

# El cardón gigante (*Pachycereus pringlei*) y sus interacciones con la fauna en la península de Baja California, México

The Mexican giant cardon (*Pachycereus pringlei*) interactions with wildlife on the Baja California peninsula, Mexico

Mariana Delgado-Fernández\*<sup>◊</sup>, Jonathan G. Escobar-Flores\*\* , Kim Franklin\*\*\*

## RESUMEN

El cardón gigante (*Pachycereus pringlei* (S.Watson) Britton & Rose) es una especie endémica del Desierto Sonorense que por su gran biomasa es reservorio de nutrientes, brinda refugio y es fuente de alimento para la fauna. Los objetivos del estudio fueron identificar el número de especies que interactúa con el cardón y determinar cómo lo hacen. Para ello se colocaron fototampas cerca de las flores y frutos, se fotografiaron a las especies que se observaron en los cardones y se utilizaron los reportes de literatura. Se registraron 61 especies que interactúan con los cardones, 25 de ellas no registradas anteriormente. Se reportan 83 asociaciones, de las cuales el 45% ocurren en la temporada de floración y fructificación. Por lo antes expuesto, es necesario categorizarlo como una especie clave del Desierto Sonorense y tomar en consideración las interacciones que mantiene con la fauna al tomar decisiones acerca de su manejo y conservación.

## ABSTRACT

The Mexican giant cardon (*Pachycereus pringlei* (S.Watson) Britton & Rose) is an endemic species of the Sonoran Desert; these immense cacti serve as reservoirs of water and nutrients and provide food and shelter for a large diversity of wildlife. The objectives of the study were to identify the number of species that currently interact with cardons and determine how they take advantage of the cactus. Camera traps were placed near cardon flowers and fruits. Animal species engaged in interactions with the plant were photographed and a literature review was also undertaken to enhance the interactions database. 61 species that interact with cardons were found, 25 of which had not previously been reported. 83 total interactions were recorded, 45% of which occurred in the flowering and fruiting season. This large number of interactions suggests that the Mexican giant cardon is a keystone species for the Sonoran Desert and should be considered for land management and conservation planning within this region.

Recibido: 8 de marzo del 2016

Aceptado: 8 de septiembre del 2017

### Palabras clave:

Cardón; cámara trampa; Desierto Sonorense; especie clave; interacción planta-animal.

### Keywords:

Cardon; camera trap; keystone species; plant-animal interaction; Sonoran Desert.

### Cómo citar:

Delgado-Fernández, M., Escobar Flores, J. G. & Franklin, K. (2017). El cardón gigante (*Pachycereus pringlei*) y sus interacciones con la fauna en la península de Baja California, México. *Acta Universitaria*, 27(5), 11-18. doi: 10.15174/au.2017.1274

## INTRODUCCIÓN

Las plantas suculentas con metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) son elementos distintivos de las zonas áridas y semiáridas, en el Desierto Sonorense y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, las comunidades de plantas están dominadas por cactáceas columnares de gran tamaño de los géneros *Stenocereus*, *Carnegiea*, *Pachycereus* (Fleming & Valiente-Banuet, 2002), *Backebergia* (Mauseth, Terrazas, Vázquez-Sánchez & Arias, 2005), *Cephalocereus* (Zavala-Hurtado & Díaz-Solis, 1995) y *Polaskia* (Cruz & Casas, 2002), entre otros. Todas ellas producen abundantes flores y frutos por temporada que son alimento para la fauna nativa, por ello son ecológicamente importantes en su comunidad, aunque existen pocos trabajos que

\* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz 23090, México. Correo electrónico: mdlgado@pg.cibnor.mx; Tel. (612) 177 77 87.

\*\* Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, 34220, Durango, México.

\*\*\* Arizona-Sonora Desert Museum, 2021 N. Kinney Rd., Tucson Arizona, 85743, E.U.A.

◊ Autor de correspondencia.

cuantifiquen el impacto de estas especies como proveedores de agua, refugio y nutrientes (Drezner, 2014; Wolf & Martínez del Río, 2003).

En el Desierto Sonorense, el cardón gigante (*Pachycereus pringlei* (S.Watson) Britton & Rose) es el cacto columnar endémico que por su tamaño, demografía y densidad es icono de los desiertos de la península de Baja California, su distribución latitudinal va de los 23° a los 31° N. Es una especie que se caracteriza por favorecer la entrada de agua al suelo, aumentar su contenido orgánico y evitar su erosión (Puente, Li & Bashan, 2009). Llegan a medir hasta 20 m de altura, 1.5 m de diámetro (Turner, Bowers & Burgess, 1995) y desarrollan múltiples ramificaciones a tasas de crecimiento de 3 cm a 23 cm por año (Delgado-Fernández, Garcillán & Ezcurra, 2016). Por su gran tamaño y similitud al saguaro (*Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britton & Rose), especie que está categorizada como clave (Drezner, 2014), se hipotetiza que el cardón también es una especie clave que brinda refugio a la fauna y en la temporada de floración y fructificación (primavera y verano) el polen, néctar y frutos les sirven de alimento.

El objetivo de esta investigación fue realizar un listado de las aves, mamíferos, reptiles, insectos y arácnidos que interactúan con los cardones y determinar la forma en la que se asocian, para con ello destacar el papel del cardón como especie clave dentro de su distribución en la península de Baja California.

## MATERIALES Y MÉTODOS

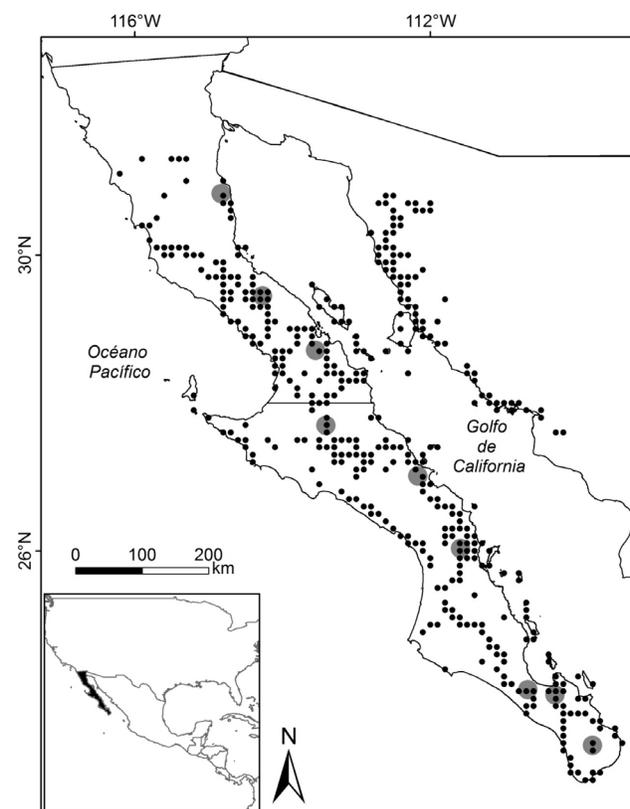
El cardón gigante tiene una de las distribuciones latitudinales más grandes, extendiéndose por más de 1000 km a lo largo de la península de Baja California, desde los secos y cálidos matorrales tropicales en la Región del Cabo (23° N), donde se ve favorecido por los monzones de verano con precipitaciones promedio de entre 200 mm a 400 mm, continuando por el Desierto Sonorense, donde las lluvias son escasas e irregulares con variables proporciones de lluvia de invierno y de verano y frecuentes neblinas, hasta llegar al desierto de San Felipe, donde el desierto termina y da paso a la región mediterránea de chaparral y matorral costero (31° N). La temperatura en el desierto de San Felipe excede los 50 °C en verano y la precipitación promedio anual en de 50 mm (González-Abraham, Garcillán & Ezcurra, 2010; Roberts & Ezcurra, 2012).

Se realizó fototrampeo en la temporada de floración (primavera) y de fructificación (verano) de 2015 mediante ocho fototruampas *Bushnell NatureView HD* con lentes de enfoque de primer plano de 46 cm para

registrar a la fauna que visita las flores de cardón y la que consume los frutos en nueve sitios de la zona de distribución del cardón (figura 1).

En el periodo de 2012 a 2015, se utilizó una cámara SLR Nikon 5100 con lente 18 mm – 200 mm para registrar a la fauna que utiliza el cardón para perchar, anidar o refugiarse. El listado de asociaciones se completó con la bibliografía disponible.

La identificación de los grupos taxonómicos de la clase Mammalia se realizó mediante las claves de Hall (1981) y Álvarez-Castañeda, Ríos, Cortés-Calva, González-Ruiz & Suárez-Gracida (2008). Para la clase Aves se utilizó la guía Kaufman (2005) y para la clase Reptilia se utilizó la clasificación taxonómica de Grismer (2002). Para clasificar las asociaciones se utilizaron las categorías propuestas por Drezner (2014) (tabla 1).



**Figura 1.** Los nueve sitios de estudio (zonas grises). Los puntos negros muestran los sitios de observaciones o colectas de cardón por Turner et al. (1995).

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 1.**  
Categorías empleadas para caracterizar las asociaciones de *Pachycereus pringlei* con la fauna.

Abreviación	Uso/asociación
Fl	Uso de la flor o sus componentes como el néctar o el polen.
Fr	Uso del fruto o las semillas.
T	Consumo de tejido de plantas establecidas adultas.
D	Uso del tejido muerto para vivir dentro de él o alimentarse de la fauna que ahí habita.
R	Descanso, reposo o percha.
M	Búsqueda de pareja.
N	Anidación.
O	Oviposición.

Fuente: Drezner (2014).

## RESULTADOS

El cardón es una especie clave en el Desierto Sonorense. En total se registraron 61 especies que se asocian a su presencia, de las cuales 25 no se habían registrado anteriormente. Se reportan 83 asociaciones, 45% están restringidas a la temporada de floración y fructificación del cardón.

Se registraron 21 especies de aves (tabla 2) que se asocian con la presencia del cardón, nueve de ellas corresponden a nuevos registros. El 46% de las asociaciones entre las aves y los cardones ocurre debido a la presencia de flores (36%) o de frutos (11%). El 43% de las aves se asocia al cardón para perchar y 11% para anidar.

Se encontró que 27 especies de insectos están asociadas a los cardones, 12 de los cuales son nuevos registros de interacciones (tabla 3). El 35% de las asociaciones se deben a la presencia de flores y 18% a la de frutos. El 47% de las asociaciones restantes son insectos que viven en el cardón y se alimentan de tejido necrótico (35%) o vivo (3%), desde donde buscan su alimento (3%) o se refugian (6%). Por otro lado, está reportado que dos especies de arácnidos se asocian al cardón al consumir tejido necrótico de cardones muertos (tabla 4).

Se registraron tres especies de reptiles que se asocian a la presencia del cardón, una de ellas es un nuevo registro de asociación (tabla 5). Las tres se asocian al cardón para obtener refugio y se observó que la iguana del desierto también aprovecha la altura de las ramas del cardón para descansar y buscar comida.

**Tabla 2.**  
Especies de aves que se asocian a la presencia del cardón en la península de Baja California, México.

Orden	Familia	Género	Especie	Asociación	Referencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte</i>	<i>costae</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>asiatica</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
			<i>macroura</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	R	Observación personal
		<i>Caracara</i>	<i>cheriway</i>	N <sup>1</sup> , R <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Rivera-Rodríguez & Rodríguez-Estrella (1998); <sup>2</sup> observación personal
		<i>Pandion</i>	<i>haliaetus</i>	R	Observación personal
	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	R	Observación personal
	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	R	Observación personal
	Strigidae	<i>Bubo</i>	<i>virginianus</i>	R	Observación personal
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus</i>	<i>minimus</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
	Cardinalidae	<i>Cardinalis</i>	<i>cardinalis</i>	Fr, Fl	Observación personal
	Corvidae	<i>Corvus</i>	sp.	N <sup>1</sup> , R <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Rebman & Roberts (2012); <sup>2</sup> observación personal
	Fringillidae	<i>Carpodacus</i>	<i>mexicanus</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>cucullatus</i>	R, Fr	Observación personal
	Laniidae	<i>Lanius</i>	<i>ludovicianus</i>	R	Partida & Rodríguez-Estrella (2015)
	Mimidae	<i>Toxostoma</i>	<i>curvirostre</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
	Remizidae	<i>Auriparus</i>	<i>faviceps</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
	Tyrannidae	<i>Myiarchus</i>	<i>tyrannulus</i>	R	Observación personal
Pelacaniformes	Ardeidae	<i>Ardea</i>	sp.	R	Observación personal
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>auratus</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)
		<i>Melanerpes</i>	<i>uropygialis</i>	Fl <sup>1</sup> , Fr <sup>2</sup> , N <sup>2</sup> , R <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Fleming & Valiente-Banuet (2002); <sup>2</sup> observación personal

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.**  
Especies de insectos que se asocian al cardón gigante en la península de Baja California, México.

Orden	Familia	Género	Especie	Asociación	Referencia	
Coleoptera	Curculionidae	<i>Scyphophorus</i>	<i>acupunctatus</i>	T	Maya, Palacios-Cardiel & Jiménez (2011)	
	Histeridae	<i>Platydracus</i>	<i>phoenicurus</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
		<i>Platysoma</i>	sp.	D	Castrezana & Markow (2001)	
	Nosodendridae	<i>Nosodendron</i>	sp.	D	Castrezana & Markow (2001)	
	Staphylinidae	<i>Tachyporus</i>	sp.	D	Castrezana & Markow (2001)	
Diptera				Fl	Observación personal (figura 2)	
				Fl	Observación personal (figura 3)	
				Fl	Observación personal	
	Culicidae	<i>Anopheles</i>	<i>pseudopunctipennis</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i>	<i>arizonae</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
			<i>mettleri</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
			<i>nigrospiracula</i>	D	Castrezana & Markow (2008)	
	Muscidae	<i>Muscina</i>	<i>stabulans</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
	Neriidae			R, Fr, Fl	Observación personal (figura 4)	
	Syrphidae	<i>Volucella</i>	<i>isabellina</i>	D	Castrezana & Markow (2001)	
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia</i>	sp.	D	Castrezana & Markow (2001)	
				R	Observación personal	
Hymenoptera				Fr, Fl	Observación personal (figura 5)	
	Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifica</i>	Fl, Fr	Observación personal	
	Formicidae	<i>Pheidole</i>	sp.	D	Castrezana & Markow (2001)	
				<i>Pseudomyrmex</i>	sp.	D
					Fl, Fr	Observación personal
	Pompilidae				Fr, Fl	Observación personal (figura 6)
	Vespidae	<i>Brachygastra</i>	<i>mellifica</i>		Fl	Observación personal
Isoptera				D, O	Observación personal	
Lepidoptera				Fl, Fr	Observación personal (figura 7)	
	Sphingidae	<i>Hyles</i>	<i>lineata</i>	Fl	Fleming & Valiente-Banuet (2002)	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.**  
Especies de arácnidos que se asocian a la presencia del cardón gigante en la península de Baja California, México.

Orden	Familia	Género	Especie	Asociación	Referencia
Acari	Macrochelidae	<i>Maccrocheles</i>	<i>subbadius</i>	D	Castrezana & Markow (2001)
Pseudoscorpionida	Chernetidae	<i>Dinocheirus</i>	<i>arizonensis</i>	D	Castrezana & Markow (2001)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.**  
Especies de reptiles que se asocian a la presencia del cardón gigante en la península de Baja California, México.

Orden	Familia	Género	Especie	Asociación	Referencia
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>hemilopha</i>	Fl <sup>2</sup> , Fr <sup>2</sup> , D <sup>2</sup> , R <sup>1,3</sup>	<sup>3</sup> Blázquez & Rodríguez-Estrella (1997); <sup>2</sup> Blázquez & Rodríguez-Estrella (2001; 2007); <sup>1</sup> Fleming & Valiente-Banuet (2002)
	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus</i>	<i>nigricaudus</i>	R	Observación personal
	Xantusiidae	<i>Xantusia</i>	<i>jaycolei</i>	D	Bezy, Bezy & Bolles (2008)

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2.** Díptero en la flor de un cardón, lo acompañan formicidas visibles en los pétalos; mayo de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.** Díptero en la flor de un cardón, se tiene evidencia de los formicidas transportando polen al exterior de la flor; mayo de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.** Dípteros de la familia Neriidae, se tiene evidencia de éstos alimentándose de los formicidas que se observan en la flor de cardón; mayo de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5.** Himenóptero en la flor de cardón; mayo de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6.** Himenóptero en un fruto en formación de cardón; abril de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.** Lepidóptero en un fruto en formación y un hemiptero en la costilla del cardón; abril de 2015.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6.**  
Especies de mamíferos que se asocian a la presencia del cardón gigante en la península de Baja California, México.

Orden	Familia	Género	Especie	Asociación	Referencia
Quiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris</i>	<i>mexicana</i>	Fl	Observación personal
		<i>Leptonycteris</i>	<i>curasoae</i>	Fl	Molina-Freaner, Cervantes-Salas, Morales-Romero, & Fleming (2003)
			<i>yerbabuenae</i>	Fl	Gonzalez-Terrazas <i>et al.</i> (2016)
	Vespertilionidae	<i>Antrozous</i>	<i>pallidus</i>	Fl	Frick <i>et al.</i> (2009)
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma</i>	<i>lepidus</i>	R, N	Observación personal
		<i>Peromyscus</i>	<i>eremicus</i>	R, N	Observación personal
	Sciuridae	<i>Neotamias</i>	<i>obscurus</i>	R, N	Observación personal
		<i>Spermophilus</i>	<i>tereticaudus</i>	R,N	Observación personal

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron ocho especies de mamíferos asociadas al cardón, de las cuales cinco son nuevos registros de asociación (tabla 6). La asociación entre dos murciélagos polinizadores de cardón ocurre únicamente en la temporada de floración de la especie. El 34% de las asociaciones de mamíferos con el cardón se favorecen por la presencia de flores. Por otro lado, 33% de las especies descansa en los cardones y el resto construye sus madrigueras en los tallos del cardón.

## DISCUSIÓN

Las flores y frutos del cardón, además de ser nutritivos, están disponibles en la temporada más cálida (con temperatura media de 20 °C – 31 °C y máxima de 36 °C – 45 °C) y seca del año (abril a septiembre) en el Desierto Sonorense (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2010), por lo que tales recursos son aún más valiosos, tal y como sucede con las flores y frutos de saguaro (Drezner, 2014). Frick, Heady III & Hayes (2009) reportaron que el consumo de néctar de cardón por parte de su polinizador *A. pallidus*, además de mostrar fines nutrimentales, también lo consumen para hidratarse por la escases de fuentes de agua disponibles, probablemente varias de las especies registradas en la temporada de floración no son polinizadores del cardón, sino visitantes que aprovechan el néctar de las flores para hidratarse. En *Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose se ha registrado que además del murciélago polinizador *L. curasoae*, aves como *Calypte costae*, *Melanerpes uropygialis*, *Colaptes auratus*, *Carpodacus mexicanus*, *Auriparus flaviceps* colectan polen y además se tiene registro de *M. uropygialis* consumiendo néctar (Molina-Freaner, Rojas-Martínez, Fleming

& Valiente-Banuet, 2004), todas estas aves también están asociadas a la presencia del cardón. Las abejas *Apis mellifera*, que también se asocian al cardón, se han registrado consumiendo néctar y polen tanto en *P. pecten-aboriginum* (Molina-Freaner *et al.*, 2004) como en las cactáceas columnares *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Bravo) Backeberg y en *Neobuxbaumia macrocephala* (Weber) Dawson (Valiente-Banuet, Rojas-Martínez, Arizmendi & Davila, 1997).

En gran parte de su distribución, el cardón gigante es la especie de mayor altura dentro de la comunidad vegetal, por ello, una amplia variedad de especies descansan y perchan en él, buscan alimento o se refugian para evitar ser presas, este mismo tipo de interacciones planta-animal se ha registrado en el saguaro, al ser también la especie de mayor altura en su comunidad vegetal (Drezner, 2014). Algunas de las especies de aves forman sus nidos sobre las ramificaciones del cardón, pero otros, como los pájaros carpinteros, construyen sus nidos al hacer concavidades dentro de las ramas, donde otras especies como la iguana del desierto se refugian para evitar a los depredadores, además de alimentarse (Blázquez & Rodríguez-Estrella 1997; 2001). Por otro lado, los resultados resaltan la importancia de los individuos de cardón muertos y en descomposición, ya que el tejido necrótico sirve de alimento para una diversidad de insectos y arácnidos (Castrezana & Markow, 2001; 2008).

Además de las interacciones que mantienen con la fauna, los cardones estabilizan el suelo del desierto (Bashan, Salazar, Puente, Bacilio & Liderman, 2009; Carrillo-García, Bashan, Díaz-Rivera & Bethlenfalvay, 2000), los reclutas de cardón mantienen una asociación

con bacterias endofíticas capaces de crear grietas en rocas volcánicas (sin suelo) y colonizar nuevos sitios, incluso acantilados, coadyuvar a la formación de suelos y dar sucesión a otras plantas (Bashan, Li, Lebsky, Moreno & de-Bashan, 2002; Puente *et al.*, 2009); por otro lado, Arnaud, Carbajal-Márquez, Rodríguez-Canseco & Ferreyra (2014) han propuesto que los cardones, junto con otros elementos orgánicos como raíces y ramas, que son arrastrados hacia el mar en la temporada de huracanes son dispersores de fauna hacia las islas, como es el caso de *Crotalus ruber* que se registró en Isla Coronados recientemente. Todo esto destaca la importancia y servicios que brinda esta especie no solo a la fauna con la que interactúa, sino con todo el ecosistema.

## CONCLUSIONES

El listado de asociaciones entre el cardón gigante y la fauna del Desierto Sonorense en la península de Baja California muestra la diversidad de organismos que se benefician del mismo, por lo cual se sugiere que sea catalogada como especie clave para el citado desierto. Así mismo, se recomienda considerar las interacciones que mantiene con la fauna al tomar decisiones acerca de su manejo y conservación.

Las 61 especies que se registran en el listado y las 83 asociaciones observadas son una parte de la amplia gama de especies que se benefician del cardón, por lo que es necesario continuar la ejecución de estudios sobre las interacciones planta-animal en el Desierto Sonorense.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a *JiJi Foundation* por el financiamiento otorgado; a Mayte Fernández y a Oscar Delgado por el apoyo logístico; a los ejidatarios de Baja California por permitirnos ingresar a sus predios, en especial a Rosendo M. por la ayuda brindada en el trabajo de campo. A Patricia Galina, Carmen Blázquez y a Diego Vega por la ayuda en la identificación de los reptiles e insectos; a *N-Gen* por ser lazo de colaboración binacional entre el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste s.c. (Cibnor) y el *Arizona-Sonora Desert Museum*. Agradecemos los comentarios de los tres revisores anónimos y de Alejandro Delgadillo-Nuño que nos permitieron mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Castañeda, S. T., Ríos, E., Cortés-Calva, P., González-Ruiz, N., & Suárez-Gracida, C. G. (2008). *Mamíferos de las reservas del Valle de los Cirios y El Vizcaino*. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
- Arnaud, G., Carbajal-Márquez, R. A., Rodríguez-Canseco, J., & Ferreyra, E. (2014). Primeros registros de la cascabel roja (*Crotalus ruber*) en la isla Coronados, Golfo de California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 322-324.
- Bashan, Y., Li, C., Lebsky, V., Moreno, M., & de-Bashan, L. (2002). Primary colonization of volcanic rocks by plants in Arid Baja California, Mexico. *Plant Biology*, 4(3) 392-402. doi: 10.1055/s-2002-32337
- Bashan, Y., Salazar, B., Puente, M. E., Bacilio, M., & Linderman, R. (2009). Enhanced establishment and growth of giant cardon cactus in an eroded field in the Sonoran Desert using native legume trees as nurse plants aided by plant growth-promoting microorganisms and compost. *Biology and Fertility of Soils*, 45(6), 585-594. doi: 10.1007/s00374-009-0367-x
- Bezy, R. L., Bezy, K. B., & Bolles, K. (2008). Two new species of night lizards (*Xantusia*) from Mexico. *Journal of Herpetology*, 42(4), 680-688.
- Blázquez, M., & Rodríguez-Estrella, R. (1997). Factors influencing the selection of basking perches on cardon cacti by spiny-tailed iguanas (*Ctenosaura hemilopha*). *Biotropica*, 29(3), 344-348.
- Blázquez, M., & Rodríguez-Estrella, R. (2001). Winter refuge characteristics of spiny-tailed iguanas, *Ctenosaura hemilopha*, in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 49(3), 593-599. doi:10.1006/jare.2001.0795
- Blázquez, M., & Rodríguez-Estrella, R. (2007). Microhabitat selection in diet and trophic ecology of a spiny-tailed iguana *Ctenosaura hemilopha*. *Biotropica*, 39(4), 496-501. doi: 10.1111/j.1744-7429.2007.00294.x
- Carrillo-García, A., Bashan, Y., Díaz-Rivera, E., & Bethlenfalvai, G. (2000). Effects of resource-island soils, competitions, and inoculation with *Azospirillum* on survival and growth of *Pachycereus pringlei*, the giant cactus of the Sonoran Desert. *Restoration Ecology*, 8(1), 65-73.
- Castrezana, S., & Markow, T. A. (2001). Arthropod diversity in necrotic tissue of three species of columnar cacti (Cactaceae). *The Canadian Entomologist*, 133(3), 301-309.
- Castrezana, S., & Markow, T. (2008). Sexual isolation and mating propensity among allopatric *Drosophila mettleri* populations. *Behavior Genetics*, 38(4), 437-445. doi: 10.1007/s10519-008-9209-0
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2010). *Normales climatológicas por estación*. Recuperado el 1 de septiembre de 2014 de <http://smn.cna.gob.mx/es/component/content/article?id=42>
- Cruz, M., & Casas, A. (2002). Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 51(4), 561-576. doi:10.1006/jare.2001.0955
- Delgado-Fernández, M., Garcillán, P. P., & Ezcurra, E. (2016). On the age and growth rate of giant cacti: radiocarbon dating of the spines of cardon (*Pachycereus pringlei*). *Radiocarbon*, 58(3), 479-490. doi: 10.1017/RDC.2016.25
- Drezner, T. D. (2014). The keystone saguaro (*Carnegiea gigantea*, Cactaceae): a review of its ecology, associations, reproduction, limits, and demographics. *Plant Ecology*, 215(6), 581-595. doi: 10.1007/s11258-014-0326-y
- Fleming, T. H., & Valiente-Banuet, A. (2002). *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology, and conservation*. Arizona: University of Arizona Press.

- Frick, W., Heady III, P., & Hayes, J. (2009). Facultative Nectar-Feeding Behavior in a Gleaning Insectivorous Bat (*Antrozous pallidus*). *Journal of Mammalogy*, 90(5), 1157-1164. doi: 10.1644/09-MAMM-A-001.1
- González-Abraham, C. E., Garcillán, P. P., & Ezcurra, E. (2010). Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 69-82.
- Gonzalez-Terrazas, T. P., Koblitz, J. C., Fleming, T. H., Medellín, R. A., Kalko, E. K., Schnitzler, H. U., & Tschapka, M. (2016). How nectar-feeding bats localize their food: echolocation behavior of *Leptonycteris yerbabuena* approaching cactus flowers. *PLoS ONE*, 11(9): e0163492. doi:10.1371/journal.pone.0163492
- Grismer, L. L. (2002). *Amphibians and reptiles of Baja California, including its Pacific islands and the islands in the Sea of Cortés*. (Volúmen 4). California: University of California Press.
- Hall, E. R. (1981). *The mammals of North America*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Kaufman, K. (2005). *Guía de campo a las aves de Norteamérica*. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt.
- Mauseth, J. D., Terrazas, T., Vázquez-Sánchez, M., & Arias, S. (2005). Field observations on *Backebergia* and other cacti from Balsas Basin, Mexico. *Cactus and Succulent Journal*, 77(3), 132-143. doi: 10.2985/0007-9367(2005)77[132:FO OBAO]2.0.CO;2
- Maya, Y., Palacios-Cardiel, C., & Jiménez, M. (2011). El cardón *Pachycereus pringlei*, nuevo hospedero para *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) en Baja California Sur, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(3), 1041-1045.
- Molina-Freaner, F., Cervantes-Salas, M., Morales-Romero, D., S., B., & Fleming, T. (2003). Does the pollinator abundance hypothesis explain geographic variation in the breeding system of *Pachycereus pringlei*?. *International Journal of Plant Sciences*, 164(3), 383-393. doi: 10.1086/368394
- Molina-Freaner, F., Rojas-Martínez, A., Fleming, T. H., & Valiente-Banuet, A. (2004). Pollination biology of the columnar cactus *Pachycereus pecten-aboriginum* in north-western México. *Journal of Arid Environments*, 56(1), 117-127. doi: 10.1016/S0140-1963(02)00323-3
- Partida, A., & Rodríguez-Estrella, R. (2015). Evidencia de cletoparasitismo del caracara común (*Caracara cheriway*) sobre el alcudón verdugo (*Lanius ludovicianus*). *Acta zoológica mexicana*, 31(2), 306-308.
- Puente, M., Li, C., & Bashan, Y. (2009). Rock-degrading endophytic bacteria in cacti. *Environmental and Experimental Botany*, 66(3), 389-401. doi: 10.1016/j.enxepbot.2009.04.010
- Rebman, J. P., & Roberts, N. C. (2012). *Baja California Plant Field Guide*. San Diego: San Diego Natural History Museum.
- Rivera-Rodríguez, L., & Rodríguez-Estrella, R. (1998). Breeding biology of the crested caracara in the Cape Region of Baja California, Mexico. *Journal of Field Ornithology*, 69(2), 160-168.
- Roberts, N. C., & Ezcurra, E. (2012). Climate. En: Rebman, J. P. & Roberts, C. Norman (Ed.). *Baja California Plant Field Guide*. (pp. 1-12). California: San Diego History Museum.
- Turner, R. M., Bowers, J. E., & Burgess, T. L. (1995). *Sonoran Desert Plants: An Ecological Atlas*. Arizona: The University of Arizona Press.
- Valiente-Banuet, A., Rojas-Martínez, A., Arizmendi, M. D. C., & Davila, P. (1997). Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, central Mexico. *American Journal of Botany*, 84(4), 452-452.
- Wolf, B. O., & Martínez del Río, C. (2003). How important are CAM succulents as sources of water and nutrients for desert consumers? A review. *Isotopes in Environment and Health Science*, 39(1), 53-67. doi: 10.1080/1025601031000102198
- Zavala-Hurtado, J., & Díaz-Solis, A. (1995). Repair, growth, age and reproduction in the giant columnar cactus *Cephalocereus columna-trajani* (Karwinski ex. Pfeiffer) Schumann (Cactaceae). *Journal of Arid Environments*, 31(21-31). doi:10.1006/jare.1995.0045