



Boletín del Grupo de Especialistas en Cactáceas y Plantas Suculentas *Abril, 2025*

Co-Presidentes

Bárbara Goettsch
Lucas C. Majure

Oficial de Programa

Michiel Pillet

Comité Editorial

Mónica Arakaki
Alberto Búrquez
Diego Gurvich
Maurizio Sajeve
Nigel Taylor

Diseño Gráfico

Jael M. Wolf

Las opiniones expresadas en este Boletín son las de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los puntos de vista o las políticas del CSSG de la CSE de la UICN.

Contenido

CSSG News

Obituary - Dr. Eloy Solano Camacho	2
Obituary - Dra. Adriana E. Hoffmann J.	
New members	3
New Program Officer on board	
Partnerships and donations	
Progress of the <i>Copiapoa</i> Conservation Action Plan	
Cactaceae Reassessment Task Force	4
Wondering what happened to the repatriated <i>Copiapoa</i> ?	
Showcasing CSSG's work	
Cactaceae raising climate change awareness	
Trade in wild-collected plants in the United States	5
Acknowledgements	

Conservation Interventions

Community projects for the conservation of cacti in the state of Morelos, Mexico	6
--	---

Conservation Alert

Protecting <i>Pygmaeocereus familiaris</i> F. Ritter and its associated flora in a unique succulent oasis in southern Peru	7
Renewable energy and cacti, can they coexist without collateral effects?	10

Systematics, Phylogenetics, Taxonomy

The Mammilloid Clade: an example of high species richness, endemism, and rapid diversification	11
--	----

Synergy

iCAN, yet another association of cactophilous people?	15
---	----

What's New in Systematics, Phylogenetics	17
--	----

Palabras de los Copresidentes

Dear Members of the IUCN SSC Cactus and Succulent Plants Specialist Group,

It has been an exciting year and a half for work in the family Cactaceae for systematics, conservation and educational outreach. In this issue of the CSSG Newsletter, we are excited to share with you news, progress on meeting our targets and other important updates, including current research recently published and activities related to the repatriated *Copiapoa*. We also include several interesting articles in the newsletter based on work from our amazing membership. Sadly, we also acknowledge the passing of Dr. Eloy Solano Camacho and Dra. Adriana E. Hoffmann J.

We look forward to the continued hard work towards the conservation and deeper understanding of our most precious plants, with special emphasis on all of the amazing work by our group members.

We take this opportunity to thank you for your continued support, and we sincerely appreciate the time you invest as members of the CSSG.

Best regards,

Bárbara Goettsch and Lucas C. Majure (Co-Chairs of the CSSG)



Pelecyphora alversonii
(c) Michiel Pillet

CSSG News

Artículos de Divulgación

Iniciativas de Conservación

Manejo de cactáceas y prácticas de rescate. Mejoras necesarias y urgentes en el marco de proyectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en Chile.

Ana C. Sandoval¹ y Leonora Rojas Salinas²

¹Banco Base de Semillas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Intihuasi. Correo electrónico: ana.sandoval@inia.cl.

²Departamento de Conservación de Especies. Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

La política energética de Chile está impulsando la transformación de la matriz eléctrica hacia fuentes renovables (Ministerio de Energía, 2020). Plantas solares, turbinas eólicas y carreteras eléctricas son cada vez más frecuentes, y éstas no sólo están transformando el paisaje, sino que también están ejerciendo una fuerte presión sobre la biodiversidad. Uno de los cuatro pilares de esta política declara que este desarrollo energético debe ser compatible con el cuidado del medio ambiente, y este es el gran desafío actual. A partir de 1994, Chile inicia la regulación de los proyectos de desarrollo, en relación al impacto sobre el entorno, a través de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300). Esta incluye no sólo a los proyectos energéticos, sino que también a los otros sectores industriales, obligando a las empresas a evitar, mitigar o compensar los impactos sobre el medio ambiente, y esto incluye por supuesto a la infraestructura energética.

Esto ha llevado a que las prácticas de rescate y reubicación de cactáceas sean habitualmente ofrecidas como medida de compensación. Sin embargo, el éxito de estas medidas no siempre se alcanza y los criterios aplicados son variables. Por estas razones, y con el fin de mejorar estas prácticas es que se realizó un trabajo en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente, a través de una consultoría. El objetivo principal era redactar una propuesta de recomendaciones para mejorar la gestión *ex situ* de material vegetal, abordando distintos tipos de especies de flora, incluidas las cactáceas. Para conocer los trabajos realizados por las empresas se revisaron más de 400 proyectos con Resolución de Calificación Ambiental aprobada, en busca de aquellos que han desarrollado planes para el rescate de cactáceas afectadas. Se realizaron talleres con consultorías ambientales y encuestas para conocer los desafíos que enfrentan en la ejecución de estos planes. Se entrevistaron expertos en el área y se revisó bibliografía en busca de recomendaciones para mejorar las prácticas actuales. Esta oportunidad permitiría no sólo mejorar las prácticas que están siendo ejecutadas para cactáceas en el marco de los proyectos de desarrollo, sino que además

permitiría alinearlas con enfoques de conservación *ex situ* para que contribuyan más fielmente a objetivos de conservación de la biodiversidad en todos sus niveles y atributos.

Es así como se elaboró una propuesta de manejo integral enfocado en la protección de la población afectada, abordando, a través de una estrategia (Fig. 1), varias líneas de trabajo simultáneas. Cada línea aumenta las probabilidades de éxito de la futura población que será instalada utilizando los materiales provenientes de la población afectada. Esta propuesta dará origen a una Guía que será editada en los próximos meses para estar al alcance de todos.

La Guía inicia con el alcance que tendrían estas recomendaciones, que tienen la capacidad de abarcar en general, todas las cactáceas de Chile, listando el número de especies y su riesgo de extinción. La información se entrega por género, considerando las especies incluidas en las revisiones más recientes (Korotkova *et al.*, 2021; Walter y Guerrero, 2022). Este listado se compone de 134 especies pertenecientes a 22 géneros, aunque luego en el texto sólo se entregan ejemplos para algunas de ellas.

Se continúa con un breve apartado sobre las consideraciones generales que se deben tener cuando se proponen medidas, dando énfasis especialmente a lo recomendado por los estándares sobre Compensaciones por Pérdidas de Biodiversidad (BBOP, 2012; SEA, 2014, 2015, 2022). Estas señalan que antes de la propuesta y aplicación de cualquier medida de reparación y compensación que involucre a cualquier especie, y especialmente en este caso a las especies de cactáceas, se debe aplicar, el principio de jerarquía de medidas. Es decir, es esencial agotar todas las instancias para evitar los efectos adversos significativos sobre la flora, ya sea a través de modificaciones en los trazados de los proyectos, aplicación de medidas de mitigación, u otras medidas que reduzcan al mínimo posible los efectos sobre las poblaciones. Luego, y sólo cuando estas instancias se hayan agotado, y no existan otras alternativas posibles para protección de la población en cuestión, entonces se pueden proponer medidas para la gestión *ex situ* de material vegetal. Esto se debe principalmente a que la protección de la naturaleza, siempre resultará ser la medida más económica y perdurable en el tiempo, ya que recrear una nueva población de manera efectiva y exitosa representa un enorme desafío tanto en investigación, como en inversión y tiempo.

Estas consideraciones incluyen también recomendaciones con respecto a la necesidad de realizar un buen muestreo, especialmente por la dificultad de detección, en el caso

de algunas especies, y de identificación taxonómica, en la mayoría de los casos, por lo que se incluye la necesidad de contar con la asesoría de expertos y de incorporar herramientas moleculares, especialmente para las especies más complejas.

Las recomendaciones en sí, están formuladas como una estrategia que intenta abordar desde diferentes aristas las variadas labores involucradas y que se resumen en diez pasos para alcanzarla. Cada paso es descrito en detalle, ejemplificando técnicas y especies en las que es posible su aplicación. Además, se entrega una estimación de los plazos que se requerirían para implementarlos. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los pasos propuestos:

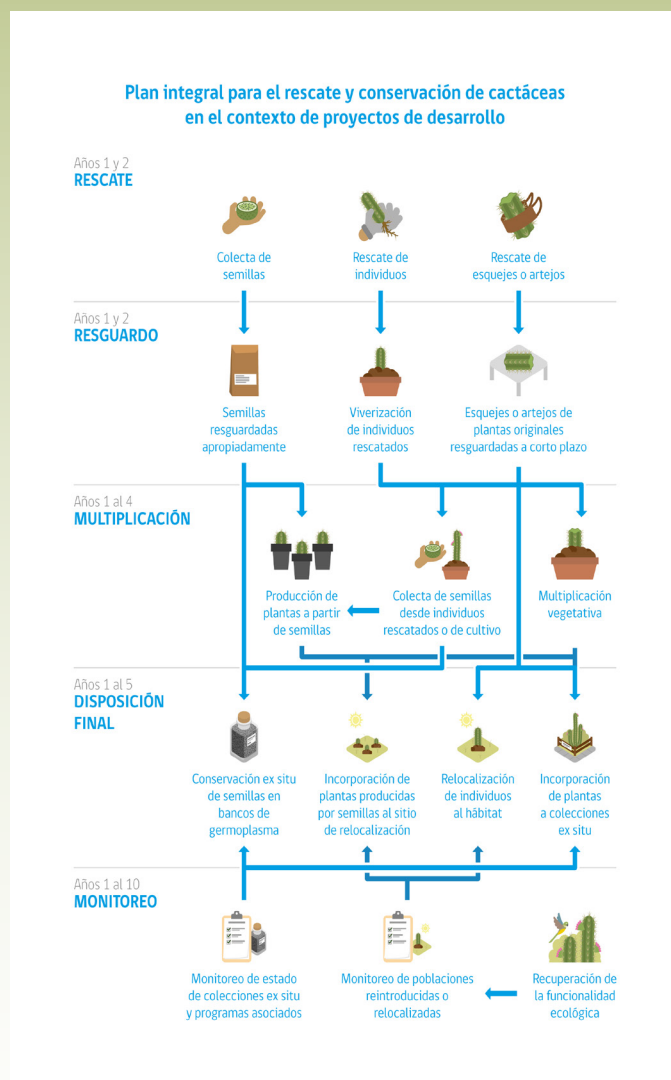


Figura 1. Esquema de la estrategia que aborda las distintas medidas complementarias de gestión *ex situ* de cactáceas chilenas, que garanticen la conservación de germoplasma de manera *ex situ* y apunten a medidas exitosas para la relocalización de poblaciones y el aumento del número de individuos. Gráfico de Cristian Vargas.

Paso 1. Localización de las poblaciones

Este punto recalca la importancia de los esfuerzos en detectar y cuantificar adecuadamente los individuos

que serán afectados, por lo que no solamente sería necesario georreferenciar y marcar los ejemplares, sino que también esta labor constituye una oportunidad para recabar información acerca de las preferencias de la especie, en todo sentido, las asociaciones con otras especies de plantas, el distanciamiento entre plantas y su disposición, tipo de suelo y sus características (físico-químicas), presencia y abundancia de piedras, entre otros.

Paso 2. Rescate de semillas

En este paso se presentan recomendaciones en relación a la necesidad de obtener semillas de la mejor calidad posible, tanto de los individuos que serán afectados directamente, como del resto de la población afectada. Se detallan ejemplos de especies, tipos de frutos, consideraciones de madurez y estrategias de muestreo, destinadas a la captura de diversidad genética. En cuanto al uso que tendrán estas semillas, se recomienda destinarlas tanto a la propagación como a la conservación a largo plazo, como un respaldo que reduzca la erosión genética de las poblaciones afectadas.

Paso 3. Rescate de individuos

En relación al rescate de individuos, se entregan recomendaciones diferenciadas en relación al hábito de crecimiento y el tamaño de los ejemplares, pero haciendo énfasis en los cuidados tanto del cuerpo de la cactácea, como de sus raíces. Sobre la necesidad de mantener su orientación, evitar daños por excesiva radiación, sombra o humedad. Y sobre los extremos cuidados requeridos por las raíces de reserva, o la presencia de frágiles y delicados cuellos, que en algunos casos hacen prácticamente imposible un trasplante exitoso.

Paso 4. Rescate de material vegetativo

Para el caso de cactáceas más grandes, ya sea en caso de cactáceas columnares, como en cojines, se presentan recomendaciones sobre la obtención de trozos de la planta original que permitan propagarla, cuando su tamaño no permita el rescate de los individuos completos. En estos casos se enfatizan medidas para evitar la pudrición del material debido a cortes deficientes, golpes o daños en el transporte.

Paso 5. Viverización de individuos rescatados

En este punto se entregan recomendaciones en relación a la viverización tanto de individuos completos, como de los segmentos rescatados. Esta etapa pretende por un lado asegurar el cuidado de las plantas, como también su fortalecimiento para mejorar sus posibilidades de sobrevivencia en su destino final.

Paso 6. Propagación de plantas a partir de semillas

Durante la viverización, sería ideal no solo trabajar material vegetativo, sino que también se recomienda iniciar propagación a partir de semillas que permita

multiplicar e inyectar individuos más jóvenes a la nueva población.

Paso 7. Reubicación

Este será el fin último perseguido por la estrategia, la recreación de una “nueva población” que pueda mantener la integridad genética de la población inicial afectada, manteniendo e incluso permitiendo una ganancia en términos de biodiversidad neta. Esta población estará formada a partir de distintas fuentes. Primero por aquellos rescates de individuos y segmentos de individuos realizados directamente. Más tarde por aquellos ejemplares que pasaron por la etapa de viverización, y más adelante y en varios pulsos, por individuos jóvenes obtenidos a partir de semillas. Esta ocurriría entonces en varios momentos de la vida del proyecto, permitiendo otorgar una mayor heterogeneidad al sistema. Se resaltan consideraciones con respecto a las características del sitio escogido, en relación a las preferencias de las especies además de las particularidades requeridas en relación a micrositios. El uso de herramientas que puedan facilitar la selección de los sitios, como los modelos de nicho potencial, requieren ser consideradas, especialmente en el escenario de cambio climático.

Paso 8. Monitoreo

El monitoreo en todas las etapas es esencial, pero los es especialmente en la relocalización. El enfoque debe estar puesto no sólo en la sobrevivencia de los individuos, sino que principalmente en la recuperación de la funcionalidad de la nueva población, por lo que vigor, floración, fructificación, dispersión y reclutamiento, deberían ser incorporados. Para lo que es fundamental una mirada de largo plazo que permita asegurar la viabilidad de la nueva población en el tiempo.

Paso 9. Incorporación de materiales a colecciones *ex situ*

En este paso se recomienda que las labores no sólo se enfoquen en la estrategia de relocalización, sino que también se inviertan esfuerzos en las alternativas *ex situ*, que impliquen el depósito tanto de semillas como de ejemplares, a colecciones de instituciones dedicadas a la conservación *ex situ*, como pueden ser bancos de semillas, jardines botánicos o colecciones locales. De esta manera se puede contar con material de respaldo resguardado a largo plazo.

Paso 10. Información y trazabilidad

Esta última recomendación es esencial en cada una de las etapas descritas. Mantener una correcta identificación, marcaje y trazabilidad de los materiales en cada paso, así como también la mantención de un correcto registro de la información de cada labor, permitirá mejorar continuamente las prácticas, al aumentar la experiencia en el manejo de las distintas especies y en su monitoreo.

mejora de las prácticas realizadas en la flora chilena en el marco del SEIA, incorporando una mirada integral y con un enfoque desde la conservación de la biodiversidad.

Referencias

- Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2012. *Biodiversity Offset Design Handbook-Updated*. BBOP, Washington D.C. 101 pp. Disponible en: http://bbop.forest-trends.org/guidelines/Updated_ODH.pdf.
- Korotkova, N., Aquino, D., Arias, S. *et al.* 2021. Cactaceae at Caryophyllales. [org-a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. Willdenowia](http://org-a-dynamic-online-species-level-taxonomic-backbone-for-the-family-willdenowia) 51: 251-270.
- Ministerio de Energía. 2022. *Transición Energética de Chile, Política Energética Nacional. Actualización 2022*. Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 91 pp.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022. *Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de protección*. 9 pp.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2014. *Guía Para La Compensación De Biodiversidad En El SEIA*. Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 64 pp.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2015. *Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA*. 96 pp.
- Walter, H.E. y Guerrero, P.C. 2022. Towards a unified taxonomic catalogue for the Chilean cacti: assembling molecular systematics and classical taxonomy. *Phytotaxa* 550: 79-98.

Se espera que este documento pueda ser un aporte a la

Personas y Plantas

Descubrí que la planta que compré puede proceder de la recolecta ilegal. ¿Qué debo hacer?

Tania Hernández^{1,2} y Bárbara Goettsch²

¹Department of Research, Conservation and Collections, Desert Botanical Garden, Phoenix, AZ, USA. Correo electrónico: thernandez@dbg.org.

²Grupo de Especialistas en Cactáceas y Plantas Suculentas de la CSE de la UICN.

Tuvimos el privilegio de escuchar a Kal Kaminer hablar sobre el preocupante y urgente problema del comercio ilegal de plantas. Su presentación ilustró vívidamente el dramático impacto que este comercio tiene en las poblaciones de plantas naturales. Fue revelador ver cómo los comerciantes pueden devastar los ecosistemas con fines lucrativos, exportando fácilmente estas plantas a casi cualquier lugar y vendiéndolas en línea con una supervisión mínima.

Al final de la charla, una persona del público hizo una pregunta interesante: ¿qué debo hacer si descubro que una planta que compré probablemente fue recolectada ilegalmente de su hábitat natural? Se me ocurrieron varias ideas y hubo cierto debate al respecto, pero en mi opinión no había una respuesta clara a esta importante pregunta. Yo tampoco estaba segura. Llamé a mi amiga, Bárbara Goettsch, copresidenta del Grupo de Especialistas en Cactáceas y Plantas Suculentas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), y he aquí una síntesis de lo que discutimos.

Muchos aficionados a las plantas y coleccionistas pueden adquirir sin querer plantas recolectadas ilegalmente en su hábitat natural. Sin embargo, una vez que se descubre este hecho, puede dar lugar a dilemas éticos sobre qué hacer a continuación. He aquí algunas ideas que pueden servir de guía. En primer lugar, es importante reconocer que recolectar plantas de la naturaleza sin permiso no es ético y a menudo es ilegal y perjudicial para los ecosistemas. El agotamiento de las poblaciones naturales, especialmente de especies escasas y en peligro de extinción, supone una importante amenaza para la biodiversidad.

Sin embargo, si se encuentra en posesión de una planta recolectada ilegalmente, o solía estar en el «lado oscuro» como el Sr. Kaminer, y las recolectaba o compraba en grandes cantidades pero ahora está absolutamente arrepentido, hay algunas medidas responsables que puede tomar.

1. Evitar la Recolección en la Naturaleza

La primera regla es la prevención. Asegúrese siempre de que cualquier planta que compre

procede de fuentes legales, éticas y sostenibles.

2. Considere la Posibilidad de Donar la Planta

Si se arrepiente de su compra, una opción es donar la planta a un jardín botánico o a una institución de conservación. Estas organizaciones cuentan con los recursos y la experiencia necesarios para cuidar de este tipo de plantas y, de este modo, la planta puede utilizarse para la investigación científica o con fines educativos.

3. Trabajo con Expertos

Si usted es un coleccionista experimentado, un horticultor o un profesional de viveros con una valiosa colección, considere la posibilidad de colaborar con jardines botánicos o conservacionistas. Al registrar su colección y ponerla a disposición de la investigación científica, puede seguir cuidándola y al mismo tiempo contribuir a esfuerzos científicos para conservar, comprender y proteger estas especies. Además, puede colaborar con el jardín botánico seleccionado para transferir conocimientos y técnicas relacionados con las plantas específicas de su colección antes de donarlas finalmente.

4. Devolver

Si ha adquirido conocimientos, desarrollado tecnología o se ha beneficiado económicamente de plantas recolectadas ilegalmente, es esencial que actúe con ética. Considere la posibilidad de colaborar con las comunidades y los países de origen de estas plantas para compartir los beneficios. Esto puede implicar esfuerzos de capacitación, transferencia de tecnología o apoyo a proyectos de conservación *in situ*. Trabajar con las comunidades locales garantiza que reciban una parte de los beneficios y contribuye al uso sostenible y la protección de las especies. Acciones éticas como éstas pueden ayudar a mitigar los daños causados por la recolección ilegal y promover la conservación.

¿Y si devolvemos la planta a su hábitat natural? Aunque pueda parecer una buena idea devolver la planta a su hábitat natural, los expertos suelen desaconsejarlo. La planta puede haber estado expuesta a patógenos o plagas mientras estaba en cultivo, lo que podría perjudicar a las poblaciones silvestres. También es difícil determinar con exactitud de dónde se recogió la planta, lo que hace que su reintroducción sea arriesgada y potencialmente perjudicial.

En resumen, aunque la compra de una planta recolectada ilegalmente es un asunto grave, hay formas de actuar de forma responsable a posteriori. Colaborar con instituciones de conservación, asegurarse de que las colecciones se utilizan para la investigación y apoyar los esfuerzos locales de conservación son medidas que pueden ayudar a mitigar los daños causados por la

recolección ilegal y/o no ética de plantas.

La conservación y la Cactus and Succulent Society of America

Irwin Lightstone¹, Ann Hopkinson², and Rod Haenni³

¹Vicepresidente, Director y Copresidente del Comité de Conservación de la Cactus and Succulent Society of America (CSSA). Correo electrónico: vicepresident@cactusandsucculentsociety.org.

²Directora y miembro del Comité de Conservación de la CSSA.

³Presidente, Director y miembro del Comité de Conservación de la CSSA.

Introducción

Fundada en 1929, la Cactus and Succulent Society of America (CSSA) (<https://www.cactusandsucculentsociety.org>) es una comunidad internacional dedicada a fomentar la apreciación, el conocimiento, la investigación y la conservación de las cactáceas y las plantas suculentas. En los primeros años, los héroes del mundo de los cactus y las suculentas fueron los exploradores y divulgadores, como John Lavranos, que descubrieron nuevas plantas, las extrajeron de la naturaleza y las introdujeron en la afición. Mucho ha cambiado en los 95 años transcurridos. La población humana, estimada en unos 2 billones de personas en 1927, ha aumentado hasta casi 9 billones. A medida que las cactáceas y las suculentas se han hecho más populares en el comercio de plantas, las amenazas que se ciernen sobre ellas han crecido y se han multiplicado. Para contrarrestar estos peligros crecientes, la CSSA apoya más activamente la educación y los proyectos de conservación.

Tres factores principales amenazan a las plantas que amamos:

1. El cambio climático;
2. La destrucción de su hábitat debido a la competencia de usos del suelo como la agricultura, la minería y el desarrollo;
3. La extracción de plantas de su hábitat para venta comercial.

Como era de esperarse, las cactáceas y otras suculentas se han convertido en uno de los grupos de plantas más amenazados y en peligro de extinción. Hace casi una década, la UICN señaló que el 31% de las cactáceas estaban en peligro de extinción (Goettsch *et al.*, 2015). Dado el creciente impacto del cambio climático, la continua destrucción del hábitat debido a los usos competitivos de la tierra y el floreciente comercio internacional de plantas recolectadas en la naturaleza, se espera que las evaluaciones actuales y futuras muestren un mayor número de cactáceas amenazadas. Otros grupos de plantas suculentas sufren



Figura 1. Una de las muchas cajas de plantas confiscadas en Sudáfrica y trasladadas a una institución del South African National Biodiversity Institute (Foto: Irwin Lightstone).

amenazas similares (Figs. 1-2). Muchas Asphodelaceae y Aizoaceae sudafricanas están en peligro. Por ejemplo, todas las especies de *Conophytum* están ahora amenazadas. Algunos *Conophytum* han desaparecido completamente en sus únicas localidades conocidas, por ejemplo *C. bachelorum*, *C. mirabile*, *C. youngii*, *C. regale*, *C. chrisocruxum* y *C. chrisolum*. La recolecta ilegal de plantas se ha disparado. Figura 3 muestra el crecimiento exponencial de la incautación de plantas suculentas por parte de las autoridades en Western Cape, Sudáfrica.

La conservación se convierte en uno de los principales objetivos de la CSSA



Figura 2. Después de recibir las plantas confiscadas, inventariarlas y plantarlas, es desgarrador que muchas no sobrevivan al ser arrancadas de su hábitat sin su sistema radicular completo. Pueden pasar varios años antes de que mueran (Foto: Irwin Lightstone).

Aunque siempre formó parte de su agenda, la CSSA reconoció la urgencia de la conservación y la elevó a uno de sus objetivos principales a partir de 2020, con la formación del Comité de Conservación. La Conservation

Initiative, Goals, and Actions resume este cambio de dirección y establece que la CSSA tendrá dentro de sus objetivos:

1. Promover la preservación y la restauración de hábitats mediante esfuerzos de conservación
2. Establecer directrices y mejores prácticas para la recolecta y distribución ética de semillas
3. Fomentar y ampliar las redes de distribución de semillas
4. Reforzar las alianzas con organizaciones afines centradas en la biodiversidad y la conservación de las plantas
5. Facilitar el intercambio de conocimientos y recursos entre investigadores, horticultores y conservacionistas
6. Fomentar programas educativos para concientizar sobre la importancia de la conservación de las plantas
7. Fomentar iniciativas de ciencia ciudadana para involucrar al público en los esfuerzos de conservación
8. Supervisar y evaluar la eficacia de los proyectos de conservación para garantizar una mejora continua

A partir de 2022, la CSSA comenzó a financiar proyectos de conservación activos más pequeños, que se enumeran a continuación:

1. Enero de 2022 - Compra de un dron para el Servicio de Policía de Sudáfrica para ayudar a la implementación de las leyes contra la recolecta ilegal.

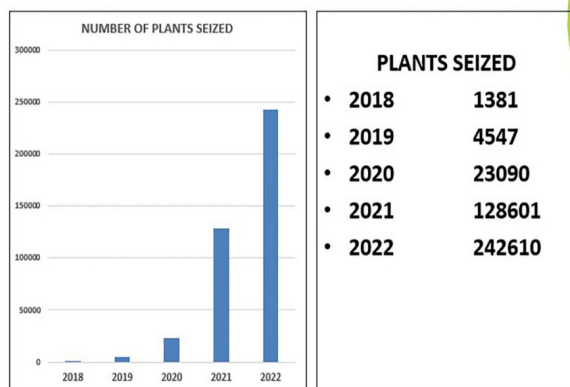
4. Junio 2023 - Subvención a Wilthon Anthony Laurel Yepez para catalogar y recolectar semillas de las cactáceas de la región de Arequipa en Perú y propagar estas plantas en su invernadero autorizado por el gobierno peruano (Laurel Yepez, 2023). Las características de las plantas y semillas, incluyendo hábito, altura, altitud y ubicación serán reportadas en un estudio.
5. Agosto de 2023 - Se financió la subvención presentada por Sue Milton-Dean, PhD, en nombre de la Wolwekraal Conservation and Research Organization (Prince Albert, Sudáfrica) para comprar cámaras de naturaleza para prevenir la recolecta ilegal en un hábitat crítico de *Lithops*.
6. Enero de 2024 - Se financió la mejora de los túneles de invernaderos del Karoo Desert Botanical Gardens en Worcester, Sudáfrica para proteger las plantas confiscadas a los recolectores furtivos.
7. Marzo de 2024 - Financiamiento para la mejora del invernadero del National Botanical Garden de Namibia, incluidos los materiales y el coste de la mano de obra para la instalación de vallas, tejados, bancos y un sistema de riego. También se incluyeron los gastos de contratación de un becario de medio tiempo para el cuidado de las plantas.

Los proyectos iniciales de conservación financiados por la CSSA pueden tener un alcance modesto, pero merecen la pena y son los primeros pasos para construir un programa significativo. Dadas las ventas de plantas y la creación de colecciones asociadas a la afición, la CSSA decidió que debía concentrarse en reducir la recolección comercial de plantas del medio silvestre y ayudar a la conservación *ex situ* de esas plantas. A medida que la CSSA vaya adquiriendo experiencia, prevé abordar otros problemas importantes, como el calentamiento global.

La educación y la difusión de conocimientos son parte esencial de la misión de la CSSA. Utilizando todas sus plataformas, la CSSA trata de llegar a sus miembros, así como a otros miembros de la comunidad botánica, con su mensaje de conservación. Un ejemplo es que la CSSA organiza seminarios en línea accesibles tanto a sus miembros como al público en general de forma gratuita con hasta 500 asistentes, con espectadores adicionales en nuestra transmisión en directo en Facebook. La edición de verano de la revista *Cactus and Succulent Journal* se dedicó a artículos sobre conservación; también ha publicado numerosos artículos individuales relacionados a la conservación. En nuestra convención bienal de Colorado Springs, Colorado, en julio de 2023, los miembros del Comité de Conservación se reunieron con los miembros de la CSSA para mantener un debate libre sobre la conservación.

Para combatir la venta de plantas recientemente recolectadas del medio silvestre, la CSSA distribuyó gráficos informativos que ilustran las diferencias entre las

NUMBER OF PLANTS SEIZED PER YEAR



A graph of recent succulent plant seizures, in the Western Cape alone, shows an almost vertical trendline in illegal poaching. (Graph: Paul Gildenhuys CapeNature)

Figura 3. Tendencia de las incautaciones de plantas suculentas en la provincia del Western Cape, Sudáfrica. Las barras azules representan el número de plantas incautadas por año. Reimpreso con permiso del número de otoño de 2024 de la *Cactus and Succulent Journal*.

2. Febrero de 2022 - Financiamiento de la repoblación de la colonia de *Lithops coleorum* por la Lithops Research and Conservation Foundation (Earlé, 2023).
3. Octubre de 2023 - Financiamiento de la contratación de becarios por parte de la Alamocito Foundation para volver a muestrear las poblaciones de *Ibervillea macdougalii* en Arizona.

plantas cultivadas en viveros y las cultivadas en hábitats naturales. Estos gráficos, titulados *Creating an Ethical Cactus and Succulent Collection*, fueron creados por Stefan Campbell, Alex González y Sarah C. Bird. Este gráfico informativo se añadió al sitio web de la CSSA, se distribuyó a las sociedades afiliadas, se envió por correo a todos los miembros de la CSSA con la revista del verano de 2022 y se destacó en la Convención de la CSSA de 2023. La CSSA también financió el costo de impresión de varias versiones en otros idiomas del gráfico para su distribución en Sudamérica. La edición de primavera de 2024 del Cactus and Succulent Journal siguió con la publicación de un artículo titulado *Conscientious Consumers Support Ethical, Responsible and Sustainable Use of Succulent Plants*, escrito por Tasneem Variawa y el personal del South African National Biodiversity Institute (SANBI) (Variawa, 2024). En conjunto, estas guías ayudan a los amantes de las plantas a evitar a los vendedores sin escrúpulos de plantas recolectadas en el campo.

En otoño de 2023, la CSSA promulgó su declaración de política de conservación para orientar nuestras operaciones y proporcionar una guía a nuestras organizaciones afiliadas. La CITES y el Código de Conducta de la IOS se incorporan como referencia. Se destacan las prácticas de venta comercial con una aprobación de los vendedores que producen plantas para la venta a partir de semillas, esquejes u otros medios artificiales. La CSSA se compromete a trabajar para modernizar las leyes relativas a la venta de semillas, plantas reproducidas artificialmente e híbridos a través de las fronteras internacionales. Además, la CSSA reafirmó su prohibición contra las plantas recolectadas en el campo en sus exposiciones o ventas competitivas. Esta política de conservación puede leerse íntegramente en el sitio web de la Cactus and Succulent Society of America (<https://cactusandsucculentsociety.org/programs/conservation/>). Se insta a las sociedades afiliadas a adoptar las políticas de conservación de la CSSA en el desarrollo de sus propias misiones y políticas de exposiciones y ventas.

En enero de 2024, la CSSA reforzó su política contra la recolección comercial de plantas en la naturaleza mediante la aplicación de una política de suspensión. La venta o el uso de plantas recolectadas en su hábitat durante los últimos dos años da lugar a una suspensión de dos años de la mayoría de las actividades de la CSSA. La suspensión se aplica incluso cuando las plantas recolectadas en estado silvestre se vendieron o utilizaron en transacciones comerciales fuera de eventos sancionados por la CSSA.

Uno de los objetivos de la Conservation Initiative, Goals, and Actions es reforzar las alianzas con organizaciones afines centradas en la conservación de la biodiversidad y las plantas. Reunir a todas las

partes interesadas es esencial para cualquier esfuerzo global de conservación. La CSSA ha mantenido conversaciones con otras sociedades nacionales de cactus y suculentas, cultivadores, jardines botánicos y grupos conservacionistas.

La Cactus and Succulent Society of America se ha embarcado en la difícil tarea de cambiar el rumbo de la afición hacia la protección de las plantas para que permanezcan en su hábitat, animando a sus miembros y al público en general a dedicarse a un cultivo sostenible y orientado a la conservación. Todavía hay algunos en nuestra comunidad que están más preocupados por adquirir especímenes maduros que por el impacto negativo de extraer esas plantas de su hábitat. Mediante la educación, recompensando la propagación artificial de estas plantas y haciendo hincapié en el cuidado que permite a nuestras plantas jóvenes crecer y madurar hasta convertirse en hermosos especímenes, la CSSA pretende lograr un cambio en los valores y la ética de esta afición y proteger a las plantas que amamos. Haciendo hincapié en el cultivo de plantas a partir de semillas, el Presidente de la CSSA, Rod Haenni, da voz a estos valores en el siguiente ensayo.

Un ensayo de Rod Haenni, Presidente de la CSSA

Empecé a interesarme por las suculentas cuando trabajaba en Arizona como geólogo de exploración minera. Esto fue en 1978, cuando los vendedores de carretera vendían cactáceas de Texas por muy poco dinero y la mayoría de las plantas estaban destinadas al paisajismo doméstico en el área metropolitana de Phoenix. El estado de Arizona no permitía la recolección de cactus en estado silvestre sin permiso, pero Texas sí permitía, y sigue permitiendo, que los propietarios privados saquen cualquier cactácea de sus tierras sin ninguna restricción.

Pocos entusiastas cultivaban a partir de semillas en aquellos días; de hecho, Mesa Garden, destinado a convertirse en el principal vivero de semillas de suculentas del mundo, acababa de empezar, por lo que incluso encontrar una variedad de semillas para cultivar era difícil. Ahora, las semillas incluso de las cactáceas más raras y otras suculentas están ampliamente disponibles y muchos, muchos entusiastas han experimentado la alegría de cultivar sus plantas hasta la floración y más allá de su propio tamaño o de semillas producidas comercialmente. Las semillas están disponibles en los comercios y para los miembros de la Cactus and Succulent Society of America a través del Seed Depot. Los cultivadores aficionados intercambian semillas a través de las redes sociales y la producción de híbridos y cultivares interesantes es muy elevada.

El cultivo de tejidos de suculentas raras también está en auge, pero es en gran medida el dominio de los

laboratorios comerciales que producen en masa nuevos cultivares para la venta al por mayor y al por menor. Los requisitos para montar un laboratorio de cultivo de tejidos para aficionados son desalentadores: el gasto del equipo necesario, el entorno estéril requerido y el restablecimiento, a veces arduo, de las plantas transferidas del matraz a un entorno de invernadero para que crezcan nuevas raíces en macetas. El envío de plantas en frascos es habitual en algunos grupos de plantas, como las orquídeas, que se envían a todo el mundo, pero no lo es tanto en el caso de las suculentas.

La recolecta ilegal de especímenes y plantas raras silvestres está impulsada por la demanda de “trofeos” en Asia, Europa y Estados Unidos, y es un azote continuo que la CSSA, la UICN, CITES, U.S. Fish and Wildlife, SANBI y muchas otras organizaciones están trabajando diligentemente para reducir. Las mesas de exposición de muchos países ya no permiten la exhibición de plantas recolectadas en el campo, recolectadas legalmente o no, actuando para evitar la percepción de que glorificar la presentación de especímenes recolectados en la naturaleza sea alguna vez apropiado. La CSSA no permite la venta ni la exposición de plantas silvestres y anima a sus afiliados a hacer lo mismo.

Entre los principales objetivos de la CSSA se encuentran el intercambio libre de regulaciones de semillas cultivadas en viveros y de plantas cultivadas en tejidos en todo el mundo; el apoyo monetario a programas bien concebidos de conservación e investigación *in situ* allí donde las plantas suculentas estén en peligro; y la persecución de la recolecta ilegal. Reconocemos que la fácil disponibilidad de semillas y propágulos raros desempeña un papel importante en la reducción de las recompensas monetarias del contrabando ilegal de plantas.

La percepción de la gente está cambiando la afición a las suculentas. Cada vez más personas están dejando de coleccionar y adquirir plantas trofeo de la naturaleza para cultivar hermosas plantas de forma sostenible. La CSSA continuará educando y proporcionando información para permitir a nuestros miembros y al público en general apreciar las plantas suculentas en sus hábitats naturales al tiempo que propagan éticamente las suculentas deseables para sus colecciones personales.

Conclusión

La CSSA está en proceso de transformación. Los esfuerzos de conservación activa están sustituyendo a las posturas de conservación más pasivas expresadas anteriormente por la CSSA. Se han dado una serie de pasos concretos. La CSSA utiliza activamente sus publicaciones y medios de comunicación para educar a sus miembros sobre la necesidad de eliminar la recolecta de plantas silvestres para el comercio de plantas. En

apoyo de este objetivo, la CSSA ha publicado artículos y tablas para ayudar a sus miembros a determinar si una planta puesta a la venta ha sido recolectada en su hábitat natural. Para frenar el deseo de recolectar especímenes de plantas, la CSSA intenta cambiar la cultura y hacer hincapié en el placer y la habilidad de cuidar y criar plantas de forma sostenible. La nueva política de suspensión prohibirá asociarse a la CSSA a quienes se dediquen activamente a la recolección de plantas.

Más allá de la educación, la CSSA ha financiado recientemente diversos proyectos de conservación. Van desde el suministro de equipos para ayudar a detectar y prevenir la recolecta ilegal hasta el financiamiento del restablecimiento de especies amenazadas en hábitats naturales, pasando por la financiación de instalaciones para la conservación de plantas confiscadas del comercio ilegal o la financiación de estudios sobre plantas. A medida que la CSSA adquiera más experiencia en este campo, espera poder financiar proyectos de mayor impacto.

Quizá lo más importante sean las aspiraciones y objetivos de la CSSA. La CSSA pretende convertirse en un socio viable y colaborador de grupos conservacionistas afines. Además, la CSSA pretende aprovechar la experiencia de sus miembros en áreas tan diversas como el cuidado y cultivo de especies raras para proporcionar diversidad genética en proyectos de conservación *ex situ*. Aunque importantes ahora, los esfuerzos de conservación de la CSSA no harán sino crecer en importancia en el futuro.

Referencias

- Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J.P., Frances, A., Hernández, H.M., Inger, R., Pollock, C., Schipper, J., Superina, M. et al. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants* 1: 15142.
- Earlé, R.A. 2023. The *Lithops coleorum* Colony Restoration Project. *Cactus and Succulent Journal* 95: 194-197.
- Laurel Yepez, W.A. 2023. Arequipa between the Sea and the Andes: Desert Species of Peru and their Conservation. *Cactus and Succulent Journal* 95: 274-283.
- Variawa, T. 2024. Conscientious Consumers Support Ethical, Responsible and Sustainable Use of Succulent Plants. *Cactus and Succulent Journal* 96: 52-53.

Publicaciones Comentadas

Lecciones aprendidas de los estudios demográficos sobre las cactáceas

Graciela Jiménez Guzmán¹ y Ernesto Vega²

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México City, Mexico. Correo electrónico: gjimenez@iies.unam.mx.

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia Michoacán, Mexico. Correo electrónico: evega@iies.unam.mx.

Las cactáceas desempeñan un papel crucial en la cultura, la economía local y los ecosistemas en los que se desarrollan. Este grupo de plantas es originario del continente americano, siendo México, Argentina, Bolivia, Perú y Brasil los países con mayor número de especies y endemismos. La familia Cactaceae abarca más de 1.800 especies, que se clasifican en cinco subfamilias distintas. Entre estas subfamilias, tres son de un solo género, y dos, Cactoideae y Opuntioideae, se clasifican en varias tribus. A pesar de la gran diversidad de especies de esta familia, casi el 30% están clasificadas como en peligro por la Lista Roja de la UICN. Como resultado, es esencial evaluar estas poblaciones para su conservación y formular estrategias de gestión (Amaral *et al.*, 2022; Goettsch *et al.*, 2019; Korotkova *et al.*, 2021).

Las evaluaciones de las poblaciones de las cactáceas se realizan mediante modelos demográficos, que organizan las poblaciones en función de atributos como el tamaño. En la actualidad, existen dos tipos comunes de modelos demográficos utilizados para analizar estas poblaciones: los modelos matriciales de población (MMP) y los modelos de proyección integral (MPI). La principal diferencia entre estos dos enfoques es que los MMP clasifican los organismos en categorías discretas, mientras que los MPI permiten utilizar tanto categorías discretas como valores continuos (Doak *et al.*, 2021).

En un estudio reciente destinado a identificar tendencias y lagunas de conocimiento en relación con la demografía de las cactáceas, realizamos una revisión sistemática. El artículo se titula «¿Qué sabemos sobre el modelado demográfico de las cactáceas? Una revisión de conocimientos actuales» y está disponible en acceso abierto. La revisión consistió en una búsqueda exhaustiva de todas las investigaciones demográficas sobre cactáceas publicadas en revistas y literatura gris, tanto en inglés como en español. A partir de ella, fue posible describir las características de la literatura demográfica, identificar los atributos más comunes para la modelización y proporcionar una visión general de las poblaciones y su estado de conservación (Jiménez-Guzmán *et al.*, 2024).

En cuanto a la literatura

Identificamos un total de 83 publicaciones que incluyen al menos un modelo demográfico de cactáceas. Estas publicaciones han estudiado 65 especies pertenecientes a cinco tribus: Cacteeae ($n = 39$), Cereeae ($n = 4$), Cyllindropuntieae ($n = 2$), Echinocereaeae ($n = 16$), y Opuntieae ($n = 4$). Este resultado implica un incremento de casi el 500% en los estudios demográficos en comparación con la última revisión poblacional de cactáceas realizada hace 20 años (Godínez-Álvarez *et al.*, 2003). Sin embargo, los estudios siguen demostrando un patrón de evaluación de poblaciones en periodos cortos y con pocas réplicas de sitios.

En cuanto a la localización geográfica de los estudios

Otro dato a destacar es que los estudios demográficos se han realizado exclusivamente en México, EE.UU. y Brasil (Fig. 1). Esto podría atribuirse a que estos países están a la cabeza de la clasificación del PIB, lo que les permite invertir más en este tipo de investigaciones. Sin embargo, la limitada investigación en Sudamérica es significativa,

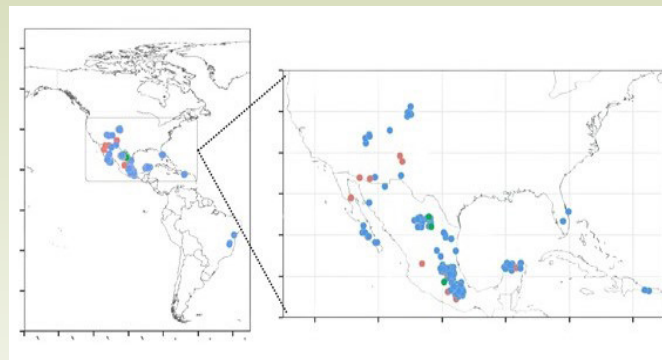


Figura 1. Localizaciones de estudios demográficos de poblaciones de cactáceas en Norteamérica y Latinoamérica ($n = 138$). Azul: modelos matriciales de población. Rojo: modelos de proyección integral. Verde: Modelos de tabla de vida. Modificado de Jiménez-Guzmán *et al.* (2024).

ya que esta región contiene dos de los tres núcleos de endemismo y riqueza de especies de cactáceas; como resultado, no tenemos suficiente información sobre las especies de esta región para entender su dinámica poblacional.

Identificamos al menos dos sesgos: un sesgo geográfico, en el que hay una representación insuficiente de especies sudamericanas, y un sesgo taxonómico. En cuanto a la taxonomía, identificamos géneros de las tribus Cacteeae y Echinocereaeae que tienen más publicaciones de lo esperado. Por ejemplo, el género *Lophophora* ha recibido más atención en las publicaciones de lo esperado, probablemente porque es de interés para los investigadores por sus propiedades medicinales tradicionales y religiosas, debido a sus componentes psicoactivos.

En cuanto a los modelos demográficos

En cuanto a los tipos de modelos aplicados, observamos que los MMP se utilizan con más frecuencia, pero los MPI han empezado a utilizarse más en la última década. Esto se atribuye a que los MMP se describen antes que los MPI. Además, en la mayoría de las poblaciones se observan tasas de crecimiento (λ) cercanas a la unidad. Se trata de un patrón típico de las especies longevas.

En cuanto a los patrones del ciclo biológico, hemos observado que las poblaciones de las tribus Cacteeae y Opuntieae presentan una mayor dispersión dentro del triángulo demográfico.

En cuanto a qué proceso demográfico (supervivencia, crecimiento o fecundidad) influye más en la tasa de crecimiento, observamos que la supervivencia es el más importante en las tribus Cacteeae y Opuntieae, mientras que la fecundidad es el menos importante; la importancia relativa del crecimiento es muy variable. Se encontró un patrón similar para las otras tribus, sólo que con una variación mucho menor de la importancia del crecimiento. Esto podría sugerir un patrón preliminar de cómo la taxonomía puede afectar a las tasas vitales de las poblaciones. Sin embargo, hay que tener cuidado con este resultado debido a los sesgos antes mencionados.

En cuanto a las áreas de interés

Durante nuestro análisis de los temas clave de interés para los demógrafos, identificamos 53 objetivos no excluyentes, posteriormente agrupados en cuatro categorías principales: interacciones, historia vital, simulación numérica y conservación (Fig. 2a). En cuanto a las interacciones, los efectos climáticos y la protección proporcionada por el sistema de plantas nodrizas protegidas son los más representados. En la categoría de historia vital, el cálculo de tasas vitales y los análisis prospectivos de sensibilidades y elasticidades son los más frecuentemente reportados, junto con el análisis de tasas de germinación, viabilidad de semillas y reclutamiento de nuevos individuos. Cabe destacar la escasez de investigaciones sobre la reproducción vegetativa de estas plantas. En cuanto a las simulaciones numéricas, es común examinar los cambios en los procesos demográficos, particularmente en relación con los cuellos de botella dentro de esta familia, como la fecundidad y el establecimiento de nuevos individuos. Por último, en la categoría de conservación, hemos considerado los estudios multidisciplinarios, que son notablemente escasos. Entre los limitados estudios disponibles, se ha examinado el impacto del comercio ilegal de semillas y la extracción de individuos, así como la sugerencia de posibles cambios en las categorías de riesgo de la legislación mexicana.

Del mismo modo, de las 65 especies estudiadas, algo más de la mitad pertenecen a la categoría de Preocupación Menor (LC) de la Lista Roja de la UICN, y sólo un porcentaje

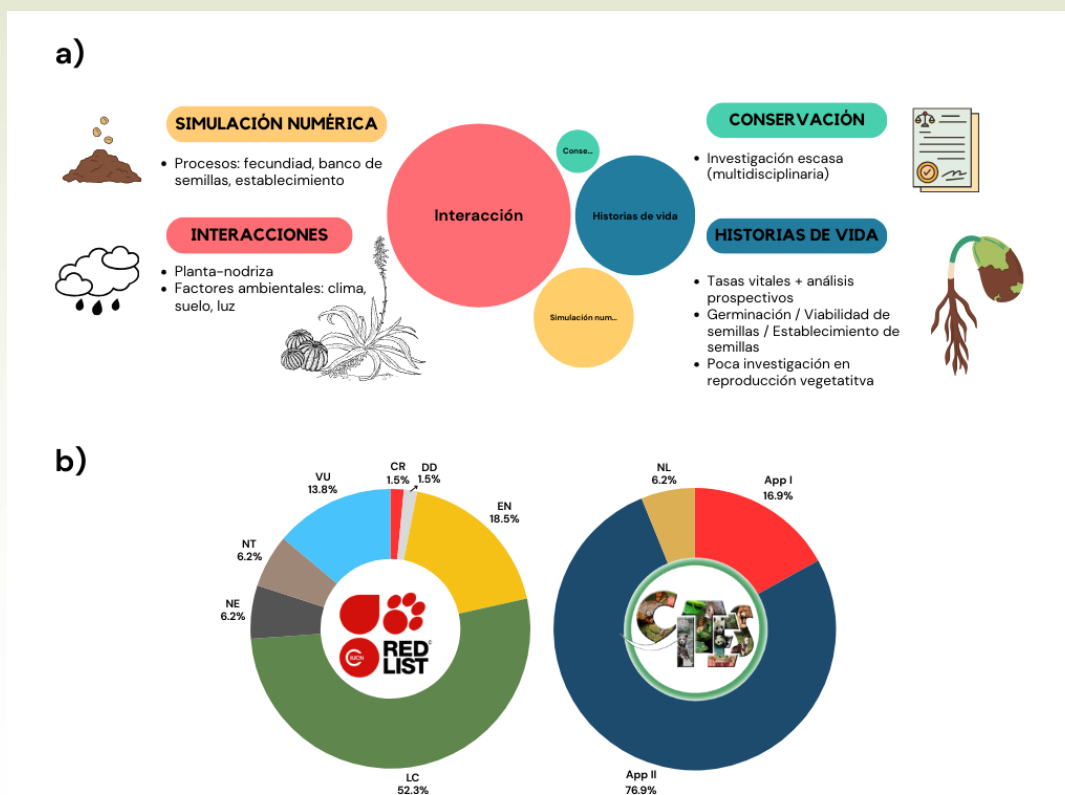


Figura 2. Principales áreas de interés (a) y categorías de riesgo (b) de CITES y UICN de estudios demográficos de poblaciones de cactáceas ($n = 63$). Ap. I: Apéndice I. Ap. II: Apéndice II. CR: En Peligro Crítico; DD: Datos Insuficientes; EN: En Peligro; LC: Preocupación Menor; NE: No Evaluado, NT: Casi Amenazado. VU: Vulnerable. Modificado de Jiménez-Guzmán *et al.* (2024).

muy pequeño está clasificado como En Peligro Crítico (CR) (Fig. 2b). También identificamos cuatro especies - *Coryphantha werdermannii*, *Mammillaria heyderi* subsp. *gaumeri*, *Harrisia fragrans* y *H. portoricensis* - que no han sido evaluadas por la Lista Roja, posiblemente debido a sus cambios de nombre.

Finalmente, extendemos una cordial invitación a los demógrafos de cactáceas para que diseñen sus investigaciones a mediano y largo plazo, así como para que incrementen el número de sitios poblacionales, con el fin de lograr patrones más precisos y una mejor comprensión de la variabilidad en las tasas vitales. También nos parece importante que la investigación sea compartida en las bases de datos globales COMPADRE (Salguero-Gómez *et al.*, 2015) y PADRINO (Levin *et al.*, 2022) para mejorar la accesibilidad a los modelos, que podrían ser empleados en otro tipo de investigaciones como meta-análisis o demografía comparada.

Agradecimientos

Agradecemos el Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM y el financiamiento del CONAHCYT a través de la beca de posgrado (817856) a GJG.

References

Amaral, D.T., Bonatelli, I.A.S., Romeiro-Brito, M., Moraes, E.M. y Franco, F.F. 2022. Spatial patterns of evolutionary diversity in Cactaceae show low ecological representation within protected areas. *Biological Conservation* 273: 109677.

Doak, D.F., Waddle, E., Langendorf, R.E., Louthan, A. M., Isabelle Chardon, N., Dibner, R.R., Keinath, D.A., Lombardi, E., Steenbock, C., Shriver, R.K. *et al.* 2021. A critical comparison of integral projection and matrix projection models for demographic analysis. *Ecological Monographs* 91: e01447.

Godínez-Álvarez, H., Valverde, T. y Ortega-Baes, P. 2003. Demographic Trends in the Cactaceae. *Botanical Review* 69: 173-201.

Goettsch, B., Durán, A.P. y Gaston, K.J. 2019. Global gap analysis of cactus species and priority sites for their conservation. *Conservation Biology* 33: 369-376.

Jiménez-Guzmán, G., Arroyo-Cosultchi, G., Martorell, C., Martínez-Ramos, M. y Vega-Peña, E.V. 2024. What do we know about the demographic modeling of cacti? A systematic review of current knowledge. *Journal of Arid Environments* 224: 105226.

Korotkova, N., Aquino, D., Arias, S., Eggli, U., Franck, A., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M. *et al.* 2021. Cactaceae

at Caryophyllales.org- A dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. *Willdenowia* 51: 251-270.

Levin, S., Compagnoni, A., Childs, D., Evers, S., Potter, T., Salguero-Gomez, R. y Knight, T. 2022. *Rpadrino: Interact with the "PADRINO" IPM Database (R package version 0.0.4)*. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=Rpadrino>.

Salguero-Gómez, R., Jones, O. R., Archer, C. R., Buckley, Y.M., Che-Castaldo, J., Caswell, H., Hodgson, D., Scheuerlein, A., Conde, D.A., Brinks, E. *et al.* 2015. The compadre Plant Matrix Database: An open online repository for plant demography. *Journal of Ecology* 103: 202-218.

El Cerrado a través de las cactáceas, y las cactáceas en el Cerrado

Matias Köhler¹

¹Departamento de Biologia, Centro de Ciências Humanas e Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo, Brazil. Correo electrónico: matias.k@ufrcs.br.

Para los especialistas, algunos de estos contenidos pueden parecer redundantes. Sin embargo, cuando nos dirigimos al público general, nos damos cuenta de la importancia de comunicar y descifrar conocimiento -a menudo hermético- de una forma accesible a un público más amplio. Aunque es común asociar a las cactáceas con los desiertos, esta percepción puede dar lugar a ideas erróneas, como imaginar que las cactáceas son originarias de los desiertos africanos o australianos, especialmente entre los jóvenes estudiantes. De hecho, las cactáceas son endémicas de las Américas y no son exclusivas de los desiertos. Este comentario explora la presencia de las cactáceas en otro entorno frecuentemente incomprendido: el Cerrado.

«Cerrado» es un término polisémico ya que puede tener distintos significados según el contexto. En general, para los brasileños, representa un bioma, ya que así lo definen legalmente los organismos oficiales de geografía y medio ambiente de Brasil. Sin embargo, en la comunidad científica, entendemos que bioma tiene un concepto diferente, y el área definida como Cerrado no se describe propiamente como un único bioma, sino como una región compuesta por varios biomas. El Cerrado cubre una gran área aproximadamente en el centro de Sudamérica - su mayor porción dentro del territorio brasileño - y presenta una variación significativa en topografía, suelo y vegetación. En el Cerrado se reconocen unos once tipos distintos de vegetación, como sabanas, praderas húmedas o secas, bosques y campos rocosos o pedregosos, por ejemplo.

Etimológicamente, el término «Cerrado» podría estar relacionado con el significado equivalente en español de «cerrado», asociado putativamente a su aspecto vegetacional más típico (Cerrado *s.str.*): una sabana con árboles y arbustos retorcidos, y una densa capa de hierbas y gramíneas en el suelo. Este tipo de vegetación,

Cerrado no se encuentran realmente en el Cerrado (Fig. 2). Cuando no son rupícolas, las especies que no están filogenéticamente emparentadas pueden presentar rasgos posiblemente ligados a respuestas adaptativas al fuego (estructuras subterráneas o morfología globosa especializada). A pesar de un cierto endemismo en la

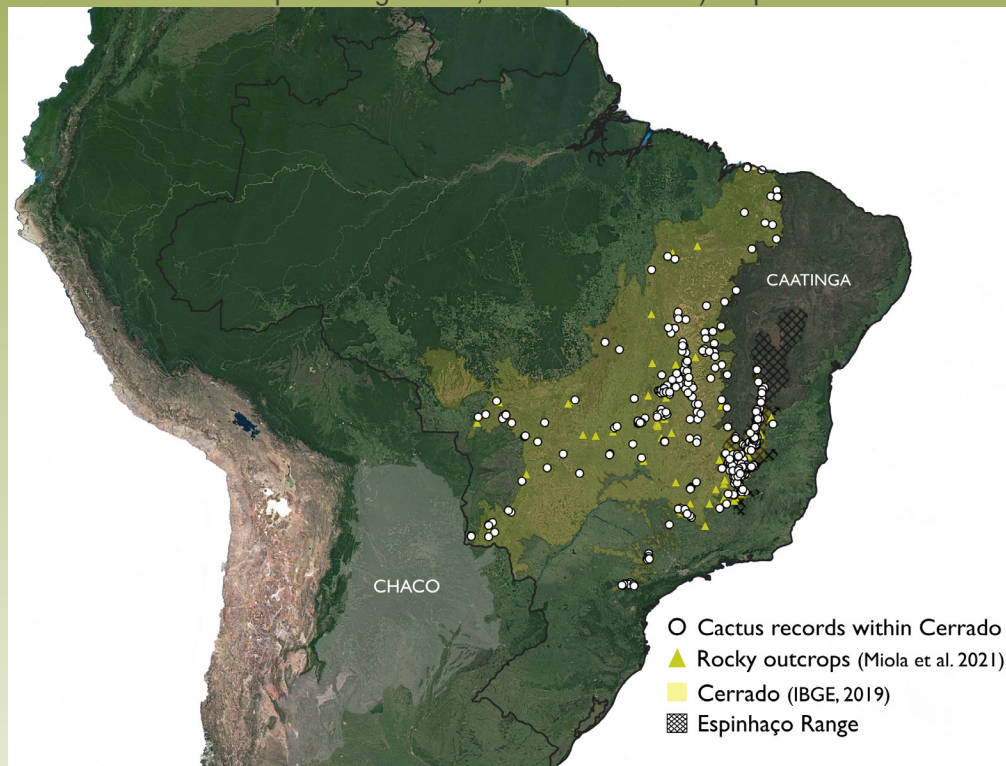


Figura 1. Registros de ocurrencia de cactáceas (círculos) dentro de una región delimitada como Cerrado (polígono amarillo), destacando afloramientos rocosos significativos (triángulos), la Sierra de Espinhaço (polígono negro), y dos áreas adyacentes de relevancia (Chaco y Caatinga).

en las condiciones climáticas de la región, representa una de las características clave del Cerrado - una región que coevoluciona con incendios estacionales. Como tal, muchos rasgos de la flora local están relacionados con posibles respuestas adaptativas a esta frecuente perturbación. La corteza gruesa y rugosa, las estructuras subterráneas de almacenamiento y las hojas coriáceas son algunos de estos rasgos. Dado el entorno propenso a los incendios, el Cerrado se ha considerado tradicionalmente inconquistable para las cactáceas, ya que las suculentas probablemente se quemarían hasta morir en esas condiciones azotadas por el fuego. Sin embargo, estudios recientes han señalado a el Cerrado como una zona ancestral potencialmente importante para el origen, dispersión y diversificación de algunas cactáceas sudamericanas. Pero, ¿qué sabana? ¿Y dónde pueden encontrarse estas cactáceas dentro del Cerrado?

Esta fue la pregunta central que guió una reciente perspectiva publicada en el *Journal of Biogeography* (Köhler *et al.*, 2024). Una revisión de la presencia de cactáceas en las regiones definidas como sabana reveló que la mayoría de los registros (alrededor del 80-90%) son de individuos que viven en afloramientos rocosos (rupícolas) (Fig. 1). En otras palabras, las cactáceas del

región (~20%), la mayoría de las especies registradas en las zonas designadas como sabana tienen su núcleo de distribución en zonas adyacentes, como el Chaco y la Caatinga. Además, existen diferencias notables en el número de registros cuando se consideran diferentes definiciones del Cerrado.

These observations carry potential implications. Rocky Estas observaciones tienen implicaciones potenciales. Los afloramientos rocosos son un hábitat para las cactáceas, pero desde luego no son el único. En entornos propensos a los incendios, los afloramientos rocosos pueden servir de refugio y representar refugios potenciales frente a esta perturbación. Los ambientes rocosos (cristalinos, sedimentarios o calcáreos) escasamente dispersos por el Cerrado actúan como pequeños parches, a modo de islas, que marcan la historia evolutiva de las cactáceas en Sudamérica. Así, el Cerrado puede funcionar simultáneamente como corredor biogeográfico para la migración pero también como una barrera debido a sus hábitats propensos al fuego que limitan la dispersión y ocupación de linajes sensibles al fuego.

Es importante destacar que definir qué constituye el Cerrado, qué abarca y qué áreas pertenecen a este

dominio/bioma/ecorregión es crucial cuando se aborda este tema. Tales definiciones, al asignar una especie a una u otra área operativa, pueden determinar por completo los resultados y significados de, por ejemplo, análisis biogeográficos. En Brasil, una parte significativa de la diversidad de especies de cactáceas está asociada a los afloramientos rocosos (*campos rupestres*) de la Sierra de Espinhaço, que a veces se considera parte del

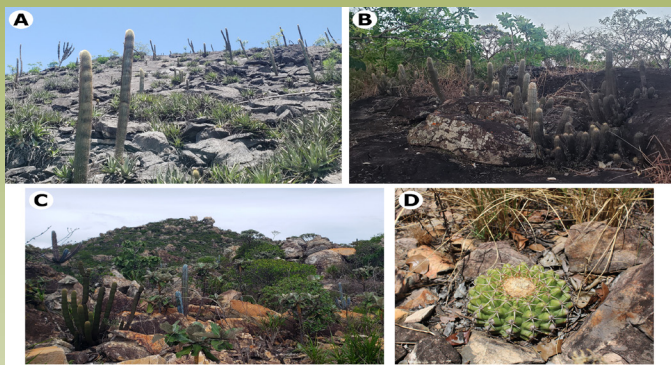


Figura 2. Algunos cactáceas encontrados en afloramientos del Cerrado. A. Caliza con *Coleocephalocereus neoestesii*, *Cereus pierrebraunianus* y *Pilosocereus diersianus*. B. Afloramiento cristalino con *P. cristalinensis*. C. Parte de la Sierra de Espinhaço, con *Micanthocereus albicephalus* y *Pilosocereus pachycladus sensu lato*. D. *Discocactus fariae-peresii* globoso-deprimido en ambiente de grava. Todas las fotos del autor, excepto D, reproducidas con permiso de Fabrício O. Pereira.

Cerrado. Sin embargo, estudios recientes han puesto de relieve que los *campos rupestres* pueden ser bastante distintos y pueden tratarse como un bioma separado. En este sentido, las cactáceas pueden servir como elementos importantes para distinguir entre estos biomas y ecorregiones discutidos.

Por último, algunas cuestiones continúan abiertas. Si existe la idea preconcebida de que los ambientes propensos al fuego son inconquistables para las cactáceas, quizá haya que reconsiderarla. El desarrollo de estructuras morfológicas especializadas o de formas de vida que permiten la supervivencia a través de episodios de fuego sugiere que las cactáceas pueden, de hecho, mostrar tolerancia o incluso adaptación a esta perturbación. Estudios realizados en otros ecosistemas caracterizados por incendios estacionales tanto en Sudamérica como en Norteamérica apoyan esta perspectiva. Por lo tanto, futuras investigaciones podrían explorar diferentes cuestiones relacionadas con la tolerancia y adaptación de las cactáceas al fuego, así como las relaciones entre los cambios de nicho, la especialización edáfica y la colonización, biogeografía e historia evolutiva de este fascinante grupo biológico. Se puede encontrar información adicional y referencias sobre los elementos tratados en este comentario en la publicación arbitrada.

Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias a Lucas C. Majure, Bárbara Goettsch y Michiel Pillet por la invitación a escribir esta publicación comentada, y a Monique Romeiro-Brito y Milena Telhe por compartir autoría, discusiones e ideas en el trabajo publicado originalmente.

Referencia

Köhler, M., Romeiro-Brito, M. y Telhe, M. 2024. The Cerrado through cacti. *Journal of Biogeography* 51: 1827-1841.

La gran diversidad de cactus en Chile Central

Heidy M. Villalobos-Barrantes^{1,2,3,*}

¹Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

²Centro de investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

³Biomás, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

*Correo electrónico: hemaviba@gmail.com.

Uno de los biomas con mayor distribución en el planeta es el de zonas áridas y semi-áridas, que cubre aproximadamente el 40% de la superficie terrestre, siendo el hábitat de un tercio de la población humana y cuyas actividades contribuyen significativamente a la economía mundial (Goettsch *et al.*, 2015). Además, ésta área contiene una mayor biodiversidad de lo que se había estimado en el pasado y alta tasa de endemismo (Goettsch *et al.*, 2018). De hecho, siete de los 25 puntos calientes ("hotspots") de biodiversidad y un 30% de los centros globales de diversidad de plantas se encuentran en zonas áridas (Arroyo *et al.*, 2008). Sin embargo, hay pocos estudios que integren mecanismos evolutivos y ecológicos para explicar patrones de diversificación de especies de plantas adaptadas a zonas áridas (Guerrero *et al.*, 2013; Böhnert *et al.*, 2022), pero son muy necesarios para comprender los mecanismos que generaron los patrones actuales de biodiversidad en zonas consideradas históricamente extremas para plantas, teniendo un beneficio directo en el estudio de las especies que lo habitan.

Por ejemplo, en el estudio de Hernández-Hernández *et al.* (2014), que es pionero en este tema, sobre ambientes áridos y semiáridos de Norte y Sur América, se evaluaron varias hipótesis sobre cuáles pudieron ser los mecanismos que promovieron la diversificación de las cactáceas. La primera hipótesis plantea que la diversificación de estas plantas ocurrió sincrónicamente, en la superficie terrestre, como respuesta a la expansión de ambientes áridos. La segunda hipótesis dice que esto ocurrió en diferentes tiempos cronológicos, en otras palabras lo contrario a la primera hipótesis. La tercera plantea que esta diversificación ocurrió como

una adaptación a microhábitats edáficos (tipo de suelo por ejemplo) y posteriormente como una evolución monocárpica y de polinización por murciélagos. Por otro lado tenemos el origen del síndrome Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (CAM) en suculentas (que hace que puedan crecer en sitios con poca disponibilidad de agua) se da como respuesta a la adaptación a la aridez y a los niveles de dióxido de carbono (Vásquez-Cruz *et al.*, 2024).

Lo anterior está relacionado al estudio de Arakaki *et al.* (2011) donde se concluye que las principales radiaciones de cactus fueron contemporáneas con las radiaciones del núcleo Ruschioideae en Sudáfrica y agaves en América del Norte, sugiriendo que hay una asociación con la expansión global de ambientes áridos y semiáridos. Por tanto, la diversificación se dio como respuesta a una colonización global de ambientes áridos debido a condiciones ambientales, temperatura y niveles de CO₂, que favorecieron esta expansión.

Las cactáceas son un componente clave de la flora árida del nuevo mundo, debido a su capacidad de sobrevivir en condiciones extremas de temperatura y escasez de agua, siendo un grupo significativo a nivel ecosistémico, agronómico, ornamental y cultural. Además, percibido como uno de los grupos más carismáticos de plantas y es uno de los cinco grupos taxonómicos en peligro según datos de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Goettsch *et al.*, 2015, 2018).

La tribu Notocactaeae, dentro de la subfamilia Cactoideae, es uno de los linajes más antiguos de Sur América, se estima que divergió entre los 16 - 12 Ma (Arakaki *et al.*, 2011; Hernández-Hernández *et al.*, 2014). Es una tribu muy diversa, con especímenes pequeños a medianos, sin o con pocas ramificaciones, formas globosas, geófitas o pequeñas columnas y flores coloridas y diurnas. Debido a esta gran variedad de formas, su clasificación taxonómica no está del todo resuelta (Guerrero *et al.*, 2019c).

Dentro de esta tribu se encuentra el género *Eriosyce* sensu lato (Cactaceae), que ha tenido un amplio tratamiento taxonómico desde que el naturalista Rudolfo A. Philippi lo describiera en 1872. Posteriormente, Kattermann (1994) en la monografía "*Eriosyce* (Cactaceae): the genus revised and amplified" hace una profunda revisión del género. Este género es monofilético e incluye los siguientes subgéneros: I. *Eriosyce sensu stricto* (distribuido en Argentina y Perú), II. *Campanulatae* (endémico de Chile), III. *Pyrrhocactus* (endémico de Argentina), IV. *Horridocactus* (endémico de Chile), V. *Chileosyce* (endémico de Chile), VI. *Neoporteria* (endémico de Chile), VII. aún sin nombre (endémico de Chile) (Guerrero *et al.*, 2011a, 2011b; Guerrero *et al.*, 2019a, 2019b). Con alrededor de 70 especies, presenta

una amplia distribución geográfica, así como una gran heterogeneidad morfológica a nivel de tallos y raíces. Su hábitat incluye lomas, pendientes en terrenos cerca de la costa y hacia el interior, a elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 2800 m y entre las latitudes 13°-37°S, siendo su centro de diversidad entre los

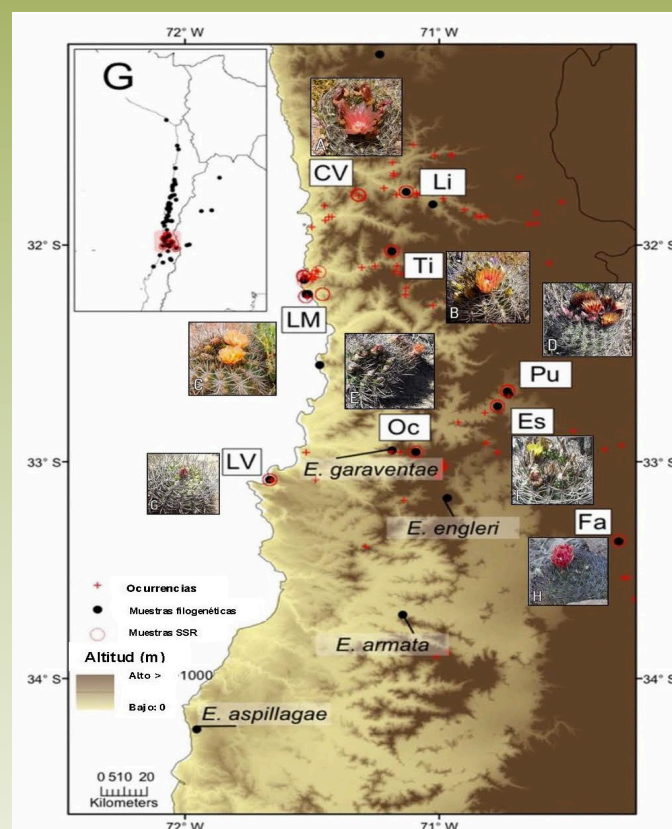


Figura 1. Diversidad morfológica de *Eriosyce curvispina* de nueve poblaciones muestreadas para inferencias filogenéticas y evolutivas poblacionales. A) Valle de Chopa (CV); B) Tilama (Ti); C) Los Molles (LM); D) Putendo (Pu); E) Ocoa (Oc); F) Escorial (Es); G) Laguna Verde (LV); H) Farellones (Fa). Fotos: A de M. Rosas; B y C de P.C. Guerrero; D, E y F de H.M. Villalobos-Barrantes; G de B. Vergara y H de J. Keymer.

26°-30°S y 0-1500 m de elevación. Chile, con su geografía tan particular debido al conjunto de procesos orográficos, paleoclimáticos y geomorfológicos, hace que posea una flora con altos niveles de biodiversidad y endemismo. Pero estudiar los procesos implícitos en el origen de la biodiversidad puede ser una tarea relativamente laboriosa en grupos con morfologías similares y a menudo convergentes como es el género *Eriosyce*. Este género podría presentar una mayor diversidad específica ya que gran parte de la riqueza de sus especies podría estar oculta en complejos morfológicos de especies, pero hay pocos estudios que integren mecanismos ecológicos y de diversificación en zonas áridas, así como sobre la evolución de caracteres morfológicos y de nicho que expliquen la diversidad observada en estas plantas. En este estudio se plantea que hay dos procesos que pueden explicar el patrón de diversificación en el género *Eriosyce*, estos son: i) la de evolución de nicho y ii) la de

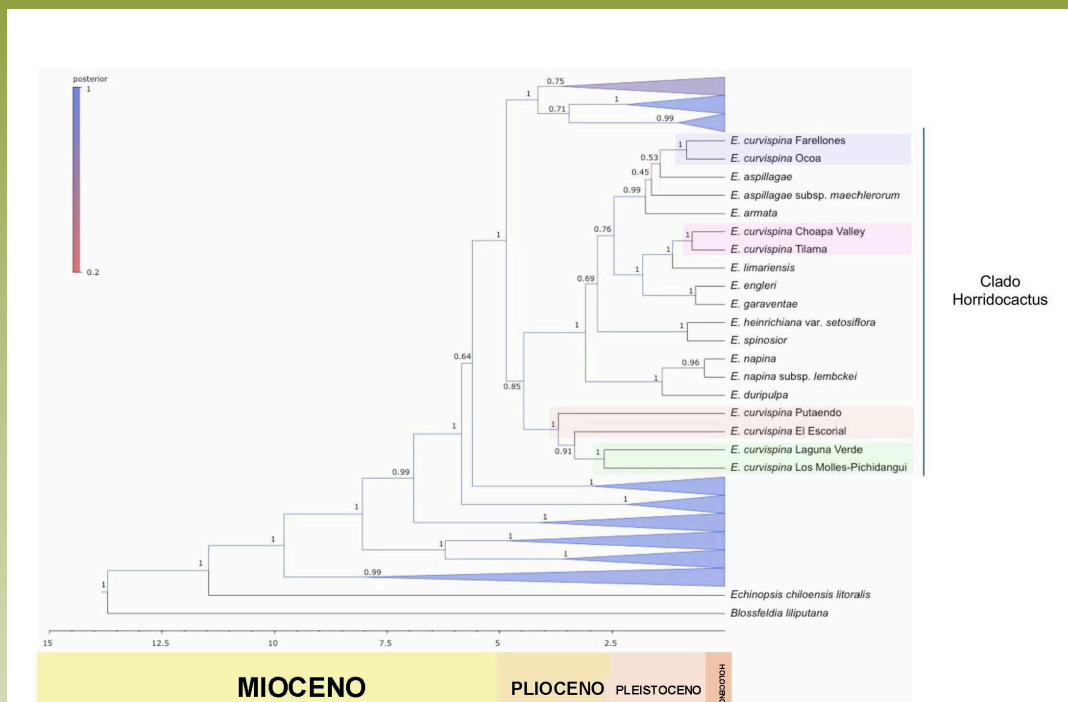


Figura 2. Filogenia calibrada en el tiempo de *Eriosyce* con los clados internos colapsados, excepto el clado *Horridocactus* para facilitar la visualización de la posición filogenética de los miembros putativos de *E. curvispina*. Los números sobre los nodos son las probabilidades *a posteriori*.

evolución morfológica, actuando independientemente o en conjunto.

Para comprobar estas hipótesis se evaluó la distribución de la diversidad genética con marcadores microsatélites y por otro lado, se utilizaron marcadores plastidiales y nucleares para hacer la reconstrucción filogenética del género *Eriosyce*. El estudio (Villalobos-Barrantes *et al.*, 2023) se enfocó en:

1. la delimitación de especies utilizando datos moleculares del cactus globoso "*E. curvispina*" con los que se realizaron inferencias filogenéticas bayesianas sobre 87 individuos de *Eriosyce*, incluyendo nueve poblaciones de *E. curvispina*, y analizando tres intrones no codificantes plastidiales, un gen plastidial y uno nuclear (Fig. 1).
2. la relación entre rasgos morfológicos y variables ambientales, usando el método comparado filogenético, para evaluar la evolución de la longitud, volumen, tipo de raíz y tipo de tallo de los cactus del género *Eriosyce*, y si la temperatura y la precipitación afectan su evolución.
3. se evaluó la diversificación en términos de nicho climático y morfológico.

Los principales resultados obtenidos son: i) el desarrollo de 12 pares de microsatélites nucleares para evaluar la estructura genética a nivel poblacional. ii) identificación de cuatro grupos originados en eventos cladogenéticos independientes ocurridos a diferentes profundidades temporales (Fig. 2). iii) determinación de que la temperatura tiene un impacto sobre la longitud y el volumen de los cactus, mientras que la precipitación tiene un impacto sobre la forma y tipo de tallo, y iv)

que estos rasgos han evolucionado dando una ventaja adaptativa a estas plantas para colonizar nuevos lugares, sobrevivir en el tiempo y diversificarse. Estos resultados tienen además un impacto a nivel de conservación, ya que con la delimitación y descripción de nuevas especies se puede evaluar con precisión el riesgo de extinción y diseñar acciones de conservación eficientes, evitando pasar por alto especies altamente amenazadas en un paisaje cada vez más antropizado pero muy diverso como es el de Chile Central.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el Biomas Lab, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, bajo la tutoría del Dr. Pablo C. Guerrero, la cotutoría del Dr. Jorge Avaria y la colaboración de los coautores: Beatriz M. Meriño, Helmut E. Walter y Arón Cádiz-Véliz.

Este estudio y trabajo de tesis se llevó a cabo gracias a los proyectos financiados por FONDECYT 1160583 y 121144, el proyecto ANID PIA/BASAL FB210006, la beca de investigación otorgada por el IAPT en 2019 (www.iaptglobal.org/awarded-grants, consultado el 19 de noviembre 2023), así como por el apoyo del Programa de Becas del Sistema de Postgrado y la Beca de Estipendio durante los años 2015 y 2016 del Programa de Doctorado en Sistemática y Biodiversidad, ambos de la Universidad de Concepción.

Referencias

Arakaki, M., Christin, P.-A., Nyffeler, R., Lendel A., Eggli

- U., Ogburn R.M., Spriggs, E., Moore M.J. y Edwards, E.J. 2011. Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 8379-8384.
- Arroyo, M.T.K., Marquet, P., Marticorena, C., Somonetti, J., Cavieres, L., Sequeo, F., Rozzi, R. y Massardo, F. 2008. El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. Pp. 90-93. En: Ugalde, R.J. & Stutzin, M. (eds). *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*, CONAMA, ocho libros editores, Santiago, Chile.
- Böhnert, T., Luebert, F., Merklinger, F. F., Harpke, D., Stoll, A., Schneider, J. V. y Weigend, M. 2022. Plant migration under long-lasting hyperaridity—phylogenomics unravels recent biogeographic history in one of the oldest deserts on Earth. *New Phytologist* 234: 1863-1875.
- Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J.P., Frances, A., Hernández, H.M., Inger, R., Pollock, C., Schipper, J., Superina, M. et al. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants* 1: 15142.
- Goettsch, B., Durán, A.P. y Gaston, K.J. 2019. Global gap analysis of cactus species and priority sites for their conservation. *Conservation Biology* 33: 369-376.
- Guerrero, P.C., Durán, A.P. y Walter, H.E. 2011a. Latitudinal and altitudinal patterns of the endemic cacti from the Atacama Desert to Mediterranean Chile. *Journal of Environments* 75: 991-997.
- Guerrero, P.C., Arroyo, M.T.K. y Bustamante, R.O. 2011b. Phylogenetics and predictive distribution modeling provide insights into the geographic divergence of *Eriosyce* subgen. *Neoporteria* (Cactaceae). *Plant Systematics and Evolution* 297: 113-128.
- Guerrero, P.C., Rosas, M., Arroyo, M.T., y Wiens, J.J. 2013. Evolutionary lag times and recent origin of the biota of an ancient desert (Atacama-Sechura). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 11469-11474.
- Guerrero, P.C., Majure, L.C., Cornejo-Romero, A. y Hernández-Hernández, T. 2019a. Phylogenetic relationships and evolutionary trends in the cactus family. *Journal of Heredity* 10: 4-21.
- Guerrero, P.C., Walter, H.E., Arroyo, M.T.K., Peña, C.M., Tamburrino, I. De Benidictis, M. y Larridon, I. 2019b. Molecular phylogeny of the large South American genus *Eriosyce* (Notocactaceae, Cactaceae): Generic delimitation and proposed changes in infrageneric and species ranks. *Taxon* 68: 557-5573.
- Hernández-Hernández, T., Brown, J.W., Schlumpberger, B. O., Eguiarte, L.E. y Magallón, S. 2014. Beyond aridification: multiple explanations for the elevated diversification of cacti in the New World Succulent Biome. *New Phytologist* 202: 1382-1397.
- Vásquez-Cruz, M., Loera, I., Del Angel, M., Nakamura, M., Hultine, K.R. y Hernández-Hernández, T. 2023. Evolutionary origins, macroevolutionary dynamics, and climatic niche space of the succulent plant syndrome in the Caryophyllales. *Journal of Experimental Botany* 76: 576-593.
- Villalobos-Barrantes, H.M., Meriño, B.M., Walter, H.E. y Guerrero, P.C. 2022. Independent Evolutionary Lineages in a Globular Cactus Species Complex Reveals Hidden Diversity in a Central Chile Biodiversity Hotspot. *Genes* 13: 240.
- Walter, H.E., Cádiz-Véliz, A., Meriño, B.M., Villalobos-Barrantes, H.M. y Guerrero, P.C. 2024. Taxonomic dissection based on molecular evidence of the *Eriosyce curvispina* complex (Cactaceae): identifying nine endemic species from Central Chile. *PhytoKeys* 237: 117-139.

Events and Opportunities

Conferences and Congresses

- The 40th Annual Succulent Plants Symposium at [The Huntington Library, Art Museum, and Botanical Gardens](#): this annual event in San Marino, California, USA will take place on September 1st and includes two CSSG members. Registration details can be found [here](#).
- “Cátedras del Semidesierto” is an annual seminar organized by the [Cadereyta Regional Botanic Garden](#) in Querétaro, México. The garden lies close to the semiarid zone of Querétaro and Hidalgo, the southern end of the Chihuahuan Desert. The event is a meeting place for scholars and researchers who share interests in this zone. This year's motto is: “The Botanical Garden is a space of hope for life.” It refers to the hope in scientific knowledge to consolidate biodiversity conservation. The ninth edition of the event is scheduled for August 23rd to 25th 2023 in a hybrid format (in-person, limited capacity, and remotely through YouTube). For more information, email bmaruri@concyteq.edu.mx.
- The [International Cactaceae Academic Network](#) (iCAN) organizes monthly Zoom seminars on current cactus research. Please register on their website to receive seminar announcements.
- The [Cactus and Succulent Society of America](#) organizes an online seminar series featuring cactus and succulent experts from around the world. Please register on their website.

Grants and Funding

- Applications for the [Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund](#) are open. This global fund has been established to provide targeted grants to any individual threatened species' conservation initiatives, recognize leaders in the field and elevate the importance of species in the broader conservation debate. Deadline: October 31, 2023.
- The [Cactus and Succulent Society of America Research Grants Program](#) supports research projects involving succulent plants through small grants. Deadline: February 1, 2024.
- The [Cactus and Succulent Society of America](#) supports conservation projects involving succulent plants through small grants. Deadline: rolling basis. For more information, email irwinlightstone@att.net.
- The [Tucson Cactus and Succulent Society](#) provides small grants for both research and conservation projects involving succulent plants. Deadline: rolling basis.



ABOUT THE NEWSLETTER

The Cactus and Succulent Plants Specialist Group Newsletter is an important tool to keep members informed of SG activities and accomplishments.

CSSG ANNUAL REPORT [2021 Report](#)

