



Boletín del Grupo de Especialistas en Cactáceas y Plantas Suculentas *Agosto, 2023*

Co-presidentes

Bárbara Goetsch
Lucas C. Majure

Oficial de Programa

Michiel Pillet

Comité Editorial

Bárbara Goetsch
Lucas C. Majure

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

Noticias del CSSG

Obituario - Dr. Eloy Solano Camacho	2
Obituario - Dra. Adriana E. Hoffmann J.	
Nuevos miembros	3
Nuevo Oficial de Programa	
Asociaciones y donaciones	
Avances del Plan de Acción para la Conservación Integral de <i>Copiapoa</i>	
Grupo de Trabajo para la Reevaluación de Cactaceae	4
¿Se pregunta qué fue de los especímenes de <i>Copiapoa</i> repatriados a Chile?	
Presentación del trabajo del CSSG	

Las cactáceas sensibilizan sobre el cambio climático	5
Comercio de plantas silvestres en Estados Unidos	
Agradecimientos	

Intervenciones de Conservación

Proyectos comunitarios para la conservación de cactáceas en el estado de Morelos, México	6
--	---

Alerta de Conservación

Proteger a <i>Pygmaeocereus familiaris</i> F. Ritter y su flora asociada en un oasis de suculentas único en el sur de Perú	7
--	---

Energías renovables y cactáceas ¿es posible convivir sin efectos colaterales?	10
---	----

Sistemática, Filogenética, Taxonomía	
--------------------------------------	--

El Clado Mammilloide: un ejemplo de gran riqueza de especies, endemismo y rápida diversificación	11
--	----

Sinergia	
----------	--

iCAN, otra asociación de cactófilos?	15
--------------------------------------	----

Novedades en Sistemática, Filogenética y Taxonomía	18
--	----

Eventos y Oportunidades	20
-------------------------	----

Palabras de los Copresidentes

Estimados miembros del Grupo Especialista en Cactáceas y Plantas Suculentas de la CSE de la UICN,

Ha sido un año y medio interesante para la familia Cactaceae en términos de sistemática, conservación y la divulgación educativa. En este número del Boletín del CSSG, nos complace compartir con ustedes noticias, avances en el cumplimiento de nuestros objetivos y otras actualizaciones importantes, incluyendo investigaciones recientemente publicadas y actividades relacionadas con la repatriación de especímenes de *Copiapoa*. También incluimos interesantes artículos basados en el trabajo de nuestros increíbles miembros. Lamentablemente, también compartimos la triste noticia del fallecimiento del Dr. Eloy Solano Camacho y de la Dra. Adriana E. Hoffmann J.

Esperamos que continúe nuestro arduo trabajo hacia la conservación y el conocimiento más profundo de nuestras preciadas plantas, con especial énfasis en todo el increíble trabajo de los miembros de nuestro grupo.

Aprovechamos esta oportunidad para agradecerles su continuo apoyo, y apreciamos sinceramente el tiempo que invierten como miembros del CSSG.

Reciban un cordial saludo,

Bárbara Goetsch y Lucas C. Majure (Co-presidentes del CSSG)



Noticias del CSSG

Lamentamos la pérdida del Dr. Eloy Solano Camacho, experto en Asparagaceae de México, y de la Dra. Adriana E. Hoffmann J., experta en cactáceas chilenas, y expresamos nuestras condolencias a sus seres queridos.

Obituario - Dr. Eloy Solano Camacho

6 de octubre de 1955 - 3 de diciembre de 2021



Eloy Solano Camacho nació y murió en el hermoso estado de Oaxaca. Estudió biología en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES Zaragoza), de la Universidad Nacional Autónoma de México de 1977 a 1981. En esta Facultad se interesó por la botánica, primero como alumno y posteriormente como docente e investigador. Durante más de 35 años realizó y asesoró diversas investigaciones sobre la flora de México y en particular la de su estado natal. También desarrolló múltiples estudios sobre los géneros *Bessera*, *Manfreda*, *Polianthes* y *Yucca*, de estos dos últimos describió 13 especies nuevas para la ciencia.

El Dr. Solano fue responsable y colector activo del Herbario FEZA, al que registró en el Index Herbariorum en 1997. Participó activamente en la formación de estudiantes de pregrado y posgrado, impartió clases, dictó conferencias, asistió a programas de radio, congresos nacionales e internacionales, foros, simposios, entre otras muchas actividades. Asimismo, fundó la Unidad de Sistemática Vegetal y Suelo, en conjunto con un equipo de trabajo excepcional. Su profesionalismo y liderazgo en cada labor que realizaba lo llevó a ocupar puestos administrativos, cuerpos colegiados y comisiones evaluadoras dentro y fuera de la FES Zaragoza. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores, la Sociedad Botánica de México y la Organización Internacional para el Estudio de las Plantas Suculentas.

Las personas que lo conocimos de cerca echaremos de menos su alegría y su pasión por la vida, ese gusto por compartir sus raíces oaxaqueñas desde la gastronomía

hasta la música, incluso sus chistes malos. Sus estudiantes lo llamábamos con cariño y admiración "Doc.", así que hasta donde se encuentre "Doc.", le agradecemos sus enseñanzas, aportaciones y sobre todo aquello que de manera personal nos dio todos aquellos que formamos parte de su vida.

"¡Hasta siempre Doctor!"

Por María Magdalena Ayala Hernández

Obituario - Dra. Adriana E. Hoffmann J.

29 de enero de 1940 - 20 de marzo de 2022



Adriana Hoffmann, visionaria ecologista y botánica chilena, nació el 12 de octubre de 1940 y dedicó su vida a la preservación y a la investigación del medio ambiente, dejando un legado imborrable en la historia de la conservación. Su trayectoria académica comenzó en la Universidad de Chile, donde inició estudios de Agronomía, pero su pasión por la botánica la llevó a abandonar dicha carrera y a profundizar en esta disciplina. En adelante, su incansable trabajo se enfocó en la valorización y conservación de la flora de Chile, aportando investigaciones pioneras en la diversidad botánica del país.

La década de los noventa fue un periodo prolífico para A. Hoffmann. En 1997, recibió el reconocimiento de la ONU como una de las 25 líderes ambientalistas de la década. Dos años después, fue galardonada con el Premio Nacional de Medio Ambiente en la categoría de Educación Ambiental, otorgado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). En el año 2000, además de representar a Chile en la COP 6, asumió el liderazgo de CONAMA, responsabilidad que mantuvo hasta octubre de 2001. En 2003, su compromiso con el equilibrio ecológico fue honrado con el Premio Luis Oyarzún de la Universidad Austral. Durante esta década, también denunció la tala ilegal de los bosques nativos de Chile a través de su obra "La tragedia del bosque chileno".

Adriana Hoffmann dedicó una parte importante de su carrera al estudio y conservación de las cactáceas chilenas. Contribuyó a la nomenclatura e identificación de decenas de especies de Cactaceae. Además, su labor fue crucial para aumentar el conocimiento y la conciencia sobre la conservación de las cactáceas y otras especies endémicas del Desierto de Atacama. En 1989, publicó su emblemática obra “Cactáceas en la flora silvestre de Chile: una guía para la identificación de los cactus que crecen en el país”, la cual reeditó en 2004 junto a Helmut E. Walter.

La pérdida de Adriana Hoffmann en 2022 dejó un vacío en el mundo de la conservación y el activismo ambiental, pero su legado sigue presente. En 2015, el Ministerio del Medio Ambiente fundó la “Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann”, y su influencia perdura en cada política ambiental que se implementa y en cada individuo que se inspira a valorar y proteger nuestro entorno. Adriana Hoffmann, con su pasión y dedicación, continúa siendo una figura icónica inolvidable y una fuente de inspiración para las generaciones actuales y futuras dedicadas a la preservación de la naturaleza.

Por Pablo Guerrero

Nuevos miembros

¡Damos la bienvenida a nuestros nuevos miembros! Seguimos ampliando nuestra membresía como parte de nuestros compromisos en el nuevo cuatrienio (2021-2025), con especial énfasis en aumentar la representación de mujeres e investigadores jóvenes.

- Alejandro Casas - Universidad Nacional Autónoma de México, México (Cactaceae y Asparagaceae)
- María Magdalena Ayala Hernández - Universidad Autónoma de México, México (Asparagaceae)
- Christian Ricardo Loaiza - Museo de Historia Natural, Ecuador (Cactaceae)
- Carol Peña - Universidad de Concepción, Chile (Cactaceae)
- Michiel Pillet - The University of Arizona, USA (Cactaceae)
- Christian Torres-Santana - TerraFormation, USA (Cactaceae)

Nuevo Oficial de Programa

Después de más de un año de búsqueda, nos complace anunciar que Michiel Pillet se ha unido al equipo de CSSG como nuestro nuevo Oficial de Programa. La pasión de Michiel por las suculentas comenzó cuando era adolescente en Bélgica, donde tenía una pequeña colección de cactáceas. En 2016 se mudó a Tucson, Arizona, Estados Unidos, donde es candidato a doctorado en la Universidad de Arizona y estudia los impactos del cambio climático en las cactáceas. Michiel también posee un vivero para la conservación, centrado

en la propagación de las cactáceas más amenazadas, colabora con jardines botánicos y es miembro del Comité de Conservación de la Cactus and Succulent Society of America.

Asociaciones y donaciones

B.Willow, nuestra tienda asociada situada en Maryland, USA, y Summer Rayne Oakes, del canal de YouTube Plant One On Me, hicieron donaciones al CSSG para ayudarnos a avanzar en nuestra misión. Esto será especialmente útil para financiar las reevaluaciones de la familia Cactaceae.

Avances del Plan de Acción para la Conservación Integral de *Copiapoa*

Estamos muy contentos de anunciar que el “Taller de planificación integral para la conservación de *Copiapoa*” (Fig. 1) ha finalizado con éxito. Fue organizado por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA), el Zoológico de Chester, el Grupo de Especialistas en Planificación de la Conservación (CPSG) de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la UICN y el CSSG. Participaron 35 expertos de más de 20 instituciones y cinco países (Fig. 2). El taller se desarrolló a lo largo de siete sesiones en línea en agosto y septiembre de 2022. Durante el taller, se revisaron las reevaluaciones de las especies y se identificaron las principales amenazas, culminando en una lista de acciones de conservación recomendadas. El plan de acción resultante se publicará como un documento del CSSG y será adaptado como plan de acción nacional (RECOGE) por el MMA. El plan de acción se publicará antes de finales de 2023, y confiamos en que tendrá un impacto positivo en la conservación de *Copiapoa*.



Figura 1. Logotipo del taller.

Paul Bamford, Director del Programa Regional de Campo para América Latina en el Zoológico de Chester, el cual alberga la “Colección Nacional” de *Copiapoa* en el Reino Unido, comenta: “Este plan de conservación es algo que empezamos a discutir con CSSG allá por 2019. Después de toda la incertidumbre y la interrupción que llegó con COVID, nos sentimos tan agradecidos de que ambas organizaciones hayan podido emerger de la pandemia para recoger los pedazos y comenzar de nuevo. Con la orientación y facilitación de CPSG, y la participación de nuestra red de colaboradores en Chile y más allá, el nivel de compromiso y debate en el taller fue inspirador, y creemos que esto nos ha dado los ingredientes que

necesitamos para un plan ambicioso, pero robusto. A medida que avanzamos hacia su publicación a nivel internacional a través del CSSG, y en Chile a través del marco de planificación nacional RECOGE, estamos realmente entusiasmados por ver cómo se implementaran estas acciones, y de descubrir los resultados que se pueden alcanzar."



Figura 2. Algunos de los participantes del taller.

El CSSG desea expresar su gratitud al Zoológico de Chester, UK, por su apoyo financiero y técnico. Damos las gracias al MMA por respaldar y apoyar el plan de acción y por su aportación técnica. Agradecemos al CPSG por todo su esfuerzo en la preparación y facilitación del taller. También damos las gracias a todos los participantes que aportaron su experiencia en *Copiapoa*. El taller también contó con el apoyo financiero de las Subvenciones Internas del SSC.

Grupo de Trabajo para la Reevaluación de Cactaceae

Estamos creando un Grupo de Trabajo para reevaluar la familia Cactaceae para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. El objetivo del Grupo de Trabajo es catalizar la reevaluación de la familia Cactaceae con la ayuda de puntos focales identificados por región o país. Los puntos focales se encargarán de dirigir y gestionar el proceso, así como de involucrar a expertos de sus respectivas regiones/países y de buscar financiamiento. Los puntos focales recibirán el apoyo de los Presidentes del CSSG y del Oficial de Programa. Si está interesado en formar parte del Grupo de Trabajo en su país o región, no dude en hacernoslo saber.

Nos complace comunicarle que los siguientes puntos focales han aceptado formar parte del Grupo de Trabajo (de norte a sur):

- Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro, México - apoyará la reevaluación de las especies de cactáceas del semi-desierto Queretano-Hidalguense
- Duniel Barrios, Jardín Botánico de la Habana, La Habana, Cuba - apoyará la reevaluación de las especies de cactáceas
- Monica Arakaki, Museo de Historia Natural, Universidad de San Marcos, Lima, Perú - apoyará la reevaluación de las especies de cactáceas peruanas

y de las especies compartidas con Chile

- Pablo Guerrero, Universidad de Concepción, Concepción, Chile - se encargará de la reevaluación de las cactáceas chilenas
- Yuley Encarnación Piñeyro, Department of Biology y Florida Museum, University of Florida, y Jardín Botánico Nacional "Dr. Rafael M. Moscoso", República Dominicana - apoyará la reevaluación de las cactáceas de la Hispaniola

¿Se pregunta qué fue de los especímenes de *Copiapoa* repatriados a Chile?

En noviembre de 2022 se inauguró el Centro de Rescate de Cactáceas en la región de Atacama con el objetivo de albergar a los ejemplares de *Copiapoa* incautados durante la Operación Atacama en Italia. Más de 800 cactáceas son albergadas en este recinto, administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) con el apoyo técnico y científico del Instituto Forestal (INFOR). Consulte también la [publicación de Twitter](#) que figura a continuación.

Subsecretaría de Agricultura
@Sub_Agricultura
...

Inauguramos el Centro de Rescate de Cactáceas!, en pleno Desierto de Atacama, espacio construido para albergar más de 800 cactus decomisados en operativo en **#Italia**. El lugar es operado por **@conaf_minagri** e **@INFOR_Minagri** y albergará otros ejemplares incautados a futuro 🌵

[Translate Tweet](#)

@ Instituto Forestal and 3 others

12:52 PM · Nov 10, 2022 from Caldera, Chile

Presentación del trabajo del CSSG

La co-presidente Bárbara Goetsch presentará el trabajo del CSSG en una conferencia magistral que impartirá durante el seminario "Cátedras del Semidesierto 2023" organizado por el Jardín Botánico Regional Cadereyta (agosto de 2023), así como en el 40º Simposio de Plantas Suculentas en The Huntington Library, Art Museum, and Botanical Gardens (septiembre de 2023). Para más información sobre estos eventos, consulte la sección *Eventos y Oportunidades* al final del boletín.

Las cactáceas sensibilizan sobre el cambio climático

El [artículo](#) publicado en 2022 titulado “Elevated extinction risk of cacti under climate change”, resultado de un proyecto dirigido por el Oficial de Programa del CSSG Michiel Pillet, fue uno de los artículos sobre conservación más influyentes de 2022 según [ConservationBytes.com](#) y [Altmetric](#). El mensaje fue claro y fuerte: el clima será demasiado caliente incluso para las plantas que toleran altas temperaturas. Este artículo ha sido un emblema para concientizar sobre el cambio climático y sigue recibiendo gran atención por los medios de comunicación (por ejemplo, <https://www.youtube.com/watch?v=zdYEjl0InG8>). Prevemos que el cambio climático será cada vez más importante para nuestras evaluaciones, y que la resistencia climática formará parte integral de planes de conservación exitosos.

Comercio de plantas silvestres en Estados Unidos

En 2023, fuimos informados del funcionamiento de una red de comercio internacional que suministra plantas silvestres recolectadas en América Latina, África y el sudeste asiático a partes de Estados Unidos, en particular al estado de California. A este respecto, notificamos formalmente a la Cactus and Succulent Society of America (CSSA) y al Inter-City Cactus & Succulent Show and Sale acerca de que varios individuos que forman parte de esta red operan dentro de sus organizaciones, y solicitamos su remoción. Mientras que CSSA nos ha comunicado que está tomando medidas, Inter-City Show se ha negado a cooperar por el momento. Nuestras declaraciones se hicieron públicas, lo que nos llevó a recibir información adicional, así como ofertas de apoyo y ánimo por parte de diversas partes interesadas. Continuaremos con los esfuerzos para desmantelar esta red.

Agradecimientos

En nombre del CSSG, expresamos nuestro agradecimiento a la generosidad de nuestra institución anfitriona: el Desert Botanical Garden de Phoenix, Arizona, Estados Unidos. Su apoyo es invaluable para nosotros y gracias a ello contamos con la asistencia de nuestro Oficial de Programa, Michiel Pillet.

Agradecemos a Liz Vayda de [B.Willow](#) y a Summer Rayne Oakes de [Homestead Brooklyn](#) sus amables donaciones y apoyo a la conservación. Expresamos nuestra gratitud a los miembros del CSSG y a otras personas que contribuyeron con artículos para nuestro Boletín.

Artículos de Divulgación

Intervenciones de Conservación

Proyectos comunitarios para la conservación de cactáceas en el estado de Morelos, México

Lluvia Ramírez Navarro¹ y Topiltzin Contreras-MacBeath¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexico.

Debido a sus distintivas formas, sus llamativas flores, lo atractivo que son para la gente, además de su capacidad para sobrevivir en ambientes áridos, semiáridos, en latitudes frías como Canadá o la Patagonia y en las regiones tropicales selváticas de México, hacen que las cactáceas sean plantas muy cotizadas para el comercio internacional (Alanís y Velazco, 2008). Se sabe que en el mundo existen unas 1855 especies de cactáceas (Korotkova et al., 2021), de las cuales 913 habitan en México, siendo el 80% de estas endémicas para el país (Jiménez-Sierra, 2011). En el caso del Estado de Morelos, ubicado en la región central de México, se han registrado como endémicas 30 especies y tres subespecies nativas, como *Mammillaria knippeliana* (Fig. 1), (Martínez-Alvarado y Flores-Castorena, 2020).



Figura 1. *Mammillaria knippeliana*, especie endémica de Morelos (Foto: Topiltzin Contreras).

Un estudio realizado por Goettsch et al. (2015) en el que se evaluaron 1478 especies de cactáceas utilizando criterios de la Lista Roja de la IUCN, muestra que el 31% de éstas se encuentran amenazadas de extinción. En ese mismo estudio se describieron como la causa más importante del riesgo de extinción la colecta poco escrupulosa de organismos vivos y sus semillas para el comercio de plantas ornamentales, así como para colecciones privadas, una situación que afecta al 47% de las cactáceas amenazadas. Cabe mencionar que México sigue el mismo patrón global, ya que en la Norma Oficial Mexicana (NOM059-SEMARNAT-2010) se listan 255

especies de cactáceas en riesgo. Por lo anterior, resulta importante implementar medidas para su conservación y aprovechamiento sustentable, por lo que se debe de trabajar en estrategias de colecta y preservación de semillas, el cultivo de plantas en invernaderos, la reintroducción de plantas a sus hábitats naturales y el fomento de un comercio legal, todo lo anterior acompañado de campañas de educación ambiental que ayude a los pobladores de comunidades a formular estrategias para un uso sustentable de sus recursos.

En México desde hace algunos años se ha implementado un modelo para el manejo y aprovechamiento sustentable de especies en riesgo, a través de las llamadas Unidades de Manejo Ambiental (UMA), que han sido promovidas y supervisadas por el gobierno federal a través de la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (González-Rebeles et al., 2020). En este sentido a partir del 2014 en el estado de Morelos, como parte de una estrategia para promover la conservación, protección y el aprovechamiento de las especies de cactáceas, se implementó un programa del Gobierno Estatal para el establecimiento de “unidades de manejo” para la conservación de las cactáceas a través de su producción en viveros. Para el desarrollo de dicha estrategia se trabajó con grupos comunitarios conformados principalmente por mujeres quienes habitan dentro de las áreas naturales protegidas de carácter estatal. En específico las Reservas Estatales Sierra Monte Negro y Las Estacas, y los Parques Estatales El Texcal y Cerro de la Tortuga y la ZSCE Los Sabinos, Santa Rosa, San Cristóbal.



Figura 2. Proceso de capacitación y seguimiento de los proyectos comunitarios (Foto: Topiltzin Contreras).

En total se han implementado ocho proyectos comunitarios (Fig. 2), los cuales continúan operando hasta el momento, que propagan estas plantas. Actualmente se propagan 25 especies de cactáceas de las cuales 14 especies ya se comercializan, entre las que se puede mencionar a *Astrophytum asterias* (Falso Peyote), *Astrophytum capricorne* (Biznaga Algodoncillo),

Astrophytum myriostigma (Bonete de Obispo), *Ariocarpus trigonus* (Chauté), *Ariocarpus bravoanus* (Rocas Vivientes), *Kroenleinia (Echinocactus) grusonii* (Asiento de Suegra), y *Echinocereus rigidissimus* ssp. *rubispinus* (Rubispinos), por mencionar algunas de ellas. La mayoría de ellas se comercializan de manera local y algunos grupos comunitarios están trabajando en la conformación de una cooperativa para el comercio de manera nacional e internacional (Fig. 3).



Figura 3. Turistas visitando una unidad de producción en Tlaltizapán (Foto: Topiltzin Contreras).

Parte fundamental del desarrollo y éxito de estos proyectos fue la capacitación y el seguimiento por parte de la institución gubernamental. Con esta iniciativa se generó una alternativa económica para el desarrollo de las comunidades, pero sobre todo de las mujeres de comunidades marginadas, aunado a la conservación y protección de especies de cactáceas nativas. Estos

Alerta de Conservación

Proteger a *Pygmaeocereus familiaris* F. Ritter y su flora asociada en un oasis de suulentas único en el sur de Perú

Miembros del Laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal¹: Mónica Arakaki*, Renzo Villena, Susy Castillo, Soledad Rivera, Blanca León, Alejandra Huamán, Carlos Jiménez, Franco Damian, Rocio Quispe, Elmer Ramos, Pamela Aroni, Leonardo Gaspar, Piero Arana, Sebastián Riva

¹Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

*Correo electrónico: marakakim@unmsm.edu.pe.

Pygmaeocereus familiaris F. Ritter es un miembro de

proyectos se trabajan de manera local, sin embargo, su impacto es global.

Referencias

Alanís Flores, G.J., y Velazco Macías, C.G. 2014. Importancia de las cactáceas Ciencia y Sociedad como recurso natural en el noreste de México. *Ciencia de la Universidad Nacional de Nuevo León*, 11: 6-11.

Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J.P., Frances, A., Hernández, H.M., Inger, R., Pollock, C., Schipper, J., Superina, M., Taylor, N.P., et al. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants*, 1: 1-7.

González-Rebeles, I.C., Méndez, M.M., Anaya L., M. and Juárez Mondragón, A. 2020. Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. Pp. 333-345. En: *La biodiversidad en Morelos, Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México.

Jiménez Sierra, C.L. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12: 1-21.

Korotkova, N., Aquino, D., Arias, S., Egli, U., Franck, A., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. y Berendsohn, W.G. 2021. Cactaceae at Caryophyllales.org – a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. *Willdenowia*, 51: 251-271.

Martínez-Alvarado D. y Flores-Castorena, A. 2020. Cactáceas (Cactaceae). Pp. 463-470. En: *La biodiversidad en Morelos, Estudio de Estado 2*. Vol. I. CONABIO, México.

las Cactaceae, una familia de plantas con más de 190 endemismos para la flora de Perú (Arakaki et al., 2006). *Pygmaeocereus familiaris* es un cactus diminuto, considerado aquí como una especie distinta a *P. bylesianus* M. O. Andreae & Backeb. (Ostolaza, 2019; Villena et al., en prep.). Está restringida a unas pocas localidades de “lomas costeras” (vegetación estacional a modo de islas en el desierto, supeditada a las neblinas de invierno) de la Provincia de Caravelí, Arequipa, Perú, entre 120 y 200 m snm (Fig. 1). Originalmente fue recolectada en Chala (Fig. 2a), y esta localidad tipo alberga también otras cactáceas endémicas, tales como *Eulychnia ritteri* Cullman (Fig. 2e), *Eriosyce islayensis* (C. F. Först.) Katt. (Fig. 2c) y *Haageocereus chalaensis* F. Ritter (= *H. decumbens* (Vaupel) Backeb.) (Fig. 2f), así como otras plantas, en su mayoría suculentas (*Cistanthe paniculata*, *Oxalis cf. dombeyi*, *Portulaca pilosa*) (Fig. 2g, h). *Pygmaeocereus bylesianus*, que de acuerdo a Hunt

Tabla 1. Taxonomía controvertida de los cactus de la zona de estudio y categorizaciones de la UICN. Los taxones reconocidos aquí aparecen en negrita.

Taxonomía actual	Taxonomía antigua	Categoría UICN (año)	Categoría propuesta
<i>Pygmaeocereus bylesianus</i>	<i>Pygmaeocereus familiaris</i>	---	En Peligro Crítico (CR)
<i>Eulychnia ritteri</i>	<i>Eulychnia ritteri</i>	---	En Peligro Crítico (CR)
<i>Eriosyce islayensis</i>	<i>Islaya islayensis</i>	Casi Amenazado (2011)	Vulnerable (VU)
<i>Haageocereus decumbens</i>	<i>Haageocereus chalaensis*</i>	---	Vulnerable (VU)

**Haageocereus chalaensis* se reconoce como una buena especie, y no como un sinónimo de *H. decumbens*, basándose principalmente en el número de cromosomas: *H. chalaensis* ($2n = 44$), *H. decumbens* ($2n = 22$).

et al. (2006), incluye a *P. familiaris*, está categorizada como En Peligro Crítico (CR) (Cáceres, 2013) (Tabla 1). Sin embargo, no hay una descripción detallada de las amenazas y el estado de conservación de esta última considerada como una especie distinta.



Figura 1. Sección de la Provincia de Caravelí (mapa insertado) y sitios de registro de colecta de *Pygmaeocereus familiaris* en Lomas de Atiquipa (1994, círculo verde) y Lomas de Chala (2020 y 2022, círculos amarillos).

El área de distribución de *Pygmaeocereus familiaris* se ve gravemente afectada por la expansión urbana, la venta ilícita de tierras, la colecta y el comercio ilegal de plantas ornamentales, la minería y los depósitos de basura, factores que aumentan la fragmentación del hábitat y la pérdida de individuos a un ritmo acelerado (basado en observaciones entre 2020 y 2022).

Las plantas de *P. familiaris* crecen en matas que contienen uno o más individuos, las ramas son cortas, de hasta 2 cm, y casi a ras de suelo; la raíz principal es gruesa y crece profundamente en el suelo; las flores son blancas, en forma de embudo, dos o tres veces más largas que los tallos, y aunque el síndrome de polinización corresponde a polillas Sphingidae, no se han registrado observaciones; los frutos son globosos, de color verdoso a marrón (Anderson, 2001; Ostolaza, 2019) (Fig. 2d).

Lo que estamos aprendiendo sobre *Pygmaeocereus*

Basado en una agenda de investigación más amplia, para desarrollar protocolos que brinden experiencias validadas

para la conservación ex situ de algunas poblaciones de cactus altamente amenazadas (financiado por CONCYTEC de Perú y el Banco Mundial), se tomaron en cuenta preocupaciones sobre la validez y afinidades de las especies, requisitos para la propagación y reintroducción, y prospectos para un banco de semillas. El estudio de *Pygmaeocereus* ofreció la posibilidad de evaluar su monofilía y determinar el número de especies en el género, además de recopilar información sobre la calidad del hábitat. El estudio filogenético en curso indica que el género *Pygmaeocereus* es de hecho monofilético y comprende tres especies: *P. bylesianus*, *P. familiaris* y *P. biebliei* Diers (Villena et al., en prep.). También estamos analizando las comunidades microbianas de la rizosfera y la endosfera asociadas a cada especie de *Pygmaeocereus* (Villena et al., en prep.).



Figura 2. Hábitat crítico para *Pygmaeocereus familiaris*, amenazas y su flora: (a) vista de la ciudad de Chala desde el área protegida propuesta, (b) residuos sólidos enredados con *Haageocereus chalaensis* (= *H. decumbens*) y (c) *Eriosyce islayensis*, (d) *Pygmaeocereus familiaris* en hábitat, (e) *Eulychnia ritteri*, (f) *Haageocereus chalaensis*, (g) *Cistanthe paniculata*, (h) *Oxalis cf. dombeyi*.

Impacto del cambio de uso de suelo

Las imágenes satelitales de Bing Maps (Microsoft, n.d.), y las imágenes en intervalos de tiempo de Google Maps (Google, n.d.; Fig. 3) muestran la rápida expansión de las áreas urbanas desde el 2003. Se nota un incremento más acelerado a partir del 2016 que invade el área de distribución de *P. familiaris* y flora asociada en el sector inferior de “Lomas de Chala”. La expansión urbana en el área también está relacionada con un aumento en la remoción de suelo y vegetación y el vertido de basura (Fig. 2a-c, e) que afectan a las poblaciones vecinas conocidas de *P. familiaris*.

El pueblo de Chala y sus alrededores han sido incluidos en varias concesiones mineras (Fig. 4). Sin embargo,

actualmente no se observan actividades extractivas en dichas concesiones mineras, las cuales se superponen parcialmente con el área crítica para la flora.

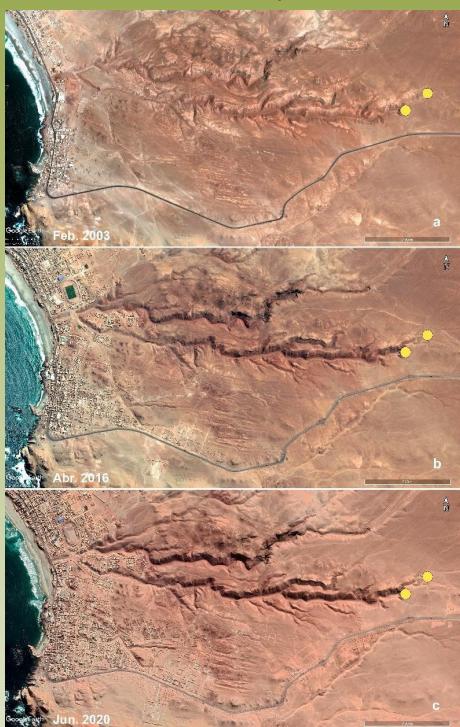


Figura 3. Mapas temporales de la ciudad de Chala y Lomas de Chala, mostrando la rápida expansión de los asentamientos urbanos: (a) 2003, (b) 2016, (c) 2020.

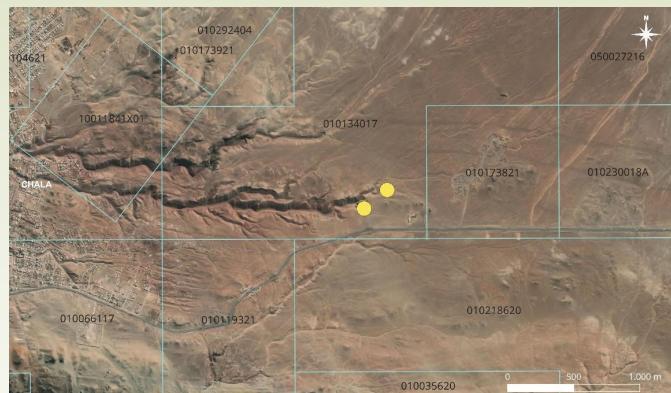


Figura 4. Concesiones mineras (delimitadas en celeste) en Chala y alrededor del área crítica (Fuente: Hanco, 2010).

Propuesta de conservación

Los cactus son especies bandera por los beneficios que aporta la comprensión de su biología y el uso de esta información para el beneficio común tanto de sus poblaciones como del hábitat compartido con otros organismos y comunidades humanas.

Tanto la idoneidad como la calidad del hábitat están amenazados por varios factores humanos en los sitios con poblaciones conocidas de *Pygmaeocereus familiaris*, las cuales están altamente restringidas. La propuesta de un área protegida para *Pygmaeocereus familiaris* y flora acompañante responde a la necesidad

de acciones de gestión y restauración para estas especies y de este singular y frágil ecosistema de lomas. Consideramos que se podría proponer un uso sostenible del área que incluya una disminución de las amenazas que afectan a las poblaciones de cactus y sus servicios ecosistémicos en el futuro.



Figura 5. Área de conservación propuesta.

Proponemos un área de conservación que comprende en su paisaje un cañón poco profundo bifurcado con arena rojiza, grava y piedras (Fig. 5), y una franja marginal de unos 30-40 m que rodea el cañón, considerando el hábitat específico de *P. familiaris*. Por lo escarpado de la zona, el lugar ha limitado la expansión de la urbanización, pero no ha impedido la contaminación por basura, ya que varios sectores son utilizados como depósitos de relleno sanitario.

Por lo tanto, esta nota pretende servir como un aviso a todas las instituciones involucradas en el área sobre la situación actual que pone en peligro a ecosistemas frágiles y especies endémicas restringidas. Desde las autoridades locales a nivel municipal hasta el Servicio Forestal del Ministerio de Agricultura (SERFOR-MINAGRI), el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Esperamos que, a medida que avancemos en nuestra investigación, podamos proporcionar datos adicionales necesarios para la recuperación de especies y el manejo de las poblaciones y su hábitat.

Referencias

- Anderson, E. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press, Portland, Oregon, 776 pp.
- Arakaki M., Ostolaza C., Cáceres F., y Roque J. 2006. Cactaceae endémicas del Perú. Pp. 193-219. En: León B., Roque J., Ulloa-Ulloa C., Pitman N., Jorgensen P., and Cano A. (Eds.) *El Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú*. Vol. 13(2). Revista Peruana de Biología.
- Cáceres, F. 2013. *Pygmaeocereus bylesianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T152527A646914. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T152527A646914.en>. (Consultado en: 18 de noviembre de 2022).

Google. n.d. Google Maps. Disponible en: <http://google.com/maps/>. (Consultado en: 25 de octubre de 2022).

Hanco, W. M. 2010. Geocatmin: Sistema de Información Geológico y Catastral Minero. XV Congreso Peruano de Geología, Cusco. Special Issue 9.

Hunt, D., Taylor, N, Charles, G. 2006. *The New Cactus Lexicon, Volumes I and II: Descriptions and Illustrations of the Cactus Family.* dh Books, 899 pp.

Microsoft. n.d. Bing Maps. Disponible en: <https://www.bing.com/maps/>. (Consultado en: 25 de octubre de 2022).

Ostolaza, C. 2019. *Todos los Cactus del Perú.* Sociedad Peruana de Cactáceas y Suculentas, Lima, Perú, 571 pp.

Energías renovables y cactáceas ¿es posible convivir sin efectos colaterales?

Carol Peña Hernández¹

¹Dept. de Ciencias y Tecnología Vegetal, Universidad de Concepción, Chile.

En la actualidad, Chile se encuentra en un proceso de transición energética de fuentes contaminantes proveniente de combustibles fósiles hacia energías renovables no convencionales (ERNC). El estado chileno tiene como objetivo ser un país carbono neutral para el año 2050. Para el año 2030 se espera que el 70% de la producción de energía eléctrica provenga de ERNC. Por lo cual, se contempla un aumento en la construcción de proyectos de energía solar y eólica para lograr estos objetivos. En el 2015, cuando las plantas generadoras de energía en base a sol y viento comenzaron a integrarse al sistema presentaban menos del 3% de la producción energética total, mientras que ya en junio del 2022 representan más del 30% de la producción total, siendo la energía solar la que ha crecido rápidamente pasando de 0 a 20,4% (MinEnergía, 2022).

El Estado de Chile se compromete a que la construcción de los nuevos proyectos energéticos implemente medidas de resguardo de los ecosistemas y la biodiversidad, tales como el enfoque de pérdida neta cero de biodiversidad. Esto conlleva planes de compensación de biodiversidad, en donde se establezca una equivalencia entre la biodiversidad impactada por la implementación del proyecto y la biodiversidad compensada (SEA, 2014). Por ello, se deben contemplar medidas de mitigación, reparación y/o compensación. Para construir plantas fotovoltaicas el suelo debe estar libre de vegetación, por lo que para la vegetación presente en el área del proyecto solo es posible implementar medidas de compensación y reparación, ya que el daño no puede ser mitigado. Una de las medidas de compensación más utilizadas es la reubicación de individuos que se encuentren en alguna de las categorías de amenaza establecidas por la Lista

Roja de Especies Amenazadas de la UICN o la legislación chilena.



Figura 1. *Copiapoa megarhiza* fuera del área de relocalización, se puede observar la presencia de flores y el ápice lanoso.

Un ejemplo de reubicación es lo que ha pasado en los últimos años con *Copiapoa megarhiza*, categorizada como Vulnerable en 2011 (Faundez et al., 2011) y más recientemente como En Peligro (Guerrero et al., en revisión). Esta es una de las especies de *Copiapoa* que crecen más alejadas de la costa. Este género con 32 especies se caracteriza por crecer en suelos rocosos, principalmente en laderas de exposición norte y bajo la influencia de la neblina costera que le proporciona la humedad necesaria para vivir. *Copiapoa megarhiza* crece en el valle de Copiapó aproximadamente a 50 km del borde costero, donde la neblina es menos frecuente que en la costa. Presenta una raíz napiforme que le permite almacenar agua. La raíz está unida al tallo por un cuello delgado que hace difícil su manipulación, ya que suele cortarse en esa zona al desenterrarla. La población con mayor densidad de individuos saludables se encuentra al noroeste de la ciudad de Copiapó, en donde ya se han instalado dos plantas fotovoltaicas, y hay una tercera aprobada que está pronta a iniciar su construcción. En esta área potencialmente se podrían instalar otras plantas fotovoltaicas, porque cuenta con la infraestructura que facilita su puesta en marcha. Para las plantas ya construidas, se reubicaron 350 individuos de esta especie en sectores cercanos. Además, existe una línea de transmisión eléctrica que durante su construcción contempló el trasplante de 260 individuos. Uno de los criterios que la autoridad ambiental chilena establece para evaluar el éxito de estos procedimientos es el enraizamiento de los individuos. De los casi 600 individuos reubicados durante la construcción de los tres proyectos y de acuerdo con este criterio, la reubicación resultó exitosa, ya que la mayoría de ellos produjeron nuevas raíces y presentaban adherencia al suelo. Sin embargo, después de la lluvia caída durante junio del 2021 se pudo observar que los individuos de esa población que no han sido intervenidos tuvieron una producción constante de flores

y semillas entre julio del 2021 y enero del 2022 (Fig. 1). En contraste, las plantas reubicadas, que no presentaron flores durante el mismo periodo, también tenían ausente el área meristemática cubierta por la lanosidad apical característica de *Copiapoa*. Esta área está hundida y con las espinas concentradas sobre ella (Fig. 2). Al remover a un individuo del sustrato, se pudo observar que no presentaban la raíz almacenadora característica de la especie. En su lugar habían raíces fibrosas en desarrollo, por lo que es probable que estas plantas no logren sobrevivir, debido a que es esta estructura la que les permite soportar largos periodos de sequía, y que han sobrevivido por alrededor de 4-5 años. Este es el periodo que las empresas se comprometen a tener un régimen constante de riego, para ayudar a la formación de nuevas raíces.



Figura 2. *Copiapoa megarhiza* en el sitio de relocalización. No hay presencia de flores, ni se observa el ápice a lanoso.

Por otro lado, dentro de las medidas de reparación se ha planteado la conservación *ex situ*, mediante el resguardo de semillas en bancos de germoplasma de aquellos individuos que se van a reubicar. Esta medida también tiene una arista no evaluada que es la falta de conocimiento sobre la variabilidad genética de las

Sistemática, Filogenética, Taxonomía

El Clado Mammilloide: un ejemplo de gran riqueza de especies, endemismo y rápida diversificación

Peter Breslin¹

¹Desert Laboratory on Tumamoc Hill, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.

Mi investigación de doctorado, finalizada en 2020, se centró en el clado Mammilloide, un clado bien sustentado que actualmente abarca los géneros *Mammillaria* Haw., *Cochemiea* (Brandegee) Walton, *Coryphantha* (Engelm.)

poblaciones que se van a intervenir. Es posible que por la presión de cumplir con el número de semillas mínimo que se requiere, se podrían recolocar muchas semillas de unos pocos individuos, lo que podría implicar una baja representación y pérdida de la diversidad genética si se quieren hacer futuros planes de restauración a partir de esas semillas.

Por ello, es necesario implementar cambios en los criterios de evaluación de estas medidas de mitigación y compensación, como el cálculo de índices de vegetación a través del análisis multitemporal de imágenes de satélite o el uso de cámaras multiespectrales que permiten conocer el estado de la vegetación, y análisis de diversidad genética, ya que las existentes no garantizan la supervivencia a largo plazo, en especial de especies longevas como *Copiapoa*. Esto es de vital importancia, ya que la construcción de futuros proyectos se evalúa de forma independiente, sin considerar los impactos cumulativos en las especies presentes en el área causados por proyectos ya construidos. Esto podría resultar en la reubicación de miles de individuos de esta especie, lo que tendría serias consecuencias en su conservación.

Referencias

Faundez, L., Guerrero, P., Saldivia, P. y Walter, H.E. 2017. *Copiapoa megarhiza* (amended version of 2013 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T152778A121487859. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20173.RLTS.T152778A121487859.en>. (Consultado en: 10 de diciembre de 2022).

Ministerio de Energía. 2022. *Transición Energética de Chile, Política Energética Nacional. Actualización 2022*. Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 91 pp.

SEIA. 2014. *Guía Para La Compensación De Biodiversidad En El SEIA*. Servicio de Evaluación Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 64 pp.

Lem. y *Pelecyphora* C. Ehrenb. Históricamente, este clado también ha incluido *Bartschella* Britton & Rose, *Chilita* Orcutt, *Dolichothele* Britton & Rose, *Ebnerella* Buxb., *Escobaria* Britton & Rose, *Escobariopsis* Doweld, *Mamillopsis* F.A.C. Weber, *Neobesseyea* Britton & Rose, *Neolloydia* Britton & Rose, *Ortegocactus* Alexander y *Phellosperma* Britton & Rose. Muchas de estas circunscripciones genéricas eran monotípicas o consistían en muy pocas especies, y se basaban en caracteres poco fiables, homoplásticos o poco informativos, un problema característico de gran parte de la taxonomía de cactáceas de los últimos dos siglos aproximadamente.

Mi enfoque particular dentro de este clado altamente diverso y fascinante fueron los linajes de Baja California y el Desierto de Sonora, con los cuales permanezco fascinado debido a su enmarañada historia taxonómica, notable especiación y diversidad, patrones biogeográficos (cf. Breslin *et al.*, 2023), alto endemismo, la belleza de las flores, y la presencia de poliploidía y diocia. También hay estudios evolutivos previos que mostraron una posición de clado única fuera de los límites genéticos tradicionales de *Mammillaria* para muchas especies de Baja California (por ejemplo, Butterworth y Wallace, 2005). Consideré que varios de los microgéneros históricamente segregados de *Mammillaria* (por lo menos cinco) ocurren en Sonora o Baja California, y tendrá una idea de la complejidad de este grupo de hermosas especies.

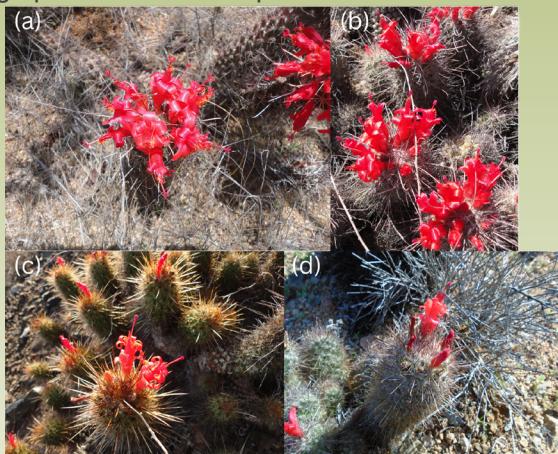


Figura 1. Varios taxones originales de *Cochemiea*. (a) *C. poselgeri*, la más extendida de las especies originales. (b) Flores vistosas de *C. maritima* en la localidad tipo, Baja California Norte. (c) *C. halei* en Isla Magdalena, Baja California Sur. (d) *C. pondii* en su hábitat en Isla Cedros, Baja California Norte.

Mi pregunta de investigación original era si había apoyo para el género *Cochemiea* representado por la especie tipo *Cochemiea halei* Walton y los otros taxones originales: *C. maritima* H.E. Gates ex Shurly, *C. pondii* Walton, *C. setispina* Walton (todas ellas endémicas), y la extendida *C. poselgeri* (Hildm.) Britton & Rose (Fig. 1). Cerca del final de mi investigación doctoral, García-Morales *et al.* (2020) describieron una nueva especie, *Cochemiea thomasii* García-Mor. *et al.*, el único taxón conocido que probablemente está dentro del concepto original de *Cochemiea* que ocurre en México continental. Me embarqué en extensos estudios de hábitat (que ya habían abarcado más de 20 años anteriores de forma amateur), evaluación de población, mediciones morfológicas, recolección de tejidos, extracción de ADN de genoma completo, secuenciación, alineación y múltiples análisis para investigar la posición más apoyada para estos taxones originales.

El alineamiento de nucleótidos que utilizamos en el análisis corresponde a la gran región de copia única del plastoma, que incluye casi 90.000 nucleótidos. Utilizamos los tres algoritmos habituales disponibles en la actualidad: máxima parsimonia, máxima verosimilitud y análisis bayesiano.

También utilizamos caracteres morfológicos fuertemente diagnósticos que eran altamente consistentes a nivel de clado. Las topologías arbóreas de los tres métodos fueron idénticas, sólo tuvimos una politomía de tres especies sin resolver en nuestros análisis MP y ML, y hubo una notable coherencia de los clados pequeños. Todos nuestros clados principales y el 92% de nuestros clados más pequeños tenían un apoyo del 100% (Fig. 2) (Breslin *et al.*, 2021).

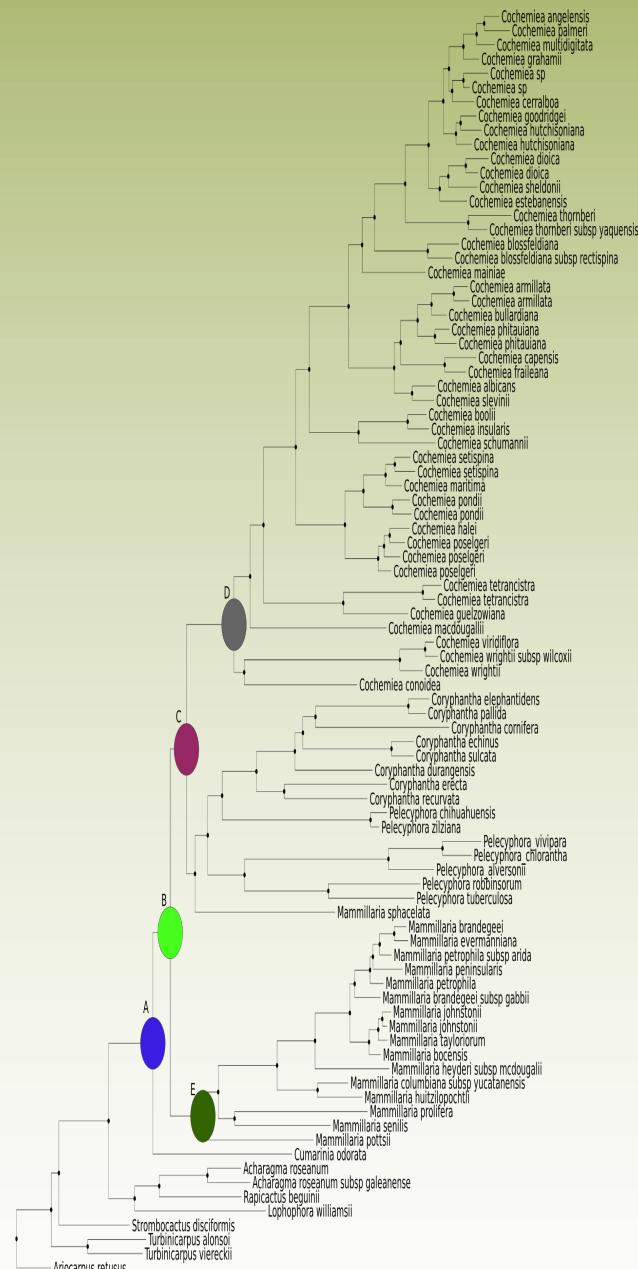


Figura 2. Filogenia molecular del clado Mammilloide resultante de nuestros análisis múltiples. (A) (círculo azul oscuro) el ancestro común más reciente de todo el clado Mammilloide, incluida *Cumariinia odorata* (Boed.) Buxb. (B) (círculo verde claro) el ancestro común más reciente del clado Mammilloide sin *Cumariinia odorata*; (C) (círculo magenta) el ancestro común más reciente del clado *Coryphantha* + *Cochemiea*; (D) (círculo gris) el ancestro común más reciente de *Cochemiea*; y E) (círculo verde oscuro) el ancestro común más reciente de *Mammillaria* sensu stricto. Obsérvese que *Coryphantha* (incluida *Pelecyphora*) está más estrechamente emparentada con *Cochemiea* que *Mammillaria*.



Figura 3. (a) *Mammillaria brandegeei* cerca de El Rosario, Baja California Norte. (b) *M. petrophila* subsp. *arida* cerca de La Paz, Baja California Sur. (c) *M. petrophila* en lo alto de la Sierra la Laguna, Baja California Sur. (d) *Cochemiea hutchisoniana* cerca de Puerto San Carlos, Baja California Sur. (e) *C. angelensis* en su hábitat en Isla Ángel de la Guarda, Baja California Norte. (f) *C. goodridgei* floreciendo en Isla Cedros, Baja California Norte. (g) *C. blossfeldiana* subsp. *rectispina* también en Isla Cedros.

Mis coautores y yo descubrimos que los taxones originales de *Cochemiea* constituyen efectivamente un clado bien sustentado. Sin embargo, estos *Cochemiea* originales están anidados dentro de un grupo de aproximadamente 40 taxones tradicionalmente incluidos en el género *Mammillaria*. Este grupo se recuperó como un clado hermano, fuertemente sustentado, de *Coryphantha* en sentido amplio (*Coryphantha* + *Pelecyphora*), e innegablemente distinto del género *Mammillaria*. Debido a las reglas de la nomenclatura botánica, tuvimos que llamar a este clado *Cochemiea*, y procedimos a establecer las combinaciones necesarias para sacar a todos los miembros de este clado de *Mammillaria* y meterlos en esta circunscripción ampliada de *Cochemiea*. Los tallos más planos, a menudo (pero no siempre) solitarios, y el extraño rasgo de producir savia de látex blanco distinguen, por ejemplo, a *Mammillaria brandegeei* Engelm. ex K. Brandegee, *Mammillaria petrophila* subsp. *arida* (Rose ex Quehl) D.R. Hunt, y *Mammillaria petrophila* K. Brandegee (Fig. 3 a-c) de *Cochemiea hutchisoniana* (H.E. Gates) P.B. Breslin & Majure, *Cochemiea angelensis* (R.T. Craig) P.B. Breslin & Majure, *Cochemiea goodridgei* (Scheer ex Salm-Dyck) P.B. Breslin & Majure, y *Cochemiea blossfeldiana* subsp. *rectispina* (E.Y. Dawson) P.B. Breslin & Majure (Fig. 3 d-g).

Sin embargo, parte de la “comunidad de cactáceas” se ha mostrado reacia a aceptar nuestros resultados. Se trata de un patrón interesante sobre el que reflexionar y que, como entusiasta de las cactáceas y biólogo evolutivo, he visto repetidamente en los últimos 20 años (al menos). Incluso una reciente publicación revisada por pares en un número especial *Advances in Plant Taxonomy and Systematics* de

Biology de MDPI, que replicaba en gran medida nuestros resultados (especialmente a nivel de clado principal) e ignoraba nuestra biogeografía, que había sido publicada ocho meses antes (Breslin et al., 2022) ignoraba los cambios taxonómicos que habíamos hecho, sin proporcionar casi ningún argumento para no adoptarlos (Chincoya et al., 2023). De hecho, los autores de ese artículo escriben “Recomendamos estudios detallados para determinar con más detalle la circunscripción taxonómica de” los géneros que recuperan en su filogenia, que coinciden casi idénticamente con la nuestra. Es una situación extraña, en la que ahora tenemos a nuestra disposición una poderosa combinación de más pruebas y métodos analíticos más sofisticados que nunca, pero incluso sistemáticos entrenados en algunos casos se aferran a conceptos filogenéticos que se basaban en conjetas, “sentido común” y una aparente resistencia a “creerse” la topología de árboles filogenéticos bien sustentados. Aparentemente, esto ocurre incluso cuando sus propias investigaciones recuperan grupos claros y bien sustentados a nivel de clado que pueden diagnosticarse a nivel genérico, y otros estudios ya han realizado los cambios necesarios para alinear esos géneros en consecuencia.

Es cierto que en las cactáceas en general, y en el clado Mammilloide en particular, algunas realidades complican la tarea de descubrir las relaciones evolutivas. Una de ellas es que varios caracteres morfológicos aparentemente diagnósticos y supuestamente importantes son en realidad ejemplos de evolución convergente o caracteres inestables que aparecen y desaparecen con el tiempo. El énfasis excesivo en caracteres relativamente menores o de reciente aparición es una de las razones por las que existen tantas perspectivas históricas diferentes sobre la taxonomía de las cactáceas. Otra limitación es que el ADN nuclear no es filogenéticamente informativo entre algunos grupos de cactáceas (los Mammilloide en particular).

Sin embargo, la investigación del clado Mammilloide presenta dos ventajas. Una es que el ADN de cloroplastos en rápida evolución es muy informativo y ofrece resultados razonables y bien fundamentados en los que las puntas de las ramas y las estructuras de los nodos internos tienen un sentido básico. La otra es que, aparentemente, incluso en el caso de los poliploides, al menos en el clado Mammilloide (agradezco mucho no estudiar *Opuntia*), la evolución reticulada causada por la hibridación natural parece inexistente, o al menos probablemente no ha estado operando en los últimos siete u ocho millones de años aproximadamente.

Es especialmente interesante encontrarse con la resistencia a nuestros cambios propuestos por parte de aficionados y científicos, que surge de una sensación de “brusquedad” de nuestros cambios. Simplemente confirmamos lo que se sospechaba desde hacía tiempo, lo que Lüthy y Hunt habían esbozado en forma de subgéneros o series (teniendo los subgéneros y las series poca utilidad práctica en términos evolutivos en mi opinión), lo que Butterworth y Wallace habían demostrado

básicamente en 2005, lo que Bonnie Sue Crozier concluyó en su tesis de Doctorado (2005), lo que Bárcenas (2011), Vázquez-Sánchez (2013), y Hernández-Hernández (2014) habían demostrado también en las décadas intermedias, y lo que Sánchez *et al.* (2022) y Chincoya *et al.* (2023) han demostrado desde que publicamos.

La historia reciente de la filogenética molecular que produce resultados que reagrupan géneros antiguos continúa en nuestro ejemplo, dejando desconcertados, frustrados o exasperados a muchos coleccionistas, expertos aficionados y no científicos. Algunos se han preguntado si el uso del ADN del cloroplasto por sí solo es suficiente para reordenar *Mammillaria*. También utilizamos caracteres morfológicos antiguos y muy estables, pero parece que esto no fue suficientemente convincente para algunos. La otra realidad es que, a medida que las filogenias moleculares avanzan desde los pequeños marcadores concatenados hacia la filogenómica, los resultados de la mayoría de las familias de plantas angiospermas se hacen más claros y razonables, no menos. Los datos de cloroplastos han demostrado ser filogenéticamente informativos en miles de estudios completamente independientes. Nuestro propio árbol filogenético es básicamente sensato, consistente con muchas otras líneas de evidencia y estudios previos, e informativo. No nos basamos únicamente en el ADN del cloroplasto. Incorporamos rasgos ancestrales y biogeografía, y todo encaja en una imagen única, coherente y consistente (Fig. 2).

Como biólogo evolutivo que surgió de la afición a coleccionar y cultivar cactus, con mi primer conocimiento de la “*Mammillaria* de Baja California con espinas en forma de gancho” gracias al boletín *Exotic Collection* de Edgar y Brian Lamb en los años 70, veo los inconvenientes de los últimos 20 años de taxonomía basada en clados. Por un lado, los cambios pueden parecer al principio bastante extraños, e incluso parecer la locura de científicos de laboratorio que “obviamente no saben nada de las plantas”. Por otro lado, muchos de estos cambios llevan décadas gestándose, y reflejan un enfoque de evidencia total mucho más sólido que algunas de las taxonomías altamente idiosincrásicas realizadas en el pasado. Me parece interesante que muchos de los cambios caprichosos y basados en evidencias escasas que hicieron tanto los “lumpers” como los “splitters” en los años ochenta y noventa, por ejemplo, fueron mucho más aceptados que resultados como los nuestros. Los detractores descartan los resultados filogenéticos que no aprueban personalmente con un gesto de la mano y una actitud notablemente anticientífica, apelando al “sentido común” cuando seguramente la evolución de las plantas refleja a menudo cualquier cosa menos eso.

Un ejemplo de los peligros del “sentido común” a la hora de hacer inferencias sobre la historia evolutiva de los Mammilloide es el relativo a *Mammillaria senilis* Lodd. ex Scheer, que en su día se consideró lo bastante

especial como para tener su propio género monotípico, *Mamillopsis*. A juzgar por las espinas ganchudas y las estructuras florales aparentemente polinizadas por aves, es fácil imaginar que este taxón está “estrechamente emparentado con” *Cochemia* o tal vez sea ancestral. Sin embargo, incluso con estas diferencias morfológicas aparentemente importantes, *Mammillaria senilis* se encuentra cómodamente en casa en todas las filogenias que se han hecho, anidada dentro de *Mammillaria*. Así de poderosa puede ser la evolución convergente, sobre todo en grupos de reciente divergencia y rápida evolución. De hecho, es obvio que las espinas ganchudas han evolucionado varias veces en el clado Mammilloide, de forma independiente. Nuestro análisis del estado ancestral sugiere que hay un 25% de probabilidades de que el ancestro común de todo el clado Mammilloide tuviera espinas ganchudas. También parece que las flores altamente modificadas por síndromes de polinización son a menudo el resultado de una evolución convergente. Nuestros mejores análisis sugieren que el conjunto de adaptaciones morfológicas aparentemente significativas en *Mammillaria senilis* son muy recientes y evolucionaron independientemente (y separadas por unos tres millones de años) de los caracteres algo similares en el concepto original de *Cochemia*. Si incluso las inmediatamente notables espinas ganchudas y las excepcionales flores de *M. senilis* son engañosas, consideremos los detalles más minuciosos que se han utilizado para hacer conjeturas sobre las relaciones evolutivas.

Entonces, ¿por qué trasladamos la antigua *Mammillaria* a un concepto ampliado de *Cochemia*? Porque esos taxones no son *Mammillaria*. De hecho, tienen una relación evolutiva más estrecha (es decir, un antepasado común más reciente) con el clado *Coryphantha* (Fig. 2). Por supuesto, usted es libre de seguir llamándolas como quiera. El objetivo de nuestro estudio no era cambiar los nombres. Yo personalmente era reacio a hacer el cambio, pero cuando quedó claro que teníamos las pruebas más sólidas en la historia de los estudios de estas plantas, no había otra opción, desde el punto de vista de la biología evolutiva.

Nuestros resultados también se replicaron en el concepto algo sorprendente y ampliado de *Pelecyphora*, que contiene a la antigua *Escobaria*, como comunican de forma clara y convincente Sánchez *et al.* (2022). Chincoya *et al.* (2023) tampoco acepta estos resultados, de nuevo, sin proporcionar ningún argumento real de por qué no, de nuevo a pesar de replicar los clados en Sánchez *et al.* (2022). Puedo entender por qué hay cierta desconfianza en la “torre de marfil de la cactología” (como la llama Michiel Pillet) entre los entusiastas, coleccionistas, cultivadores y aficionados. Sin embargo, es desconcertante encontrar una actitud un tanto anticientífica por parte de sistemáticos formados.

Si prefiere un nombre de género que es incorrecto desde el punto de vista de clado, manteniendo los taxones (en su

mayoría) de espinas ganchudas (en su mayoría) de Sonora y Baja California en *Mammillaria*, entonces ¿por qué no ir con el nivel de clado grande y mover cada *Coryphantha* y *Pelecyphora* a *Mammillaria* también? De hecho, mientras estaba haciendo mi investigación de doctorado, le mostré a mi asesor, el experto sistemático de plantas Marty Wojciechowski, nuestro árbol ML con mejor puntuación y le pregunté: “¿cuántos clados ves relacionados con los Mammilloide?”. Su respuesta: “Uno”. Todos estos taxones tienen un único ancestro común más reciente en la raíz (Fig. 2). Por supuesto, la otra opción que alinea géneros con clados bien sustentados es volver a segregar a nivel “microgenérico”, resucitando o recirculando géneros monotípicos o de dos o tres especies que a menudo no son prácticamente distinguibles, no transmiten gran cosa de importancia sobre la evolución y acaban por no ser particularmente útiles. *Chilita dioica* (K. Brandegee) Buxb. suena bien, ¿no crees?

Referencias

- Bárcenas, R.T., C. Yesson, y Hawkins, J.A. 2011. Molecular systematics of the Cactaceae. *Cladistics* 27: 1–20.
- Breslin, P.B., Wojciechowski, M.F., y Majure, L.C. 2021. Molecular phylogeny of the Mammilloid clade (Cactaceae) resolves the monophyly of *Mammillaria*. *Taxon* 70: 308–323.
- Breslin, P.B., Wojciechowski, M.F., y Majure, L.C. 2022. Remarkably rapid, recent diversification of *Cochemiea* and *Mammillaria* in the Baja California, Mexico region. *American Journal of Botany* 109: 1472–1487.

Sinergia

iCAN, otra asociación de cactófilos?

Monica Arakaki¹, Karen Bauk², Fernando F. Franco³, Bárbara Goetsch⁴, Pablo Guerrero^{5,6,7}, Laura Las Peñas^{2,8}, Lucas C. Majure⁹, Evandro M. Moraes³, Eddy Mendoza¹⁰, Matias Köhler³, Raul Puente¹¹, Ulises Rosas¹², Tania Hernández-Hernández^{11,*}

¹División Botánica, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

²Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-CONICET), Córdoba, Argentina.

³Departamento de Biología, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brazil.

⁴International Union for Conservation of Nature, Species Survival Commission, Cactus and Succulent Plants Specialist Group, Cuernavaca, Mexico.

⁵Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Butterworth, C. A., y Wallace, R.S. 2004. Phylogenetic studies of *Mammillaria* (Cactaceae)—insights from chloroplast sequence variation and hypothesis testing using the parametric bootstrap. *American Journal of Botany* 91: 1086–1098.

Chincoya, D.A., Arias, S., Vaca-Paniagua, F., Dávila, P., y Solórzano, S. 2023. Phylogenomics and biogeography of the Mammilloid Clade revealed an intricate evolutionary history arose in the Mexican Plateau. *Biology* 12(4).

Crozier, B. S. 2005. *Systematics of Cactaceae Juss.: Phylogeny, cpDNA evolution, and classification, with emphasis on the genus Mammillaria Haw.* Ph.D. dissertation. University of Texas, Austin, Texas, USA.

García Morales, L.J., González González, R., Jiménez, J.G., y Iamonico, D. 2020. A new species of *Cochemiea* (Cactaceae, Cacteae) from Sinaloa, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 127: e1626.

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.

Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., Arias, S., y Ochoterena, H. 2013. Molecular phylogeny, origin, and taxonomic implications of tribe Cacteae (Cactaceae). *Systematics and Biodiversity* 11: 103–116.

⁶Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Concepción, Chile.

⁷Millennium Institute Biodiversity of Antarctic and Sub-Antarctic Ecosystems (BASE), Santiago, Chile.

⁸Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba, Argentina.

⁹University of Florida Herbarium, Florida Museum of Natural History, Gainesville, Florida, USA.

¹⁰Evolutionary Biology Centre, Uppsala University, Uppsala, Sweden.

¹¹Research, Conservation and Collections, Desert Botanical Garden, Phoenix, Arizona, USA.

¹²Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

*Autor correspondiente; correo electrónico personal: thernandez@dbg.org; correo electrónico de la organización: ican@dbg.org.

Antes de la pandemia, los investigadores científicos solían reunirse físicamente en eventos académicos como conferencias y seminarios. No estábamos acostumbrados a las reuniones virtuales ni a las videollamadas, como ocurre hoy en día. El networking solía significar tomar una bebida durante una sesión de pósteres en un congreso o taller, mezclarse con un grupo de personas que compartían intereses similares, presentarse y hablar de su trabajo. En esos congresos presenciales, un grupo concreto de investigadores que trabajaban en diversos proyectos científicos, todos ellos relacionados con la familia Cactaceae, se reunían y empezaban a compartir ideas, experiencias, conocimientos y planes. A diferencia de todos los grupos y asociaciones existentes en torno a la familia de plantas Cactaceae, además de nuestro amor por las cactáceas, este grupo emergente de personas realizaba investigaciones científicas activas y tenía intereses académicos muy diversos; sin embargo, todos utilizaban las cactáceas como objeto de estudio. Aunque muchos de estos investigadores estaban interesados en diferentes aspectos de las Cactaceae, como la evolución, la sistemática, la taxonomía, la genética y la conservación, no se trataba de un grupo centrado en la conservación o la taxonomía. Algunos otros estaban realizando proyectos innovadores como el uso de la transcriptómica, la genómica, la fisiología, la anatomía o incluso el estudio de los mecanismos de desarrollo. Todas esas personas sentían la necesidad de compartir sus ideas y resultados con expertos en la familia de las cactáceas. Este grupo de personas tenía en común el interés académico por comprender estas maravillosas plantas suculentas desde diferentes perspectivas y el deseo de aplicar enfoques y tecnologías novedosas para estudiarlas. La creación de un grupo internacional sería una forma necesaria de integrar y generar conocimientos y preservar a las cactáceas de forma más eficiente. Formar un grupo organizado facilitaría la colaboración, compartiría recursos, material e información y ayudaría a preparar a la próxima generación de estudiantes de cactáceas. Reunir futuros esfuerzos de colaboración era obvio, pero había que aclarar cómo interactuarían.

En 2018 se empezó a discutir más seriamente la visión de organizar una reunión y crear un grupo. Algunos coincidimos en la Conferencia Latinoamericana de Botánica en Quito, Ecuador. En una de esas sesiones de pósteres para mezclar y crear redes, un pequeño grupo internacional se reunió después de un maravilloso seminario de Cactáceas organizado por la Dra. Teresa Terrazas y decidió buscar colaboraciones internacionales. Todos estuvieron de acuerdo en tratar de encontrar los recursos y las formas de reunirnos y comenzar a trabajar hacia nuestras metas académicas. Lamentablemente, comenzó la pandemia y fue imposible organizar una reunión tradicional en persona durante un tiempo. Así que

trasladamos nuestros esfuerzos al ámbito virtual. Entre el 1 y el 3 de septiembre de 2021, el Jardín Botánico del Desierto acogió el primer minisimposio virtual internacional de su clase, titulado “Cactaceae: filogenética, evolución y conservación en la era genómica” (iCAN, 2021a). La pandemia trajo algunas cosas buenas, y la nueva facilidad de los encuentros virtuales permitió el éxito total del Simposio, evidenciado por el número de participantes y las diferentes naciones representadas.

El simposio reunió a cerca de 50 asistentes procedentes de Estados Unidos, México, Chile, Argentina, Brasil, Perú, Reino Unido y Alemania. Muchos de ellos forman parte de la nueva generación de “cactólogos”, que abordan sus investigaciones desde diferentes perspectivas (evolución, anatomía, fisiología, genética, ecología, conservación, etc.) y utilizan tecnologías y métodos novedosos para generar datos. El entusiasmo y las prolíficas y enriquecedoras discusiones mantenidas durante el simposio ayudaron a clarificar las futuras acciones que esta comunidad académica quería emprender hacia la comprensión y preservación de la diversidad de cactáceas, dada su importancia y vulnerabilidad. Se trataba de un reto importante que había que superar: mientras que los entusiastas e investigadores de cactáceas están muy extendidos por todo el mundo, sobre todo en Europa y Estados Unidos, la mayor diversidad de Cactaceae se da en otros lugares, sobre todo en los países latinoamericanos en desarrollo, donde los recursos para la conservación y la investigación son escasos.

Tras las sesiones de debate en línea del simposio, llegamos a varias conclusiones consensuadas. En primer lugar, identificamos la necesidad de un esfuerzo concertado para ampliar los estudios sobre la familia con nuevas tecnologías y enfoques, principalmente utilizando herramientas de secuenciación de ADN de última generación, es decir, llevando la investigación sobre cactáceas hacia la era genómica. En cuanto a los esfuerzos de conservación, y teniendo ejemplos de colecciones vivas en todo el mundo, discutimos la creación de un banco internacional de cactus para la conservación ex situ de semillas, además de tejidos y ADN para la investigación. Una red coordinada de grupos de investigación y asociaciones de conservación de cactáceas repartidas por todo el mundo podría facilitar este tipo de iniciativas y la recopilación de información, como inventarios de colecciones o bases de datos de rasgos morfológicos y fisiológicos, que actualmente se encuentran dispersas y aisladas. También se debatió el intercambio académico de estudiantes y la organización de talleres o cursos en línea para aprender a utilizar y analizar datos genéticos novedosos y motivar a los jóvenes estudiantes.

Otra de las conclusiones unánimes de la reunión fue que la colaboración internacional es imprescindible para comprender mejor la biodiversidad de la familia y conseguir esfuerzos de conservación realmente eficaces. Es necesario comprender mejor los recursos actuales de

los que dispone la comunidad científica internacional para estudiar y preservar las especies de Cactaceae a nivel local, *in situ* y *ex situ*, así como priorizar las necesidades de acciones futuras. Después de discutir el estado de las colecciones vivas de Cactaceae en cada país o región, reconocimos que estas colecciones son diversas, siendo mantenidas bajo diferentes condiciones y circunstancias. Además de las colecciones vivas que albergan los jardines botánicos, tanto privados como públicos, también hay colecciones vivas que pertenecen y son mantenidas por grupos de investigación particulares en diferentes instituciones académicas. Algunas colecciones están bien gestionadas y supervisadas, pero otras requieren un mayor esfuerzo para documentar y conservar los especímenes. En muchos casos, estas colecciones están "ocultas" a la comunidad mundial, ya que no existen páginas web, índices, catálogos o directorios para consultarlas y conocerlas. A través de la colaboración y el intercambio internacional, ¿podríamos ser capaces de generar la mejor y más documentada colección de biodiversidad de cactáceas en términos de número de especies para las generaciones futuras? El desarrollo de un catálogo mundial de especies y especímenes de Cactaceae comprendidos en colecciones vivas tanto públicas como académicas en todo el mundo fue ampliamente discutido (Hultine et al., 2016).



Figura 1. iCAN logotipo.

Tras el evento, los participantes en el simposio empezaron a reunirse regularmente. A medida que la red tomaba forma, también se discutían los objetivos y las metas. Desde entonces, hemos conseguido tener una página web inicial (iCAN, n.d.) y hemos empezado a organizar seminarios web mensuales (iCAN, 2022) y redes sociales (iCAN, 2021b). Encontramos una gran necesidad y demanda de información científica accesible en línea sobre la biología de las Cactaceae por parte del público en general, lo cual no es sorprendente dada la popularidad mundial de esta familia de plantas suculentas. Nuestros seminarios mensuales cuentan con una asistencia media de 50 invitados de unos diez países diferentes. Pronto se hizo evidente que lo que estábamos creando era una asociación "cactófila" diferente, y lo que se diferenciaba de otras era el carácter exclusivamente académico del trabajo y los intereses de los participantes. Entonces, decidimos un nombre para este grupo: iCAN (International Cactaceae Academic Network) (Fig. 1, Fig. 2). Entre otros muchos objetivos, iCAN promueve el intercambio de información, recursos y otros materiales físicos para trabajar con las cactáceas, por ejemplo, tejidos, semillas o ADN. Con antecedentes académicos y científicos, también promovemos la difusión de los trabajos y resultados que

realizan los grupos internacionales en todo el mundo. Somos muy optimistas sobre esta nueva y emocionante dirección en la organización internacional de la comunidad científica de las cactáceas. Confiamos en que la iCAN tiene el potencial de abrir vías de financiación hasta ahora inexploradas para apoyar la investigación, la educación y la conservación de las cactáceas y proporcionar recursos a los jardines botánicos de América Latina que carecen de fondos (Hultine et al., 2016).

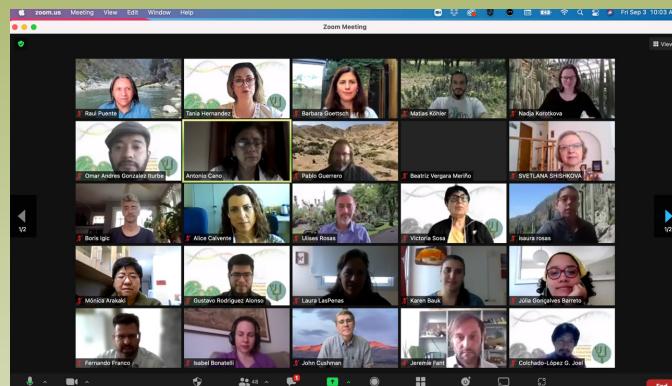


Figura 2. Captura de pantalla de los asistentes al iCAN.

Referencias

Hultine, K.R., Majure, L.C., Nixon, V.S., Arias, S., Bürquez, A., Goetsch, B., Puente-Martinez, R. y Zavala-Hurtado, J.A., 2016. The role of botanical gardens in the conservation of Cactaceae. *BioScience* 66(12): 1057-1065.

iCAN, n.d. *International Cactaceae Academic Network*. iCAN. Disponible en: <https://www.ican-cactaceae.org/>. (Consultado en: 2 de agosto de 2023).

iCAN. 2021a. *International Virtual Mini-Symposium "Cactaceae: Phylogenetics, Evolution and Conservation in the Genomic Era"*. Desert Botanical Garden, Phoenix, Arizona, USA. Disponible en: <https://dbg.org/events/cactus-symposium-2021/>. (Consultado en: 22 de febrero de 2022).

iCAN, 2021b. *iCAN - International Cactaceae Academic Network*. Twitter. Disponible en: https://twitter.com/ican_cactaceae. (Consultado en: 2 de agosto de 2023).

iCAN, 2022. *International Cactaceae Academic Network (iCAN)*. YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/channel/UC32FLjWxCpSurDM134OuCqg>. (Consultado en: 2 de agosto de 2023).

Novedades en Sistemática, Filogenética y Taxonomía

El año pasado fue un gran año para el trabajo sistemático y de conservación en la familia Cactaceae, con la publicación de muchos artículos sobre relaciones filogenéticas y nuevas especies, así como el desarrollo de nuevas y prometedoras herramientas genéticas para comprender las relaciones en toda la familia. Acha y Majure (2022) y Romeiro-Brito *et al.* (2022) publicaron conjuntos de sondas nucleares que pueden utilizarse para la resolución filogenética a nivel de especie y para profundizar en la historia evolutiva. Las relaciones evolutivas y la historia biogeográfica de Cactaceae a través del Caribe, México (incluyendo Baja California), Estados Unidos, Centro y Sudamérica fueron aclaradas en una serie de trabajos recientes (Alvarado-Sizzo y Casas, 2022; Bárcenas y Hernández, 2022; Breslin *et al.*, 2022; Chincoya *et al.*, 2023; Majure *et al.*, 2022, 2023a,b), y Köhler *et al.* (2023) analizaron la variación del genoma del cloroplasto en toda la tribu Opuntieae. También se consideraron evaluaciones de conservación y diversidad filogenética en partes del área de distribución de la familia (Amaral *et al.*, 2022; Cardoso *et al.*, 2022; Cavalcante *et al.*, 2023; García Morales *et al.*, 2022; Gutiérrez Rodríguez *et al.*, 2022; Hultine *et al.*, 2023), y el modelado de nichos en toda la familia dibujó un futuro sombrío para algunas especies (Pillet *et al.*, 2022). Majure (2022) profundizó en la evolución reticulada de los linajes con las chumberas y Granados *et al.* (2022) a través de las Cactaceae, aclarando aún más nuestro conocimiento de estos fascinantes procesos en la familia. También se publicaron nuevas especies e información sobre la biología reproductiva de algunos miembros de la familia (Cota-Sánchez, 2022; Freilij *et al.*, 2023; Hammel y Arias, 2022; Hoxey *et al.*, 2023a,b; Merino *et al.*, 2022; Ortíz-Brunel *et al.*, 2022; Paixão *et al.*, 2023), y próximamente se publicará una lista anotada de los cactus de Cuba (Barrios *et al.*, en prensa). Finalmente, un número especial del Journal of the Botanical Research Institute of Texas conmemoró el legado del Dr. Donald J. Pinkava, reconocido por su trabajo en la biosistemática de las Cactaceae, especialmente las Opuntiodes (DeVore y Pigg, 2022).

Referencias

- Acha, S. y Majure, L.C. 2022. A new approach using targeted sequence capture for phylogenomic studies across Cactaceae. *Genes* 13(2): 350.
- Alvarado-Sizzo, H. y Casas, A. 2023. Genetic diversity, differentiation and phylogeography of the *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. species complex (Cactaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution* 70(3): 1023-1037.
- Amaral, D.T., Bonatelli, I.A., 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.
- Bárcenas, R.T. y Hernández, H.M. 2022. Supporting a young age for the North American deserts: Historical biogeography of *Grusonia* (Cylindropuntieae) in a Plio-Pleistocene temporal framework. *Taxon* 71(5): 981-992.
- Barrios, D., Arias, S., González-Torrez, L.R., y Majure, L.C. En prensa. Lista anotada de cactus nativos y naturalizados de Cuba. (Annotated list of the native and naturalized cacti of Cuba). *Botanical Sciences*.
- Breslin, P.B., Wojciechowski, M.F. y Majure, L.C. 2022. Remarkably rapid, recent diversification of *Cochemiea* and *Mammillaria* in the Baja California, Mexico region. *American Journal of Botany* 109(9): 1472-1487.
- Cardoso, W.C., Calvente, A., Dutra, V.F. y Sakuragui, C.M. 2022. Cactaceae in a priority area for conservation in Espírito Santo state. *Rodriguésia* 73.
- Cavalcante, A., Sampaio, A.C.P., Duarte, A.S. y Santos, M.A.F. 2023. Impacts of climate change on the potential distribution of epiphytic cacti in the Caatinga biome, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 95: e20200904.
- Chincoya, D.A., Arias, S., Vaca-Paniagua, F., Dávila, P. y Solórzano, S. 2023. Phylogenomics and biogeography of the Mammilloid clade revealed an intricate evolutionary history arose in the Mexican Plateau. *Biology* 12(4): 512.
- Cota-Sánchez, J.H. 2022. A compendium of vivipary in the Cactaceae: new reports, data, and research prospects. *Brazilian Journal of Botany* 45(3): 1001-1027.
- DeVore, M.L. y Pigg, K.B. 2022. Donald Pinkava's journey from Asteraceae to Cactaceae: from the Ohio State University to Arizona State University. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 16(1): 273-280.
- Freilij, D., Larrea-Alcazar, D., Lopez, R.P., Velarde Simonini, F., Naoki, K. y Bessegaa, C. 2023. Environmental gradualism explains variation in pollination systems of columnar cacti: Phylogenetic and trait evolution analyses. *Global Ecology and Biogeography* 32(6): 1015-1029.
- García-Morales, L.J., García-Jiménez, J., Contreras-Medina, R., Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. 2022. Diversity, distribution and conservation of the Cactaceae (Caryophyllales) from Tamaulipas, Mexico. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 156(6): 1405-1421.
- Granados-Aguilar, X., Rosas, U., González-Rodríguez, A. y Arias, S. 2022. The prickly problem of interwoven lineages: hybridization processes in Cactaceae. *Botanical Sciences* 100(4): 797-813.

- Gutiérrez-Rodríguez, B.E., Guevara, R., Angulo, D.F., Ruiz-Domínguez, C. y Sosa, V. 2022. Ecological niches, endemism and conservation of the species in *Selenicereus* (Hylocereeae, Cactaceae). *Brazilian Journal of Botany* 45(3): 1149-1160.
- Hammel, B. y Arias, S. 2022. A new species of *Deamia* (Cactaceae) from Nicaragua. *Phytotaxa* 576(2): 220-226.
- Hoxey, P., Gdaniec, A., Hernandez, J.D., Guzmán, M., Corniel, W. y Culham, A. 2023a. A taxonomic revision of the genus *Leptocereus* (Cactaceae) in Haiti and the Dominican Republic. *Bradleya* 2023(41): 4-80.
- Hoxey, P., Tanco, G.A.P., Silvestre, V.Q. y Gdaniec, A. 2023b. A new species of *Cumulopuntia* (Cactaceae) from Peru. *Bradleya* 2023(41): 139-147.
- Hultine, K.R., Hernández-Hernández, T., Williams, D.G., Albeke, S.E., Tran, N., Puente, R. y Larios, E. 2023. Global change impacts on cacti (Cactaceae): current threats, challenges and conservation solutions. *Annals of Botany*: mcad040.
- Köhler, M., Reginato, M., Jin, J.J. y Majure, L.C. 2023. More than a spiny morphology: Plastome variation in the prickly pear cacti (Opuntieae). *Annals of Botany*: mcad098.
- Majure, L.C. 2022. On the origin of the two putative allopolyploids, *Opuntia curvispina* and *O. martiniana* (Cactaceae): A case of cryptic speciation in prickly pear cacti. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 16(1): 317-333.
- Majure, L.C., Murphy, T.H., Köhler, M., Puente, R. y Hodgson, W.C. 2023a. Evolution of the Xerocarpa clade (Opuntia; Opuntieae): Evidence for the Role of the Grand Canyon in the Biogeographic History of the Iconic Beavertail Cactus and Relatives. *Plants* 12(14): 2677.
- Majure, L.C., Achá, S., Baker, M.A., Puente-Martínez, R., Köhler, M. y Fehlberg, S. 2023b. Phylogenomics of One of the World's Most Intriguing Groups of CAM Plants, the Opuntioids (Opuntioideae: Cactaceae): Adaptation to Tropical Dry Forests Helped Drive Prominent Morphological Features in the Clade. *Diversity* 15(4): 570.
- Merino, G., Sánchez, M.A.O., Meléndez, D.I.G., Collazo-Ortega, M. y Márquez-Guzmán, J. 2022. Mating systems in a natural hybrid of *Cephalocereus* (Cactaceae) and comparative seed germination. *Journal of Arid Environments* 203: 104773.
- Ortiz-Brunel, J.P., Carrillo-Reyes, P., Sánchez, D., Ruiz-Sánchez, E. y Rodríguez, A. 2023. A morphological analysis of the *Mammillaria fittkaui* species complex (Cactaceae) reveals a new species from Jalisco, Mexico. *Botanical Sciences* 101(2): 619-631.
- Paixão, V.H.F., Gomes, V.G.N., de Souza, C.S. y Venticinque, E.M. 2023. Cactus height increases the modularity of a plant-frugivore network in the Caatinga dry forest. *Biotropica* 55(4): 877-887.
- Pillet, M., Goetsch, B., Merow, C., Maitner, B., Feng, X., Roehrdanz, P.R. y Enquist, B.J. 2022. Elevated extinction risk of cacti under climate change. *Nature Plants* 8(4): 366-372.
- Romeiro-Brito, M., Telhe, M.C., Amaral, D.T., Franco, F.F. and Moraes, E.M. 2022. A target capture probe set useful for deep-and shallow-level phylogenetic studies in Cactaceae. *Genes* 13(4): 707.

Eventos y Oportunidades

Conferencias y Congresos

- 40º Simposio Anual sobre Plantas Suculentas en [The Huntington Library, Art Museum, and Botanical Gardens](#): este evento anual en San Marino, California, EE.UU. tendrá lugar el 1 de septiembre e incluye a dos miembros de CSSG. Los detalles de la inscripción pueden consultarse [aquí](#).
- “Cátedras del Semidesierto” es un seminario anual organizado por la [Jardín Botánico Regional de Cadereyta](#) en Querétaro, México. El jardín se encuentra cerca de la zona semiárida de Querétaro e Hidalgo, el extremo sur del Desierto Chihuahuense. El evento es un lugar de encuentro para estudiosos e investigadores que comparten intereses en esta zona. El lema de este año es: “El Jardín Botánico es un espacio de esperanza para la vida”. Hace referencia a la esperanza en el conocimiento científico para consolidar la conservación de la biodiversidad. La novena edición del evento está prevista del 23 al 25 de agosto de 2023 en un formato híbrido (presencial, aforo limitado, y a distancia a través de YouTube). Para más información, envíe un correo electrónico a bmaruri@concyteq.edu.mx.
- [International Cactaceae Academic Network](#) (iCAN) organiza seminarios Zoom mensuales sobre la investigación actual en cactus. Regístrate en su sitio web para recibir anuncios de seminarios.
- [Cactus and Succulent Society of America](#) organiza una serie de seminarios en línea con expertos en cactus y suculentas de todo el mundo. Inscríbase en su sitio web.



SOBRE EL BOLETÍN

El Boletín del Grupo de Especialistas en Cactáceas y Plantas Suculentas es una herramienta importante para mantener a los miembros informados de las actividades y logros del grupo.

Oportunidades de Financiamiento

- Solicitudes para el [Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund](#) están abiertas. Este fondo mundial se ha creado para conceder subvenciones específicas a iniciativas de conservación de especies amenazadas concretas, reconocer a los líderes en este campo y realzar la importancia de las especies en el debate general sobre la conservación. Fecha límite: 31 de octubre de 2023.
- [Cactus and Succulent Society of America Research Grants Program](#) apoya proyectos de investigación de plantas suculentas mediante pequeñas subvenciones. Fecha límite: 1 de febrero de 2024.
- [Cactus and Succulent Society of America](#) apoya proyectos de conservación de plantas suculentas mediante pequeñas subvenciones. Fecha límite: renovable. Para más información, envíe un correo electrónico a iwinlightstone@att.net.
- [Tucson Cactus and Succulent Society](#) concede pequeñas subvenciones para proyectos de investigación y conservación de plantas suculentas. Fecha límite: renovable.



INFORME ANUAL DEL CSSG [2021 Informe](#)

