas especies presentan **hojas funcionales** (de tipo simple, enteras, algo carnosas, con bordes lisos y de forma elíptica o ligeramente ovada) como en *Pereskia* (Fig. 3a), *Perekiopsis* y *Quiabentia*. Otras son **vestigiales**, hojas reducidas y carnosas, que aparecen en la formación de los cladodios pero luego se caen. Ej. *Opuntia* y *Astrocyliandropuntia*.

Las **espinas** son una característica notoria en las cactáceas, y tienen origen **foliar** (son hojas modificadas), distinto a los aguijones epidérmicos de las rosas o las espinas caulinares (de tallos) de algunos árboles. Algunas pueden ser de tamaño considerable, superando los 5 cm de largo y otras son casi imperceptibles. Nacen en las areolas y su función más obvia es la protección de la planta contra herbívoros, pero también pueden ayudar para la

dispersión vegetativa de cladodios, en dar sombra parcial al tallo y en la captación de agua del rocío. En su variedad de formas se distinguen:

- **Gloquidios:** espinas cortas, pequeñas, agrupadas en la areola, de la que se desprenden cuando sus puntas retrorsas se clavan en quien las toca (Fig. 6a).
- **Tomento:** 'pelos' flexibles con aspecto de lana, pueden ser cortos o muy largos.
- **Pectinadas:** espinas radiales acomodadas en forma de peine.
- **Central curva:** presenta varias espinas radiales y una con ápice curvo (Fig. 6b).
- **Crónicas:** espinas cortas y rígidas con una central ligeramente mayor.

Flores

Las flores de los cactus por lo general son hermafroditas, rara vez unisexuales, con simetría radial (actinomorfas) o ligeramente bilateral (zigomorfas), con forma de tubo cilíndrico o embudo más o menos abierto (Fig. 7). Algunas son poco visibles y otras alcanzan tamaños notorios, superando los 10 cm de tubo floral. La floración puede ser muy corta, con flores abiertas de día o de noche.

La estructura más visible de la flor no es la corola de pétalos, sino que es un **perigonio**, de **tépalos** con disposición espiralada que



Figura 6. a) Gloquidios en una areola de *Opuntia*, **b)** Espinas curvas en *Ferocactus* (Cactumon)

no se distinguen claramente entre cáliz o corola. Están unidos por la base y forman un tubo llamado **hipanto** que nace de un receptáculo carnoso que sirve de envoltura al ovario, el cual está

formado por tres o más carpelos. El hipanto también protege al androceo, formado por múltiples anteras libres y condiciona a la fauna nectarívora para que se cargue de polen.

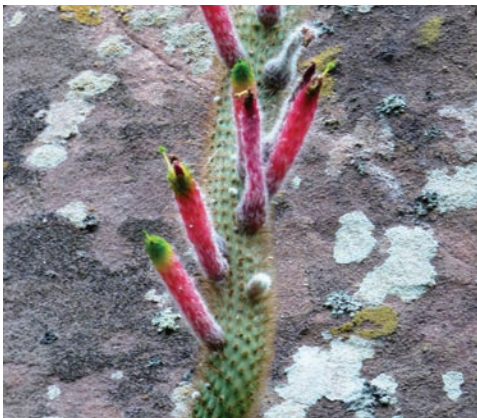


Figura 7. a) Flores tubulares de *Cleistocactus* (D. Rumiz), **b)** grandes y en embudo de *Harrisia* (Cactumon), **c)** cortas y abiertas de *Opuntia* (Cactumon)

Frutos

Presentan frutos carnosos o secos, originados de un ovario ínfero, por lo que no son considerados **bayas** verdaderas (son frutos baciformes). Pueden ser pequeños a medianos, redondos u ovalados, con varias o muchas semillas, y permanecen cerrados en la madurez (indehiscentes) o presentan apertura ventral o basal (dehiscentes, Fig. 8). Los frutos carnosos son atractivos para muchos frugívoros, incluyendo a los humanos.

Polinización

El intercambio de polen entre las flores de cactáceas necesita de agentes animales (polinización zoófila) que vienen en busca de néctar y polen. Los más frecuentes y generalistas son **insectos** como mariposas, abejas, escarabajos, chinches y moscas, pero hay casos notables de grandes **polillas** que visitan de noche los cactus columnares grandes, a los que también polinizan algunos **murciélagos**. Otra relación interesante es la del picaflor gigante



Figura 8. a) Frutos dehiscentes de *Trichocereus* (S. Colque A.) b) de *Gymnocalycium* (Cactumon), c) alimento para frugívoros (D. Rumiz)

y **colibríes** andinos que visitan cactáceas grandes de flores diurnas.

Dispersión de semillas

Las **aves** son el agente más común de dispersión de muchas cactáceas (ornitocoria), en las de frutos carnosos por ingestión de las semillas (endozoocoria), pero también algunas semillas como las de *Cereus*, se pueden ir adheridas a plumas o piel de animales que abren los frutos (epizoocoria). Las **hormigas** encuentran y transportan semillas hacia sus nidos (mirmecozooria), que en algunos casos como los de *Cereus* y *Gymnocalycium* puede ser dispersión secundaria desde las heces de aves o **mamíferos**. En bosques secos andinos y del chaco los mamíferos y aves frugívoras son grandes dispersores de cactáceas (Fig. 8c).

Fotosíntesis con eficiencia de agua

Las plantas generan su materia orgánica combinando el dióxido de carbono atmosférico para formar glucosa con el uso de energía lumínica. Este proceso tiene lugar principalmente en los tejidos donde está la clorofila, se compone de varias etapas y requiere condiciones de luminosidad, suministro de agua y temperatura adecuadas. Se han identificado diferentes vías y reacciones químicas que integran este proceso, definidos como **sistemas metabólicos** C3, C4 y CAM. Los tipos metabólicos C4 y CAM surgieron de las plantas C3, y funcionan mejor en determinadas

condiciones ambientales. Algunas plantas pueden usar más de un sistema.

Casi el 85% de todas las especies de plantas conocidas (los árboles y muchos cultivos templados) fijan con una enzima el dióxido de carbono en moléculas de tres carbonos, o sea **son C3**. Esto ocurre en el mesófilo de las hojas con los estomas abiertos y a temperaturas medias, pero cuando sube la temperatura y los estomas se cierran para reducir la pérdida de agua, baja la concentración de CO₂ las reacciones cambian, se derrocha energía y pierde parte del carbono fijado.

Algunas plantas (sólo un 3 % del total, incluyendo el maíz y la caña de azúcar) que están adaptadas a los trópicos realizan la fijación de dióxido de carbono con otra enzima en moléculas de cuatro carbonos (**C4**), primero en el mesófilo y luego en las células del haz vascular. Esto funciona bien en alta temperatura, sin perder carbono fijado, y permite gran crecimiento en condiciones adecuadas.

Las cactáceas surgieron en ambientes áridos, en general con mucha insolación y con temperaturas extremas, y en ellas se encuentra otro sistema, **CAM**, o metabolismo ácido de las crasuláceas que comparten con otras suculentas (euforbias, bromelias). Para reducir la evapotranspiración, las plantas CAM tienen cutículas gruesas, pocos estomas y los abren solo durante la noche para capturar el dióxido de carbono en forma de malatos en sus vacuolas. Durante el día, y con los estomas cerrados, convierten los malatos en

glucosa casi sin perder agua. Las plantas CAM pueden soportar condiciones de estrés hídrico que matarían a otras, y su crecimiento es mínimo, pero con agua suficiente crecen más rápido y pueden combinar sistemas en una misma planta. El sistema CAM también ha sido una ventaja para los cactus epífitos, que aunque estén en árboles de un bosque subhúmedo, pueden sufrir de alta insolación y temperatura sin acceso al agua del suelo. Otros cactus, como *Pereskia*, son C3.

Las cactáceas en Bolivia

La familia cactácea en Bolivia está representada por alrededor de 47 géneros y 229 especies, de las cuales 126 especies son endémicas, según la actualización de 2016 del catálogo de plantas vasculares de Bolivia (Kiesling 2016). Otras bases de datos arrojan números distintos, como la lista del IPNI (Índice Internacional de Nombres de Plantas) que suma más de 300 taxones contando subespecies y variedades. Estas cifras varían de acuerdo a diferentes autores, y al reconocimiento o no de géneros como *Sulcorebutia*, con unas 20 especies endémicas que otros consideran parte del género *Rebutia*, o el género *Lobivia*, formado por especies antes colocadas en *Echinopsis* y *Trichocereus*.

El estudio de Navarro (1996) sobre la distribución de las cactáceas en Bolivia encontró cinco áreas en la zona andina con concentración de endemismos (147 spp. endémicas en total), que de norte a sur son: yungas (con 14 spp.), cuenca alta del río Beni (12 spp.), la

puna boliviana suroriental (32 spp.), cuenca interandina del río Grande (51 spp.) y cuenca interandina del Pilcomayo (38 spp.). Otras zonas en tierras bajas sólo suman 10 especies endémicas (Beni 2, Chiquitania 3 y Chaco 5). La riqueza de cactáceas en los valles secos andinos de Bolivia también fue demostrada por otro estudio (Lopez 2003) que encontró 121 especies, de las cuales 74 son endémicas. Si bien hay incertidumbres taxonómicas y de riqueza total de especies, Bolivia es uno de los países más diversos en cactáceas, después de México, Brasil y Argentina.

A continuación se describen unas 30 especies presentes en Bolivia, para dar una idea muy general de su diversidad. Algunas de ellas son comunes y representativas, otras escasas y poco conocidas, y también se exponen dos especies que son exóticas, que vienen de otro país. Una de ellas está asilvestrada en algunos ecosistema andinos, la jala-jala (*Cylindropuntia tunicata*), y la segunda es cultivada en zonas urbanas, el nopalito o tunilla (*Opuntia cochenillifera*).

Para dar un mayor orden a esta lista, las especies han sido agrupadas en la subfamilia a que pertenecen, y dentro de ella, ordenadas alfabéticamente. Se las identifica por el nombre científico más aceptado, el autor de la especie, y los sinónimos taxonómicos con los que a veces se las llama. También se menciona uno o más nombres comunes (N.C.) si se conocen, que pueden ser inequívocos de una especie (como 'cola de mono') o que son aplicables a varias similares ('añapancos'). Cuando se listan varios departamentos en

la distribución de una especie se usan abreviaturas (BE, CH, CO, LP, OR, PA, PO, SC, TA)

Subfamilia Pereskioideae

Pereskia aculeata Mill

N.C.: cuguchi bejuco

Cactus arbustivo y trepador, puede alcanzar los 10 m de altura, tallos cilíndricos, areolas con dos tipos de espinas, unas rectas en tallos leñosos y otras curvas que sirven de apéndice prensil en ramas terminales. Presenta hojas persistentes, con lamina foliar no carnosa de color rojizo cuando joven.

Flores agrupadas en panícula, hipanto provisto de brácteas caducas, tépalos blancos y estambres amarillos. Fruto carnoso pequeño (2 cm), de color anaranjado o amarillo, comestible. Presente en el departamento de Santa Cruz, desde campos del cerrado hasta valles inter andinos (100-1000 m)



Figura 9. Cuguchi bejuco en el Jardín Botánico SC (M. Contreras T., Cactumon)

Pereskia sacharosa Griseb.

N.C.: cuchupi, cuguchi, guyapa, sacharosa

Cactus arbustivo a arborescente (5 m), con tronco y ramas como 'árbol', areolas con espinas largas y hojas permanentes carnosas. Tiene una raíz pivotante fuerte, seguida de ramificadas.

Flores de gran tamaño, conspicuas, hipanto globoso desprovisto de espinas, diferenciado del perigonio, tépalos de color rosado - lila, estambres y estilo blancos, anteras amarillas. Fruto carnoso de color verde con pequeñas hojas persistentes.

Se distribuye en bosques secos de llanura, chaco serrano, bordes del cerrado y valles interandinos (100-2500 m), presente en BE, CH, CO, SC, TA. El ganado ramonea sus hojas nuevas, y se la planta como cerco vivo.



Figura 10. Flor de la sacharosa, arbolito cultivado en la ciudad (Cactumon)

Subfamilia Opuntioideae

Cylindropuntia tunicata (Lehm.) F.M. Knuth

N.C.: jalajala, abrojo, cactus de Arizona

Arbusto pequeño (< 1m), de tallos verdes cilíndricos ramificados, areolas densas con hojas vestigiales y espinas largas (> 5 cm) blanquecinas notorias. Los cladodios se desprenden y dispersan clavados a lo que los toque. Desarrolla raíces pivotantes y ramificadas.

Flores medianas de color amarillo pálido, hipanto corto, diferenciado, puede presentar espinas. Frutos alargados provistos de gloquidios. Rara vez forma semillas.

Originaria de Norteamérica, naturalizada e invasora en muchos países; presente en valles secos de Bolivia (CH, CO, LP, TA) entre 1500-3000 m



Figura 11. Jalajala, arbusto exótico invasor, encontrado en Tarija (Cactumon)

Opuntia cochenillifera (L.) Mill.

Sinónimo *Nopalea cochenillifera*

N.C.: tunilla, nopal de la cochinilla

Cactácea arborescente (> 3 m), con tronco basal cilíndrico y cladodios múltiples planos, ovales, con pequeñas hojas caducas que las pierde a los pocos días. Areolas con gloquidios poco visibles, sin espinas grandes.

Flores llamativas, hipanto verde con areolas y gloquidios, tépalos rojizos, anteras alargadas de color fucsia, estigma de color verde amarillento. Frutos rojos (5 cm).

Originaria de México, cultivada para producir el rojo carmín de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) e introducida en varios países, común en zonas rurales y urbanas de Bolivia.



Figura 12. Tunilla cultivada en la ciudad de Santa Cruz (Cactumon)

Quiabentia verticillata (Vaupel) Vaupel ex Berger

N.C.: amendacarú, añapa, oreja de perro, achuma

Cactus arborescente grande (~10 m), con tronco cilíndrico y ramificado, areolas con espinas, tricomas lanosos y hojas persistentes carnosas agudas en el ápice. Presenta raíces pivotantes y ramificadas.

Flor conspicua, hipanto provisto de areolas ligeramente tomentosas, diferenciado del perigonio, tépalos color rosados algo blanquecinos. Fruto carnoso de color verde con pequeñas brácteas caducas.

Especie frecuente en el bosque chaqueño de llanura y serranías y valles secos, desde el río Mizque hasta el chaco (100 – 2500 m) en los departamentos de CH, CO, SC, TA



Figura 13. Amendacaru en el Jardín Botánico SC (M. Contreras T.)

Subfamilia Cactoideae

Cereus stenogonus K. Schum.

Sinónimos *Cereus dayamii* y *C. tacuaralensis*.

N.C.: caracoré

Cactácea arborescente tipo candelabro (hasta 15 m), con 4 o 5 costillas, areolas algo tomentosas y espinas largas (~ 10 cm) en jóvenes o en la base del tallo de adultos. Raíces pivotantes profundas y secundarias extendidas por varios metros en superficie. Flores de gran tamaño, color blanco con las puntas color rosa oscuro. Frutos rojizos en su madurez, con apertura ventral, pulpa de color blanca con muchas semillas color negro. De amplia distribución en Bolivia (100-1500 m), valles secos, bosques subandinos, chiquitanos y del cerrado. No parece amenazado pero necesita una evaluación por recientes pérdidas de hábitat.



Figura 14. Árbol grande de caracoré en el Jardín Botánico SC (Cactumon)

Cleistocactus baumannii Lem.

N.C.: aguararapia, cardoncillo, pitajaya de techo

Cactácea columnar pequeña (~ 1 m), con múltiples costillas, y areolas de espinas cortas con una central de hasta 7 cm. Presenta raíces pivotantes que pueden profundizar y ramificadas que extienden por más de 1 m.

Flores llamativas como tubos, rojizas desde la base. Frutos de color intenso, morado a rojo, comestibles y de sabor muy dulce.

Presente en bosque chaqueño de llanura y serranía y campos del cerrado (100–1500 m). En zonas urbanas de Santa Cruz y muchos pueblos se la puede encontrar en el tejado de casas. Su estado de conservación no parece ser de riesgo, pero faltan datos actualizados.



Figura 15: Aguararapia sobre tejados de Santa Cruz (Cactumon, D. Rumiz)

Cleistocactus samaipatanus (Cárdenas) D.R. Hunt

N.C.: cardoncillo

Cactus columnar basitono, erecto o apoyante (hasta 1,5 m de largo), con 14 a 17 costillas, areolas próximas entre ellas y espinas delgadas. Raíces ramificadas, pueden tener pequeños nódulos de micorrizas.

Flor zigomorfa como un embudo, de color rojizo desde la base central con tépalos expuestos en su ápice. Anteras de color rojo intenso a fucsia formando un penacho.

Fruto redondo, pequeño (< 3 cm), alimento de aves y mamíferos.



Endémico de Bolivia, presente en bosque chaqueño, chiquitano, tucumano-boliviano y del cerrado (100-2000 m) en CH, LP y SC.

Figura 16. Cardoncillo en serranías de Santa Cruz (Cactumon)

Cleistocactus winteri subsp. *colademononis* D.R. Hunt
Sinónimo de *Cleistocactus coladenononis*

N.C.: cola de mono.

Cactus colgante o rastrero que crece sobre rocas, con tallos cilíndricos pueden llegar a los 2 m de largo, tiene 14 o más costillas y areolas muy cercanas entre sí. Espinas largas de consistencia débil, pero de diferentes tamaños que cubren densamente los tallos.

Flores rojizas, zigomorfas, como embudos, con anteras de color lila y estigma contrastante de color verde amarillento. Frutos esféricos rojizos en la madurez.

Subespecie o especie **endémica** de Santa Cruz, en la zona de los valles en la Provincia Florida (1.000 a 1.500 m). Amenazada por el saqueo de individuos para venta como ornamental y por perturbación del hábitat en su restringida área de distribución.



Figura 16. Cactus cola de mono (Cactumon, D. Rumiz)

Corryocactus melanotrichus (K. Schum.) Britton & Rose

N.C.: picheka, ulala de monte

Cactus columnar ramificado como un arbusto denso (1-2 m), tallos de 3-4 cm de diámetro, con 7-9 costillas redondeadas. Areolas separadas 1-1,5 cm con 7 a 15 espinas desiguales, con 1-3 centrales más largas (5-7 cm).

Flores rosadas a anaranjadas, en forma de embudo (6-8 cm de largo) con los segmentos del perianto amarillos. Fruto esférico de 5-6 cm de diámetro, jugoso, con semillas negras, cubierto de espinas de 1 cm, comestible, de sabor algo ácido.

Ampliamente distribuido desde el sur de La Paz, valle alto de Cochabamba y la región norte de Potosí y Chuquisaca



Figura 18. Ulala de monte (A. Céspedes E.)

***Echinopsis (Lobivia) caineana* Card.**

También *Lobivia caineana*

N.C.: desconocido

Cactus columnar de tallos cortos y cilíndricos, costillas rectas y planas, raíces superficiales y muy largas. Flores apicales muy vistosas, con forma de trompeta, color lila. Fruto seco globular dehiscente semillas estiradas y ásperas.

Especie **endémica** de Bolivia, de la cuenca del río Caine, crece en las laderas rocoso-arenosas del cauce del río, desde Capinota – Cochabamba hasta La Viña- Potosí y en algunas poblaciones aisladas. Especie amenazada por el cambio climático y destrucción de hábitat.



Figura 19. *E. caineana* (A. Céspedes E.)

***Echinopsis (Lobivia) ferox* (Britton & Rose) Backeberg**

N.C.: desconocido

Cactus cilíndrico globoso color verde azulado, grande (15-45 cm de diámetro y 25 cm de altura) y solitario, posee de 25 a 50 costillas difíciles de ver por la inmensa cantidad de espinas radiales menores y las centrales que llegan a los 10 cm de largo. Sus raíces son fasciculadas y ramificadas.

Flores actinomorfas relativamente grandes de color blanco amarillento a hasta color tumbo de 8 cm de diámetro y 7 a 10 cm de largo, con la base cubierta de pelos.

Fruto de 3 cm de diámetro, color verde amarillento oscuro mucilaginoso que es comestible y muy apetecido por las hormigas.

Presente en la región de puna altiplánica, a 3500-4100 m, en los departamentos de OR, LP y PO.



Figura 20. *E. ferox*, comunidad de Chuzakery – Cercado, Oruro (S. Colque A.)

Echinopsis hammerschmidii M. Cárdenas

N.C.: desconocido

Cactus cilíndrico, globoso, con 12-15 costillas, y 14 - 15 espinas de 2 cm, color amarillento cuando están saliendo. En su parte central presenta una ligera concavidad con las espinas orientadas horizontalmente. Presenta raíces ramificadas que se pueden extender por el afloramiento rocoso.

Flores de gran tamaño, color blanco con base café claro. Frutos esféricos de color verde oscuro de 3cm aproximadamente.

Es una especie **endémica** del departamento de Santa Cruz, presente en afloramientos rocosos del bosque chiquitano y campos del cerrado (100 -1000 m). Se sabe muy poco sobre su biología y estado de conservación, probablemente afectada por los incendios de los últimos tiempos en su zona.



Figura 21. *H. hammerschmidii*, serranías de Santa Cruz (Cactumon)

Echinopsis (Trichocereus) vollianus Backeb.,

N.C.: pasakana

Cactácea columnar con un diámetro máximo de 10 cm, epidermis de color amarillo verdoso muy brillante. Tiene 13 costillas, de 7 mm de ancho y hasta 5 mm de alto, y areolas separadas 2-2,5 cm una de la otra. Tiene 7-12 espinas radiales, muy finas y delgadas de unos 7 mm de largo y una espina central más larga, de 2,5 cm, todas amarillentas.

Las flores son blancas con brácteas rojizas, y miden hasta 12 cm de largo. Fruto verde y muy velludo, pero muy apetecido por animales y personas.

Es una especie rara, pero muy dispersa y difícil de rastrear su distribución exacta, fue registrada en Cochabamba y Potosí, localizada en regiones secas, pedregosas y calientes, haciéndola una planta muy especializada.



Figura 22. *E. vollianus*, pasakana (A. Céspedes E.)

Epiphyllum phyllanthus (L.) Haw

N.C.: Pitajaya morada, dama de noche

Cactus de hábito epífita, de tallo plano con bordes lobados, sin espinas obvias, areolas muy pequeñas y poco notorias con tricomas tomentosos y brácteas caducas muy reducidas. Sus raíces son ramificadas y a veces con nódulos micorrizantes.

Flores conspicuas, con base muy larga, perigonio con tépalos blanco – amarillentos (10 cm), que abren de noche y son polinizadas por polillas.

Fruto de color rosa intenso por fuera y blanco por dentro (5 cm de largo), buscado por muchos frugívoros.

Se encuentra sobre árboles del bosque chiquitano, boliviano-tucumano, y ungas, valles secos y bordes de campos amazónicos (100-3000 m), en BE, CH, CO, LP, PA y SC.



Figura 23. Pitajaya morada sobre árbol muerto en la ciudad de Santa Cruz (Cactumon)

Frailea chiquitana M.Cárdenas

N.C.: petizo

Cactus globoso, pequeño, de coloración glauca. Vive en pequeños grupos que forma a partir de las semillas que no logran alejarse. Presenta areolas con espinas cortas de coloración oscura en su base. Desarrolla una raíz tuberosa que se ancla en las fisuras rocosas y raíces secundarias que exploran la superficie.

Flores de color amarillo, pilosas al salir. Hipanto provisto de tricomas tomentosos, ligeramente abultado, poco diferenciado del perigonio. Frutos pequeños alargados en su base

Es una especie **endémica** del departamento de Santa Cruz, crece en afloramientos rocosos desde la llanura hasta las serranías del cerrado (100-1000 m). Categorizada **En Peligro**, pero se desconoce su situación con los últimos incendios en su zona.



Figura 24. Petizo, creciendo en las serranías de Santa Cruz (Cactumon)

Frailea pygmaea (Speg.) Britton & Rose

N.C.: petizo

Cactus globular pequeño (3 cm de diámetro y 7 cm de altura), ligeramente achatado, con 13 a 24 costillas y areolas con 8 a 10 espinas blancas, frágiles, algunas de ellas onduladas creciendo en dirección al cuerpo de la planta. Sus raíces son napiformes donde almacena reservas.

Flores conspicuas, amarillas, el hipanto con espinas tomentosas y el estigma pronunciado de color amarillo claro. Fruto globoso, seco, con semillas color negro a café oscuro.

Presente en Santa Cruz, en el bosque chiquitano (100 – 500 m) y países vecinos. Gran parte de su hábitat afectado por ganadería e incendios.



Figura 25. Petizo, creciendo sobre un tronco en la Chiquitania (Cactumon)

Gymnocalycium chiquitanum M.Cárdenas

N.C.: tapaculo

Cactus globoso ligeramente achatado en el centro, las areolas tienen 4-5 espinas rígidas, la espina central es más corta que las radiales.

Flores conspicuas de coloración crema rosáceo, base tubular, inerme, con brácteas sepaloides totalmente fusionada al perigonio.

Fruto ligeramente alargado, por dentro mucilaginoso.

Es una especie **endémica** del departamento de Santa Cruz, en bosque chiquitano y campos cerrados entre 100 a 1000 m.s.n.m. Su estado de conservación actual es desconocido con los últimos incendios en su zona.



Figura 26. Tapaculo, cultivado en el Jardín Botánico SC. (Cactumon)

***Gymnocalycium pflanzii* (Vaupel) Werderm**

N.C.: Suipépe

Cactus globular, achatado, por lo general solitario, presenta areolas con tricomas cortos tomentosos y 7 a 10 espinas curvadas. Raíces ramificadas que se extienden superficialmente.

Flores vistosas dispuestas en su zona central, hipanto de color crema con brácteas persistentes, ligeramente estrecho, fusionado al perigonio, tépalos rosáceos, con rojo en el centro de la flor. Frutos carnosos agudos en sus bases y ancho en el medio.

Crece en bosque chaqueño serrano y de llanura, campos cerrados y valles secos hasta los 2500 m, extendiéndose a países vecinos. Muy buscado como ornamental, amenazado por el saqueo y la perturbación de su hábitat.



Figura 27. Suipépe cultivado en el Jardín Botánico SC. (Cactumón)

***Gymnocalycium friedrichii* (Werderm.) Pazou**
también ***Gymnocalycium stenopleurum*** y ***G. mihanovichii***

N.C.: tapaculo

Cactus globular de color verde oscuro con pequeñas líneas color café en los jóvenes, presenta entre 8 a 9 (o +) costillas notorias, areolas con + o - 6 espinas, una de ellas más grande. Raíz central napiforme y muchas secundarias. Flores llamativas con hipanto de color verde claro inerte, con brácteas persistentes, fusionado al perigonio de tépalos blancos a rosados.

Fruto carnosos de color rojo a guindo en su madures, con una abertura ventral. Presente en bosque chaqueño de llanura y serrano 100-1000 m en Chuquisaca, Santa Cruz, Tarija y países vecinos; rece en suelos arcillosos y sobre palmeras de "sao". Amenazado por el saqueo para venta como ornamental y por la destrucción de hábitat.



Figura 28. Tapaculo, cultivado en la ciudad de Santa Cruz (Cactumon)

***Harrisia bonplandii* (Parm. ex Pfeiff.)
Britton & Rose**

N.C.: pitajaya

Cactus columnar, poco o nada ramificado desde la base, erguido en jóvenes y luego curvo o postrado (1-2 m de altura), tallos de 5-10 cm de diámetro, con 3 a 4 costillas. Areolas separadas 2-3 cm con 5 a 6 espinas blancas y rectas de 1 a 2 cm.

Flores blancas de gran tamaño con forma de embudo (10-20 cm de largo), piezas externas del perigonio de color verde, abren de noche.

Fruto esférico de color rojizo (10 -cm de circunferencia), con presencia de brácteas del mismo color, sin espinas, muy buscado por frugívoros.

Está distribuido en los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija en bosques seco chaqueño, tucumano boliviano y de transición al chaqueño (100 a 1.500 m)



Figura 29. Pitajaya, bosque chaqueño en Santa Cruz (Cactumon)

***Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott (Griseb.) Barthlott
también *Rhipsalis lumbricoides***

N.C.: agarrapalo

Cactus epifito con tallos delgados adheridos o colgantes de los árboles. No presenta espinas ni tricomas en areolas, sólo una bráctea con forma de escama. Raíces ramificadas y adventicias que se adhieren a la corteza de árboles como el cupesí.

Flores pequeñas de color crema, actinomorfas, hipanto desprovisto de espinas o tricomas y presenta pequeñas escamas, diferenciado del perigonio, pétalos largos y con ápice agudo.

Fruto mucilaginoso, color rojo oscuro por fuera y por dentro. Epífita en bosques subhúmedos de llanura y andinos, sabanas benianas del sur y campos amazónicos de 500 a 2000 m, en casi todos los departamentos: BE, CH, CO, LP, PA, SC, TA



Figura 30. Agarrapalo creciendo sobre corteza en Camiri -SC. (Cactumon)

***Lobivia cinnabarina* (Hook.) Br. & R.**
también *Echinopsis cinnabarina*

N.C.: mogotilla, añapanco

Cactácea solitaria globosa de hasta 15 cm de diámetro, achatada en el ápice, con ~ 20 costillas en forma de jorobas afiladas. Las espinas radiales (8-10) son blancas, con espina central solo en plantas jóvenes.

Flores laterales, cerca al cuello de la planta, de color rojo brillante a rosado oscuro con forma de embudo. Fruto esférico dehiscente en la base, con semillas esféricas, rugosas.

Especie **endémica** de Bolivia, crece en la zona central entre Cochabamba-Chuquisaca y Potosí al sur del río Caine, muy buscada para el comercio.



Figura 31. Mogotilla, en suelos rocosos con musgos y líquenes (A. Céspedes E.)

***Monvillea spegazzinii* (F.A.C.Weber) Britton & Rose**
también *Cereus spegazzinii*

N.C.: cactus nocturno, pitajaya de chaparral

Cactus mediano, de tronco cuadrangular a cilíndrico con 3-5 costillas (4-6 cm de diámetro), presenta reticulaciones glaucas, areolas con tricomas tomentosos y espinas delgadas dispuestas en dirección al tronco. Una raíz central y otras secundarias más largas.

Flores grandes (9 cm de diámetro) que abren de noche, hipanto largo color café a morado, perigonio en embudo, tépalos de color blanco con líneas rosas. Fruto carnoso de color gris a rosa en su madurez.

Vulnerable, del bosque chaqueño de llanura y serrano, en campos cerrados, entre 100-1500 m en CH, CO, SC y TA.

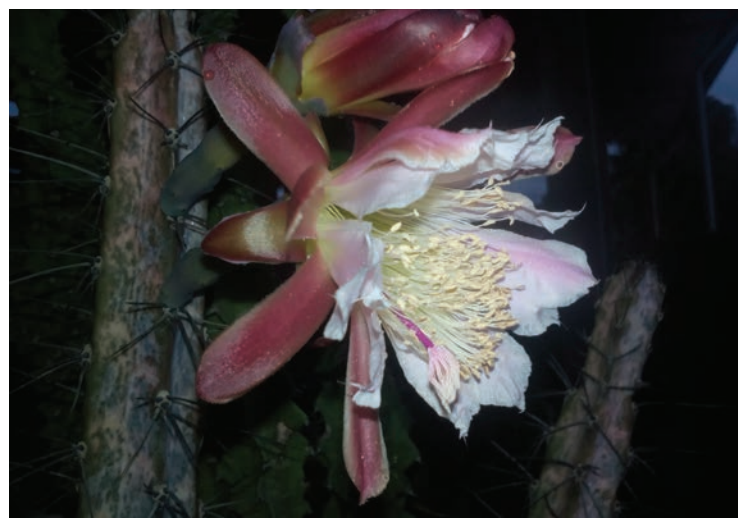


Figura 32. Pitajaya de chaparral, cultivada (A. Céspedes E.)

Neowerdermannia vorwerkii
(Alberto Vojtech) Fric

N.C.: achacana

Cacto globoso, a veces muy achatado, gris-verde oscuro, de 6-10 cm de diámetro. Tiene 12 a 18 costillas, y areolas con 3 espinas centrales duras (de 2cm) y 7 - 10 espinas radiales entre las costillas. En su hábitat crece al ras del suelo y tiene una raíz napiforme y vigorosa. Cuando hay extrema sequía queda crípticamente enterrado, y es muy difícil de ver. Presenta flores de 1,2 cm a 3 cm, blancas con variantes rosadas y fucsia. Produce frutos esféricos verde oscuro y rojizos, de unos 7 mm.

Crece sólo en el altiplano, en suelos rocosos, chilliguares y pastizales de Oruro, Potosí y La Paz. Se usa el tallo hervido para preparar refresco y para el plato ají de achacana consumido en varias festividades religiosas.



Figura 33. Achacana, planta en cultivo (Caín Torrez)

***Rebutia (Sulcorebutia) arenacea* Cárdenas,**
también ***Rebutia arenacea***

N.C.: desconocido

Cactácea globosa, pequeña (2-5 cm), algo achatada por el ápice, con alrededor de 30 costillas en disposición espiralada y areolas con 13 a 14 espinas pectinadas. Raíces largas ramificadas.

Flores conspicuas (4-5 cm) de color amarillo naranja que salen de su zona basal. Frutos rojizos en su madurez.

Es **endémica** de Bolivia, en los valles secos de la cuenca alta del Río Beni, en Cochabamba, entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m. Necesita nuevas evaluaciones de su estado de conservación.



Figura 34. *Sulcorebutia arenacea* en cultivo (Raúl Cartagena)

Rebutia pygmaea var. *orurensis* (Fries haagei Fric & Schelle)
Backeberg

N.C.: desconocido

Cactus cilíndrico pequeño (< 5 cm), solitario o formando colonias de ~ 15 cm de diámetro y no más de 4 cm de altura. Tiene 10-13 costillas y areolas con 10-14 espinas radiales. Raíz tuberosa napiforme y profunda en plantas adultas, pero débil en juveniles.

Sus flores son actinomorfas, grandes (2,5 cm de diámetro) y vistosas, de color rosa, pálido y variante amarilla. El fruto es blanco, mucilaginoso con 9 a 18 semillas.

Es una especie **endémica** que crece en el altiplano y cordilleras de Oruro y tal vez Potosí, entre 3600-4750 m, en micrositios húmedos con musgos, rocas y en la base de cactus grandes.



Figura 35. *Rebutia pygmaea*, comunidad de Chuzakery – Cercado, Oruro (S. Colque A.)

Rebutia (Sulcorebutia) steinbachii (Werdermann)
Brandt ssp. *steinbachii* [gracilior Backeberg]

N.C. desconocido

Cactácea globosa pequeña (4-5 cm), que crece en grupos, de color verde claro y con espinas marrón oscuro o negruzcas más cortas y finas que la *steinbachii* tipo. Raíz napiforme de hasta 20 cm de largo, donde almacena recursos para la época seca.

Flores color rojo hasta naranja, de 3,5 cm de diámetro, a menudo con garganta amarilla.

Especie **endémica** del departamento de Cochabamba, junto con otras formas del complejo *steinbachii* se distribuye desde Quillacollo- Colomi, en la cordillera oriental. Especie amenazada por el avance de las urbanizaciones, y el pastoreo caprino.



Figura 36. *S. steinbachii* spp *steinbachii*, creciendo entre líquenes y musgos (A. Céspedes E.)

***Rhipsalis baccifera* (J.S. Muell.) Stearn**

N.C.: Nigua, cactus espagueti

Cactus epifito, de tallos péndulos, cilíndricos y delgados (< 1 cm), ramificados como un arbusto. Tiene espinas cortas y débiles cuando joven, pero no como adulto. Con sus raíces ramificadas se adhieren a la corteza de árboles como el cupesí.

Tiene flores pequeñas, solitarias, actinomorfas, con hipanto redondo a ovalado, desprovisto de espinas y brácteas, tépalos de color blanco. Fruto mucilaginoso, por lo general de color blanco con mucilago cristalino, dispersado por aves.

Distribuido en árboles de sabanas benianas del norte, campos amazónicos, bosques chaqueños y chiquitanos, entre 100-1500 m en los departamentos BE, CH, CO, LP, PA



Figura 37. Nigua, creciendo sobre un árbol en la ciudad de Santa Cruz (Cactumon)

***Trichocereus atacamensis* (Phil.) W.T. Marshall & T.M. Bock**
también ***Echinopsis atacamensis***

N.C.: cardón, achuma, pasakana,

Cactus columnar grande (~10 m,) sus ramas crecen paralelas al tronco con forma de candelabro, pero es globoso en estado juvenil. El color es verde amarillento y tiene de 19 a 30 costillas; presenta areolas con hasta 17 espinas dispuestas en varias direcciones. Tiene raíces ramificadas, bastante profundas, que pueden anclarse en las rocas.

Produce flores actinomorfas acampanadas de gran tamaño, puede tener entre 12 a 35 flores simultáneas en la corona dependiendo de la edad de la planta. Son polinizadas por insectos diurnos. Sus frutos son carnosos, esféricos (6 cm), de color blanquecino y mucilaginosos. Los comen aves, camélidos y por la gente en la época de carnavales. Distribuida por la región alto andina puneña en Oruro, Potosí y Tarija. **En Peligro**, su madera se usa para construir cercos, instrumentos musicales y adornos.



Figura 38. Pasakana, comunidad de Condoriri - Caracollo, Oruro (S. Colque A.)

Usos, costumbres y conservación

Las plantas, desde nuestros comienzos como cazadores-recolectores hasta la conformación de la sociedad actual, han sido recursos vitales en la alimentación, vestimenta, construcciones, herramientas, medicinas y parte de la cosmovisión de los pueblos.

Las cactáceas, brindaron varios de estos bienes a los pueblos americanos, incluyendo no solo 'remedios' sino también sustancias que permitían la conexión entre su estado material y el espiritual, como el famoso 'peyote' *Lophophora williamsii*, un cactus alucinógeno mexicano.

Las cactáceas de uso tradicional fueron intercambiadas entre pueblos distantes de la América precolombina, y luego de la conquista europea, algunas especies fueron diseminadas por el mundo. Principalmente las tunas se llevaron a Europa para obtener el tinte carmín de cochinillas, a zonas áridas de África, India y Australia como forraje, y también se comenzaron a valorar otras especies por sus frutos, tallos y extractos como alimento humano y medicina. Además, la afición a cultivar cactus ornamentales en todo el mundo incrementó la dispersión accidental de especies invasoras, el saqueo de poblaciones nativas raras, la selección artificial e hibridización de formas atractivas y también mejoró el conocimiento sobre el grupo. La industria farmacéutica ha extraído de los cactus principios activos para tratar la hipertensión, diabetes y afecciones de próstata, entre otras.

Cactáceas usadas en Bolivia

Principalmente en la zona andina, pero también en los llanos, se registran usos variados de cactáceas para alimentación, medicina, construcción, y para rituales.

Tal vez los productos más conocidos son los frutos de tuna (*Opuntia* spp.) que se venden en mercados de las ciudades, mientras que en pueblos y zonas rurales se consumen frutos frescos de caracoré (*Cereus* spp.), pitajayas nativas (*Harrisia*, *Monvillea*, *Selenicereus*) de los que también se preparan refrescos (Fig. 39). Los cladodios de algunas tunas también se preparan en ensalada y con el tallo globoso de la achacana (*Neowerdermannia vorwerkii*) se hace el ají de achacana para la fiesta de Todos Santos en Potosí, o como dulce en almíbar para la feria agrícola de Oruro (Fig. 40)

En la medicina tradicional se utiliza el mucílago del tallo de varias especies para afecciones en la piel, como el caracoré (*Cereus* spp.) para quemaduras y hemorragias, el cuguchi (*Pereskia sacherosa*) para hongos, y el amendacaru (*Quiabentia verticillata*) como cicatrizante de heridas. Con la raíz deshidratada de la achacana hecha harina se tratan problemas pulmonares, y con la achuma (*Trichocereus macrognus*) problemas respiratorios y cardíacos.

Los tallos de ciertas tunas son forraje importante para cabras y camélidos en zonas semiáridas, al igual que otros cactus como



Figura 39. a) Refresco hecho de tuna (M. Contreras T.), **b)** higos de tuna vendidos en el mercado (Ailén Rumiz)



Figura 40. a) Achacana en almíbar, feria en Oruro, **b)** cementerio rural comunidad de Sapse - Chuquisaca (S. Colque A.)

achumas y ulalas (*Trichocereus*) que pueden ser la única fuente de agua en épocas de seca. Casi todos los frutos de cactáceas y las hojas de amendacaru y cuguchi son consumidas por el ganado cuando están disponibles. Los tallos columnares gruesos de caraparí, caracoré, (*Cereus*, *Neocardenasia*) y los troncos de tunas grandes tienen un esqueleto leñoso que se usa en construcción de corrales, muebles y como leña.

Cosmovisión

En algunos pueblos indígenas, las cactáceas forman parte de rituales o representaciones espirituales, ya sea con la ingesta de la planta o sólo con su presencia. La achuma, el complejo de cactus del género *Trichocereus* (*T. macrogonus*, *T. peruvianus*, *T. brigdesii*) eran considerados un regalo de los dioses a los pueblos del altiplano para rituales de sanación o guía de los chamanes ya que por su contenido de mezcalina, un potente alcaloide psicodélico, genera alucinaciones. Los participantes del ritual afirman que ese estado es el puente para conectarse con el cosmos. Otras especies de cactus son consideradas entidades espirituales, un ejemplo es el de la cultura Chiquitana, para ellos, todos los seres presentes en la naturaleza tienen alma, cuando encuentran un cactus muy antiguo y de gran tamaño como es frecuente en el género *Cereus*, es visto como un ser de mucha sabiduría y en algunos casos es venerado al grado de gran sabio, haciendo en su entorno, rituales y ofrendas.

Amenazas a la conservación

Las cactáceas están expuestas a riesgos de extinción debido a causas que son comunes a otros organismos, principalmente a la pérdida de hábitat por actividades humanas, a la extracción de plantas para el comercio y a cambios en el clima global. A pesar de la dificultad para asegurar la identidad y distribución de las muchas especies de cactus de Bolivia, en los últimos años se completaron evaluaciones de su situación de conservación. Los resultados están sintetizados en los libros rojos de las plantas de los cerrados, de la flora andina y de las tierras bajas de Bolivia, listados en la bibliografía y disponibles en internet.

En los **libros rojos** se han sintetizado listas y fichas ilustradas de 26 especies identificadas como amenazadas según su presencia en las principales regiones biogeográficas del país (Cuadro 3). De las 26 especies, una está categorizada En Peligro Crítico, 13 En Peligro y 8 como Vulnerables. La mayoría de ellas (9 spp.) corresponden a las serranías chiquitanas y del pantanal en Santa Cruz y pampas del cerrado en Beni. Cinco especies se encuentran en los bosques secos y roquedales andinos de la provincia Boliviano-tucumana, 4 pertenecen a la provincia Chaqueña, 2 a la Puna y 2 a Yungas.

La amenaza de la pérdida de hábitat ocurre por el avance de la frontera agrícola, la ganadería y otros cambios de uso de suelo en diversas zonas del país. Muchas especies han reducido su presencia dentro de su distribución natural que tenían por la deforestación

en las llanuras del Chaco, del Cerrado y el Bosque Chiquitano y por la ocurrencia de incendios más frecuentes e intensos. El fuego y la sequía, exacerbados por el aumento global de la temperatura afectan también especies andinas y de serranías, principalmente algunas endémicas de distribución reducida. Por ejemplo, es el caso de dos cactus globulares del cerro Mutún, *Echinopsis calochlora* y *Distocactus boliviensis* (= *D. ferricola*) que son endémicas, y en peligro porque pueden sufrir impactos adicionales de la minería y la colecta ilegal. Un taxón que parece haberse extinguido de los alrededores de la ciudad de Cochabamba por el crecimiento urbano es *Rebutia steinbachii* var. *krugerae*, antes muy abundante.

La extracción de cactus para el mercado ornamental es una actividad ilegal y dañina para la conservación de las cactáceas a nivel general, a pesar de que estas plantas están incluidas en el Apéndice II de la CITES (la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas) y su exportación está restringida. No obstante, especies de los géneros *Gymnocalycium*, *Oreocereus*, *Parodia*, *Echinopsis*, *Frailea* y la especie *Cleistocactus winteri colademononis* siguen siendo saqueadas para abastecer el comercio internacional y mercados locales donde cientos de cactus nativos se pueden encontrar a la venta pública en calles.

Cuadro 3. Especies amenazadas de cactus según los Libros Rojos de Bolivia (LRB) (MMAyA 2012, 2020)

Provincia Biogeogr.	Especie y autor	Estatus LRB
Puna	<i>Trichocereus atacamensis</i> (Phil.) W.T. Marshall <i>Trichocereus tarijensis</i> (Vaupel) Werderm	En Peligro Vulnerable
Yungas	<i>Oreocereus pseudofossulatus</i> D. R. Hunt <i>Weberbauerocereus madidiensis</i> N. Quispe A. & A. Fuentes	En Peligro Peligro Crítico
Boliviano Tucumano	<i>Espostoa guentheri</i> (Kupper) Buxb. <i>Neocardenasia herzogiana</i> Backeb. <i>Oreocereus celsianus</i> (Lem.ex Salm-Dyck) Riccob. <i>Trichocereus terscheckii</i> (Parm. ex Pfeiff.) Britton & Rose <i>Trichocereus werdermannianus</i> Backeb.	En Peligro Vulnerable Vulnerable Vulnerable Vulnerable
Beni	<i>Cereus braunii</i> Cárdenas	En Peligro

Cont. Cuadro 3.

Provincia Biogeogr.	Especie y autor	Estatus LRB
Cerrado Santa Cruz	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.	En Peligro
	<i>Discocactus boliviensis</i> Backeb.,	En Peligro
	<i>Echinopsis calochlora</i> K. Schum.	En Peligro
	<i>Echinopsis hammerschmidii</i> Cardenas	En Peligro
	<i>Frailea chiquitana</i> Cárdenas	En Peligro
	<i>Gymnocalycium chiquitanum</i> Cárdenas	En Peligro
	<i>Monvillea kroenleinii</i> R. Kiesling	Vulnerable
	<i>Monvillea phatnosperma</i> (K. Schum.) Britton & Rose	Vulnerable
Chaco	<i>Echinopsis rhodotricha</i> K. Schum.	En Peligro
	<i>Gymnocalycium marsoneri</i> Frič ex Y. Ito	En Peligro
	<i>Gymnocalycium chacoense</i> Amerhauser	En Peligro
	<i>Monvillea spegazzinii</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose	Vulnerable

El futuro de los cactus en Bolivia

En esta revista dimos una pequeña mirada a un grupo de plantas fascinantes, diversas y aún poco estudiadas. Las publicaciones científicas cada vez aumentan la lista de nuevas especies y nuevos registros en nuestro país, pero también la lista en los libros rojos sigue aumentando y el futuro de algunos miembros de este grupo tan adaptado a condiciones específicas, parece ser poco alentador. El conocimiento juega un papel muy importante a la hora de

mantener la diversidad de estas plantas en sus hábitats, ya que la información que sale de las investigaciones ayudará no solo a una mejor toma de decisiones para su conservación, si no también, a dar a conocer el valor de los cactus desde distintos ángulos, tanto socioeconómicos como ambientales y mientras más informados estemos como habitantes, podremos de algún modo ser parte de su protección.

Glosario

Aguijón: estructura de protección de las plantas, similar a las espinas, cuyo origen está en el sistema de revestimiento y carece de sistema vascular.

Bráctea: hoja modificada que no funciona para hacer fotosíntesis sino que sirve de protección.

CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas): Capacidad que tienen ciertas plantas de adaptar su proceso fotosintético a condiciones de altos niveles de iluminación, altas temperaturas y estrés por sequía.

Cosmovisión: conjunto de opiniones y creencias que conceptualizan la comprensión que tiene una persona o cultura sobre lo que le rodea.

Endémico: organismo propio o exclusivo de una zona o región en particular.

Familia: unidad sistemática principal de clasificación botánica, ubicada jerárquicamente entre el orden y el género, cuyo nombre en latín generalmente termina en 'aceae'. Incluye géneros dentro de ella pero que pueden estar agrupadas en subfamilias (terminación oideae) y tribus.

Fisurícola: plantas que viven desarrollando su sistema radicular entre grietas o fisuras.

Género: unidad sistemática que se encuentra dentro de una familia botánica, y que incluye una o varias especies.

Glaucos: de color verde claro, con matices azulados o grisáceos.

Hábitat: conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en el desarrollo de un individuo.

Hipanto: receptáculo carnoso de la flor, cóncavo con ovario ínferos, sobre el cual se desarrollan el cáliz, la corola y los estambres.

Nativa: una especie que pertenece a una región o ecosistema determinados.

Perianto: envoltura que rodea los órganos sexuales en la flor, diferenciada en el cáliz y la corola; o perigonio cuando sus piezas (tépalos) no se distinguen entre cáliz y corola.

Piso ecológico: franja altitudinal en los Andes que presenta determinadas condiciones climáticas y de vegetación, distintas a las de más arriba o abajo.

Reticulado: que forma patrones con diseño de redes.

Sp.: abreviatura de especie, en singular; **spp.** varias especies.

Ssp.: abreviatura de sub especie, en singular.

Taxón: unidad sistemática dentro del ordenamiento jerárquico en biología que puede ser un orden, familia, género, especie o categoría intermedia.

Bibliografía

IPNI 2021. Índice Internacional de Nombres de Plantas. The Royal Botanic Gardens, Kew. <https://www.ipni.org/>

Kiesling, R. 2016. Cactaceae. Pp. 443-471 Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia, Jorgensen, P.M, M. Nee & S. Beck (eds), Missouri Botanical Press: Vol. 1. <http://legacy.tropicos.org/Name/42000071?projectid=13&langid=66>

López, R.P. 2003. Diversidad florística y endemismo de los valles secos bolivianos. *Ecología en Bolivia* 38(1): 27-60 http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v38n1/a04_v38n1.pdf

Mamani, F., P. Pozo, D. Soto, D. Villarroel & J.R.I Wood. 2010. Libro Rojo de las Plantas de los Cerrados del Oriente Boliviano. Darwin -Museo HNNKM 153 p. <https://museonoelkempff.org/museo/cat-publicaciones/libros/>

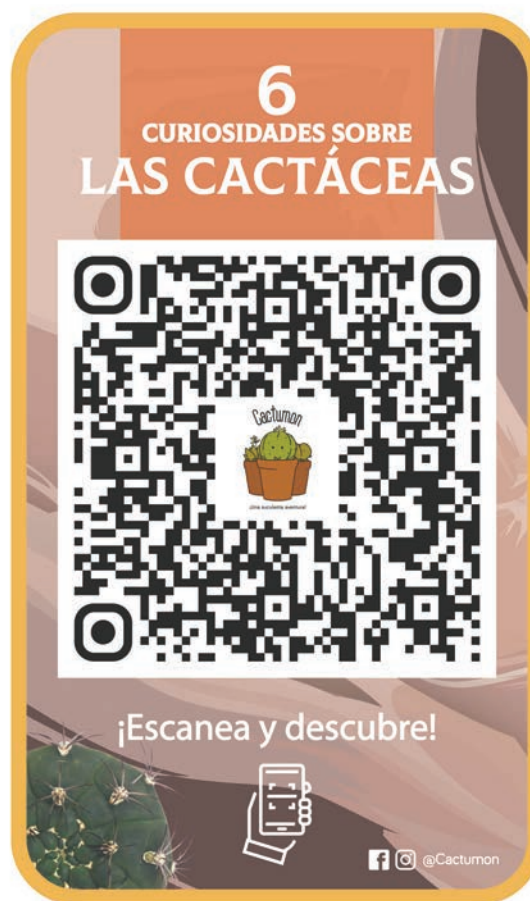
MMAyA 2012. Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina. Ministerio de Medio Ambiente y Agua La Paz. 600 p. <https://www.researchgate.net/publication/260551402>

MMAyA 2020. Libro Rojo de Plantas Amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Santa Cruz. Editorial FAN 620 p. <https://museonoelkempff.org/museo/cat-publicaciones/libros/>

Navarro, G. 1996. Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia *Lazaroa* 17: 33-84

Simpson M. G. 2010. *Plant Systematics*, Second Edition, Academic Press, 752 p.



Centro Ecopedagógico Simón I. Patiño

Independencia, Esq. Suárez de Figueroa - Tef. / Fax: (+591-3) 337 5726

E-mail: ecopedagogico@fundacionpatino.org - www.cesip.org.bo

 Centro-Ecopedagógico-Simón-I-Patiño

Casilla 1674 - Santa Cruz - Bolivia

