

MURCIÉLAGOS POLINIZADORES DEL NORESTE DE MÉXICO

EMMA PATRICIA GÓMEZ-RUIZ



RESUMEN

Los murciélagos son uno de los grupos de mamíferos más amenazados a nivel mundial. En México más de la cuarta parte de la quiropterofauna se encuentra en alguna categoría de riesgo. Especies de la tribu Glossophagini (Phyllostomidae) son especialmente vulnerables debido a sus hábitos alimenticios especializados (néctar) y a lo limitado de refugios (cuevas) con las condiciones que estas especies requieren. En el Noreste de México se distribuyen tres especies de murciélagos nectarívoros: *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena*, las primeras dos de éstas consideradas amenazadas bajo criterios nacionales (NOM-059-SEMARNAT-2010). La principal fuente de néctar para estas tres especies de murciélagos en el Noreste de México son plantas del género *Agave* subgénero *Agave* (Asparagaceae), las cuales presentan inflorescencias con síndrome floral quiropterófilo por lo que se considera a los murciélagos como los polinizadores más eficaces. Estas plantas, también conocidas como magueyes, son clave en ecosistemas áridos y semiáridos al prevenir la erosión del suelo y aportar refugio y alimento a muchas especies de fauna. Además, varias especies de *Agave* son importantes como sustento de comunidades rurales ya que son utilizadas para producir fibras, aguamiel y bebidas tradicionales como el mezcal. El objetivo de este trabajo es presentar una revisión sobre el estado del conocimiento de las especies de murciélagos nectarívoros que habitan el Noreste de México y las principales amenazas que enfrentan con relación a la pérdida de sitios de forrajeo (agaves en floración). La pérdida de murciélagos polinizadores pudiera resultar en una reducción en la diversidad genética de las plantas que polinizan aumentando su vulnerabilidad a los cambios ambientales actuales.

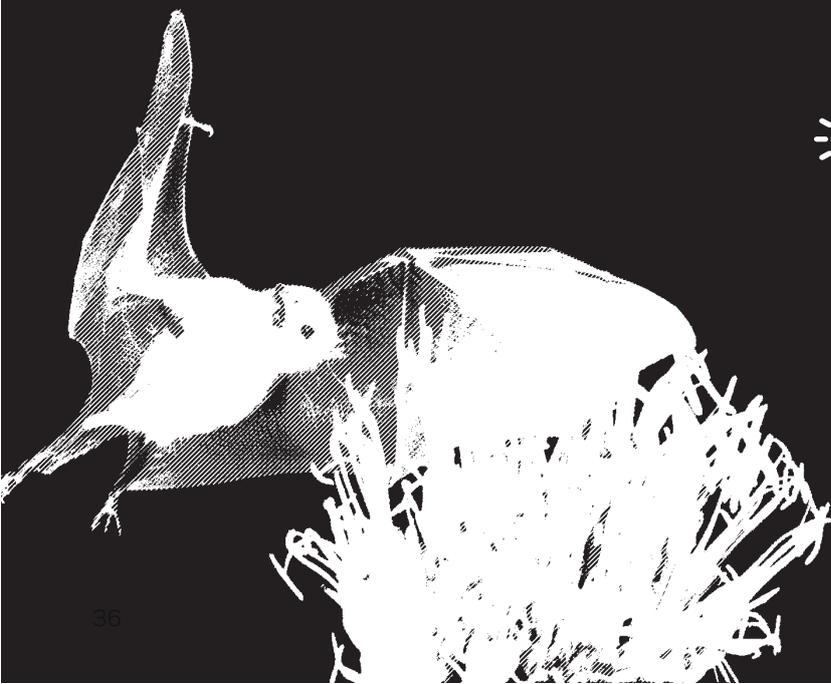
ABSTRACT

Bats are one of the most threatened groups of mammals in the world. In Mexico more than a quarter of all the bat species are listed under a risk category. Species of the tribe Glossophagini (Phyllostomidae) are especially vulnerable due to their specialized diet (nectar) and the limited availability of roosts (caves) with the conditions that these species require. Three nectar-feeding bats are found in Northeastern Mexico: *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis* and *L. yerbabuena*, the first two are considered threatened under national criteria (NOM-059-SEMARNAT-2010). The principal nectar source for these three bat species in Northeastern Mexico are plants of the genus *Agave* subgenus *Agave* (Asparagaceae) that have chiropterophilous flower syndrome, thus, bats are considered their most efficient pollinators. These plants, also known as "magueyes", are key in arid and semiarid ecosystems because they prevent soil erosion, and provide refuge and food to many animal species. Moreover, several *Agave* species are important as an income source for rural communities because they are used to produce fibers, aguamiel, and traditional beverages such as mezcal. The objective of this work is to present a review of the state of knowledge of the nectar-feeding bat species that inhabit Northeast Mexico and the main threats they face in relation to the loss of foraging sites (flowering agave). The loss of pollinating bats leads to a reduction in the genetic diversity of the plants they pollinate, increasing their vulnerability to the current environmental changes.



Palabras clave: Nectarívoros, Chiroptera, agave, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas

Key words: Nectarívorous, agave, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas



INTRODUCCIÓN

Con un total de 1411 especies descritas a la fecha (Mammal Diversity Database 2020), los murciélagos o quirópteros son el segundo orden de mamíferos con mayor diversidad en el mundo. En México se han registrado 138 especies lo que lo posiciona en el quinto lugar a nivel mundial (Medellín et al., 2008).

En la mayor parte de la sociedad occidental los murciélagos se han relacionado con criaturas nocturnas misteriosas que han sido inspiración de diversas historias de terror. La asociación de los murciélagos con los vampiros surge cuando llegan a Europa historias de los primeros exploradores del nuevo mundo que hablaban de murciélagos que se alimentaban de sangre. Únicamente existen 3 especies de murciélagos que se han especializado en alimentarse de sangre de aves y mamíferos. El resto de las especies de murciélagos se alimentan ya sea de insectos, carne (peces, roedores, lagartijas, otros murciélagos), frutas o de néctar. Por sus hábitos alimenticios estos mamíferos cumplen un importante papel en los ecosistemas generando servicios ecológicos de los cuales nos vemos beneficiados los humanos, como el control de plagas, la dispersión de semillas y la polinización de diversas plantas, muchas de ellas importantes ecológica y económicamente (Kunz et al., 2011; Lacher et al. 2019).

Desafortunadamente, debido a su mala fama, los murciélagos son vistos como algo nocivo que es necesario erradicar y por ello han sido víctimas de persecución directa y vandalismo en las cuevas donde se refugian (Tuttle y Moreno, 2005; Medellín et al., 2017). Aunado a esto la pérdida de hábitat por cambio de uso de suelo resultado de actividades humanas los afecta directa e indirectamente, a la par de otras actividades que han tomado auge reciente, como los grandes aerogeneradores para producir energía eléctrica los cuales afectan directamente a murciélagos que mueren por colisión con las turbinas (Frick et al., 2017; Hammerson et al., 2017).

Los murciélagos tienen una tasa de reproducción muy baja, en general de 1 a dos crías por hembra por año, por lo que sus poblaciones no se recuperan con facilidad después de sufrir alta mortandad. Además, los refugios que prefieren tienen características muy particulares por lo que es difícil reemplazarlos con otros una vez que son destruidos. Se estima que los quirópteros representan uno de los grupos de mamíferos más amenazados (Frick et al., 2019). Más de la cuarta parte de la quiropterofauna mexicana se encuentran en alguna

categoría de riesgo bajo la norma oficial mexicana de protección de especies nativas del país (NOM-059-SEMARNAT 2010). Los murciélagos nectarívoros de la subfamilia Glossophaginae (familia Phyllostomidae) son especialmente vulnerables al riesgo de extinción, dado sus hábitos alimenticios muy específicos (néctar y polen) y su dependencia de cuevas particulares y sensibilidad a disturbios en dichos refugios (Arita y Santos-del-Prado, 1999; Gómez-Ruiz et al., 2015). Me enfocare en este grupo particular de murciélagos y su importancia como polinizadores, haciendo hincapié en las especies presentes en el noreste de México y su relación con plantas clave de la región.

QUIROPTEROFILIA: PLANTAS QUE ATRAEN A MURCIÉLAGOS

La mayoría de las angiospermas (plantas con flor) son polinizadas por animales y se conocen 355 especies de mamíferos que visitan flores para alimentarse de néctar y polen ya sea como su principal fuente de alimento o de manera oportunista (Fleming y Kress, 2013; Regan et al., 2015). La gran mayoría de los mamíferos polinizadores son murciélagos, particularmente de la subfamilia Glossophaginae los cuales poseen adaptaciones morfológicas (rostró elongado, lengua larga y con papillas vellosas para colectar el néctar con rapidez) y de comportamiento (vuelo especializado para alimentarse de néctar). Además, existen especies de murciélagos de otros grupos taxonómicos que visitan flores de manera oportunista y también cumplen el papel de polinizadores (Lacher et al., 2019).

Los llamados síndromes florales de las plantas se refieren a características particulares de las flores que evolutivamente se han seleccionado para atraer a los polinizadores más efectivos (aquellos que transportan mayor cantidad de polen de una flor a otra). Se le llama "quiropterofilo" al síndrome floral especializado en atraer murciélagos, cuyas características son flores vistosas, expuestas, de coloración clara y con abundante néctar (Tschapka y Dressler, 2002).

En México existen 12 especies de murciélagos en la subfamilia Glossophaginae (Alvarez-Castañeda et al., 2017), tres de estas especies se distribuyen en Nuevo León: *Leptonycteris nivalis*, *Leptonycteris yerbabuena* y *Choeronycteris mexicana* (Fig. 1). Las tres especies visitan flores de magueyes, plantas del género *Agave* subgénero *Agave* que presentan flor en panícula (Fig. 2) cuyas características son quiropterófilas. Los agaves tienen una gran importancia ecológica, al prevenir la erosión del suelo y ser fuente de alimento de diversas

especies de insectos, aves y mamíferos. También son importantes para las comunidades humanas del Noreste de México al ser aprovechados para diversos usos: fibras, forraje, bebidas como el aguamiel y el mezcal (Colunga-García et al., 2007).

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS MURCIÉLAGOS NECTARÍVOROS DEL NORESTE DE MÉXICO

El murciélago magueyero mayor (*Leptonycteris nivalis*) es un quiróptero que migra desde el centro de México hasta el suroeste de Estados Unidos siguiendo los eventos de floración de agaves, de los que se alimenta (Fig. 1 A). En los últimos 10 años se ha reducido el 50% de sus poblaciones, posicionándolo como una especie de murciélago en peligro de extinción (Medellín 2016). Es una de las 78 especies de murciélagos consideradas como amenazadas o críticamente amenazadas a escala global (Medellín, 2016b). Se sabe que cada primavera al menos una parte de la población, principalmente integrada por hembras preñadas, migra desde el centro de México hasta el sur de Texas y Nuevo México en Estados Unidos, recorriendo bosques semiáridos y matorrales desérticos y transportando polen entre poblaciones distantes de plantas (Moreno-Valdez et al. 2000; Gómez-Ruiz y Lacher, 2017). Hasta la fecha se conocen solamente 3 cuevas de maternidad (donde se registran hembras lactantes) una de ellas localizada en el estado de Nuevo León (Moreno-Valdez et al., 2004).

Esta especie ha sido reportada para Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta, 2001; Castillo-Hernández y Treviño-Carreón, 2009; Gómez-Ruiz et al., 2015).

El murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuena*) se distribuye en zonas menores a los 1000 msnm desde el sur de Arizona y Nuevo México (EUA) hasta Honduras y El Salvador, en matorral desértico y bosque seco tropical (Cole y Wilson 2006) (Fig. 1B). Se reconocen varias poblaciones, las del norte migran al sur en septiembre y regresan en mayo, las crías de estas poblaciones nacen entre mayo y junio en grandes colonias de maternidad. Se ha identificado una población que no es migratoria y reside en la región de bosque seco tropical del centro y del oeste de México. En dicha población las crías nacen entre diciembre y enero (Medellín, 2016). El murciélago magueyero menor se encontraba en categoría de amenazado en la lista de especies en riesgo para México, pero datos de monitoreo reciente han documentado poblaciones estables y en crecimiento por lo que se propuso remover esta especie de la lista (SEMARNAT 2015). Esta especie se reporta para los Estado de Nuevo León y Tamaulipas (Jiménez-Guzmán et al., 1999; Castillo-Hernández y Treviño-Carreón, 2009).

El murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) se ha registrado desde el sur de California, Nevada, Arizona, Nuevo México y Texas hasta Honduras y El Salvador (Fig. 1C). Se encuentra en matorral desértico y

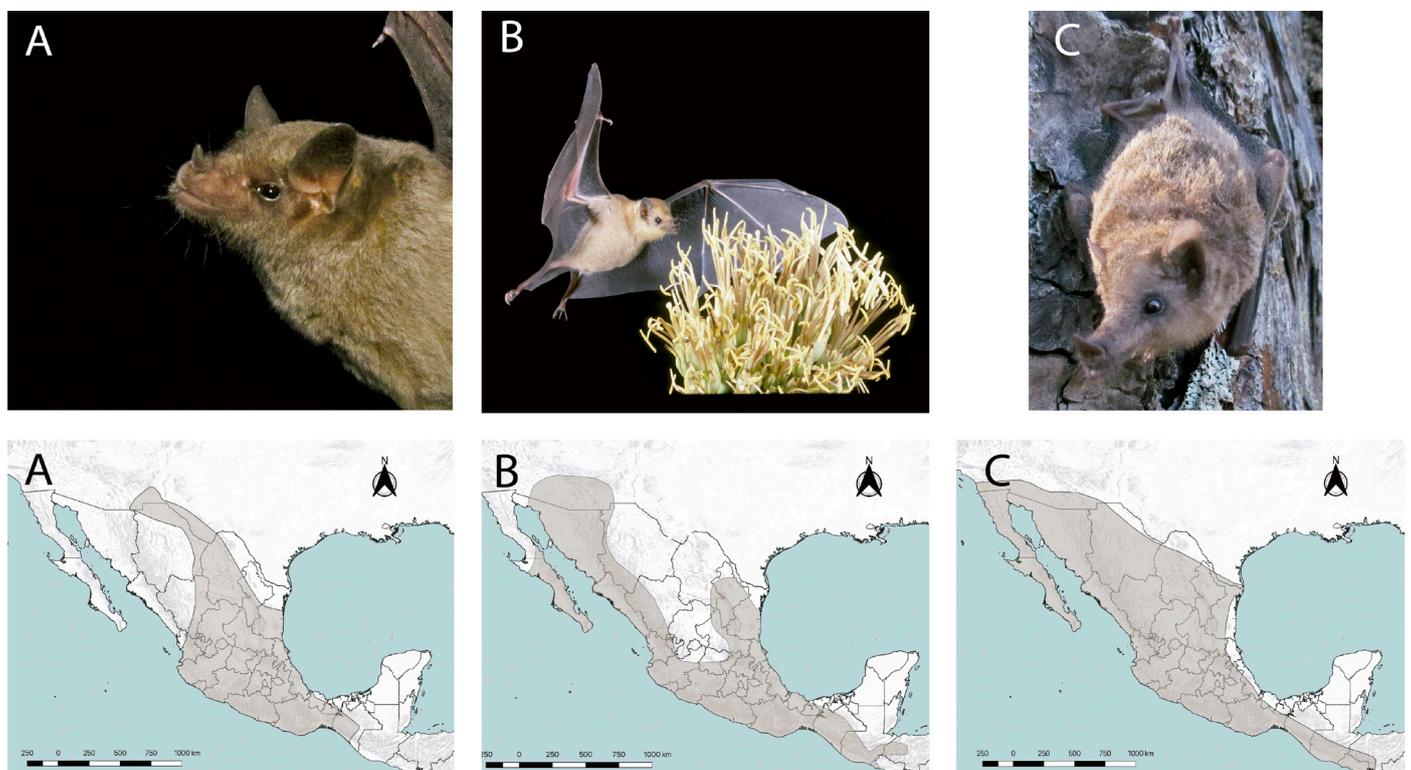


Figura 1. Fotografías y distribución de tres especies de murciélagos nectarívoros presentes en el noreste de México. A) *Leptonycteris nivalis* (Foto: Emma P. Gómez-Ruiz, Polígono de distribución: Bat Conservation International), B) *Leptonycteris yerbabuena* (Foto: J. Scott Altenbach, Polígono de distribución: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), C) *Choeronycteris mexicana* (Foto: Emma P. Gómez Ruiz, Polígono de Distribución: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



Figura 2. Plantas del género *Agave* subgénero *Agave* que presentan flor en panícula de la especie *Agave asperrima*, ubicadas en el Municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila. (Foto: Emma P. Gómez Ruiz)

en bosques deciduos y de pino-encino. De acuerdo con la evaluación de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza se considera una especie común, aunque no forma colonias numerosas. Datos de Arizona documentan que las crías de esta especie nacen entre junio y julio. Se cree que las poblaciones del norte migran al sur en el invierno aun que en general se conoce muy poco acerca del estado de las poblaciones de esta especie (Solari 2018). Esta especie se reporta para los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Álvarez, 1963; Gómez-Ruiz et al., 2015).

FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS MURCIÉLAGOS POLINIZADORES

Los murciélagos que se alimentan de néctar cumplen un papel ecológico fundamental para los ecosistemas al polinizar plantas que previenen la erosión del suelo y aportan refugio y alimento a muchas otras especies (Lacher et al., 2019). La principal fuente de néctar para las tres especies de murciélagos nectarívoros en Coahuila y Nuevo León son plantas del género *Agave* subgénero *Agave* (Asparagaceae) (Moreno-Valdez et al., 2004; Gómez-Ruiz y Lacher, 2017). Estas plantas, también conocidas como magueyes, presentan síndrome floral quiropterófilo ya que sus flores son grandes y llamativas, abiertas durante la noche y de aroma intenso. Los agaves producen flor únicamente una vez en su ciclo de vida el cual puede durar de 8 a 20 años, apostando toda su energía para atraer polinizadores que permitan la reproducción sexual (Gentry, 1982). Un estudio sobre la evolución de las diferentes especies de agaves del subgénero *Agave*, sugiere que los murciélagos nectarívoros que colonizaron zonas áridas tuvieron un papel muy importante, particularmente los autores mencionan a

los murciélagos magueyeros *Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena* (Good-Avila et al., 2006).

La migración de los murciélagos magueyeros coincide con la disponibilidad de flores de agave. Comparados con otros polinizadores, los murciélagos pueden cargar grandes cantidades de polen y transportarlas grandes distancias conectando poblaciones de agaves (Fleming et al., 2009). Cada especie de agave produce una flor en diferente temporada del año y poblaciones de la misma especie también difieren en el inicio de su floración siguiendo un patrón latitudinal (Gentry, 1982). Se ha documentado que el murciélago magueyero mayor (*L. nivalis*) migra a lo largo de un corredor de agaves siguiendo su floración y ocurre con mayor frecuencia en zonas donde se distribuye mayor número de especies de agaves, ubicadas en las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental (Gómez-Ruiz y Lacher, 2017).

AMENAZAS QUE ENFRENTAN LOS MURCIÉLAGOS POLINIZADORES

La falta de información sobre la biología y ecología de las especies de murciélagos polinizadores es la principal limitante para definir acciones concretas de conservación. En el caso de estos murciélagos, su supervivencia depende de la disponibilidad de alimento (néctar de agave) y de sitios de refugio (cuevas) con las características requeridas para cada especie. Gómez-Ruiz et al. (2015) identifican seis cuevas usadas como refugio por *Choeronycteris mexicana* y/o *Leptonycteris nivalis* en Coahuila y Nuevo León (Cuadro 1) y son de especial relevancia para ambas especies ya que se reporta presencia de hembras preñadas o lactantes durante los meses de verano. Las especies en riesgo no suelen encontrarse

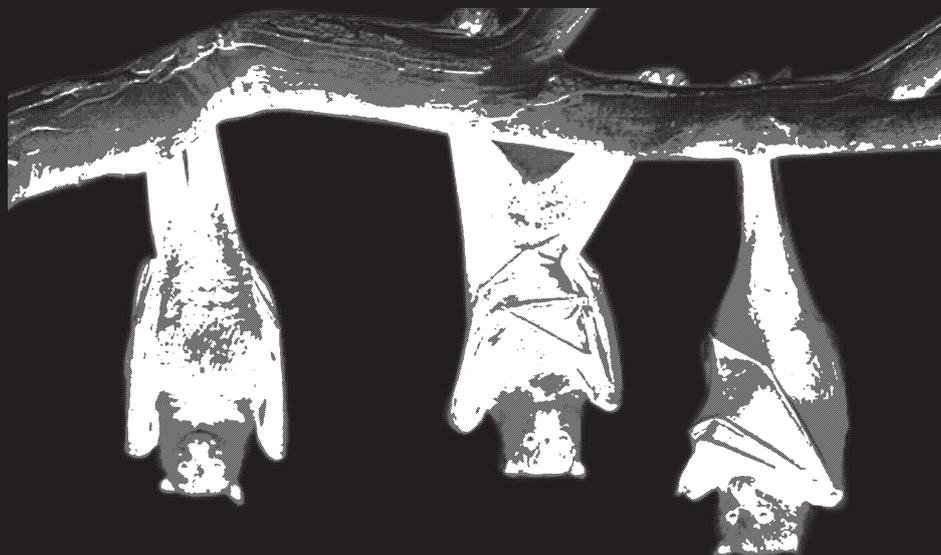
en las cuevas con mayor riqueza de especies por lo que las prioridades de conservación de cuevas no deben basarse únicamente en función del total de especies que albergan. La principal amenaza que tienen los sitios de refugio es el vandalismo pues en zonas en donde existe conflicto con especies de murciélagos hematófagos que se alimentan de sangre de ganado, las personas prenden fuego dentro de las cuevas para ahuyentar a todos los murciélagos, afectando especies benéficas. Tal situación no es el caso particular de las cuevas del Noreste de México, en esta región la amenaza principal a los murciélagos nectarívoros es la disminución de zonas de forrajeo, por causa de tendencias de cambio de uso de suelo, o aprovechamiento directo de las plantas de las que se alimentan (magueyes) (USFWS, 2019).

Además, otra amenaza es el cambio climático pues de acuerdo con modelos predictivos basados en escenarios de clima proyectados al 2070, la distribución de los magueyes silvestres de los que se alimentan los murciélagos nectarívoros se reducirán hasta en un 80%. Esto resultaría en cambios en los patrones de distribución de riqueza (número total de especies en un sitio) de especies de agave con lo que se pudiera reducir la disponibilidad de néctar para estos murciélagos durante su migración y época reproductiva (Gómez-Ruiz y Lacher Jr., 2019). Otra consideración son posibles efectos del cambio climático en la fenología de los agaves que pudiera afectar el tiempo de floración y con ello una disparidad con los tiempos en que los murciélagos polinizadores migratorios están presentes en la zona. Documentar esta posible disparidad requiere de monitoreo continuo de la fenología de los magueyes silvestres en donde un programa de ciencia ciudadana pudiera ayudar a documentar estas tendencias. Para ello ya existen iniciativas en desarrollo por parte del Laboratorio de Mastozoología de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL en colaboración con organizaciones de la sociedad civil. Finalmente, aún existen muchos vacíos de información respecto al uso de recursos alimenticios por murciélagos nectarívoros por lo cual en el Laboratorio de Mastozoología estamos trabajando en un proyecto que documenta los patrones de uso temporal y espacial de los agaves en floración por parte de los murciélagos nectarívoros para determinar si existe competencia entre estas especies por un recurso limitado que ha sufrido importantes reducciones por cambio de uso de suelo y que, como ya se mencionó, su disponibilidad pudiera verse afectada por el cambio climático.

	Categoría de riesgo NOM 059-SEMARNAT-2010	Categoría de riesgo según la UICN	Cueva El Infierno, La Camotera, Nuevo León	Cueva del Guano 1, Cuatro Ciénegas, Coah.	Cueva del Guano 2, Cuatro Ciénegas, Coah.	Cueva El Rosillo 1, Cuatro Ciénegas, Coah.	Cueva El Rosillo 2, Cuatro Ciénegas, Coah.	Cueva del Guano, Rayones, Nuevo León
Familia Phyllostomidae								
<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT	●	●	●	●	●	●
<i>Leptonycteris nivalis</i>	A	EN	●			●		
<i>Dermanura azteca</i>		LC	●					
<i>Desmodus rotundus</i>		LC	●					
Familia Vespertilionidae								
<i>Corynorhinus townsendii</i>		LC	●	●	●	●	●	
<i>Eptesicus fuscus</i>		LC				●		
<i>Lasiurus cinereus</i>		LC	●					
<i>Myotis auriculus</i>		LC	●					
<i>Myotis californicus</i>		LC	●					
<i>Myotis thysanodes</i>		LC	●			●	●	
<i>Myotis yumanensis</i>		LC	●					
<i>Pipistrellus hesperus</i>		LC	●					
<i>Antrozous pallidus</i>		LC	●			●		
<i>Nycticeius humeralis</i>		LC	●					
Familia Molossidae								
<i>Tadarida brasiliensis</i>		LC				●		
Total de especies			13	2	2	7	3	1

UICN= Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; A=Amenazada, NT= Casi amenazado (Near threatened), EN= En peligro (Endangered), LC= Preocupación menor (Least concern).

Cuadro 1. Lista de especies encontradas en cuevas usadas por murciélagos nectarívoros ubicadas en Coahuila y Nuevo León. Modificado de Gómez-Ruiz *et al.* (2015), actualizado con los resultados de muestreos recientes.



CONCLUSIÓN

La pérdida de murciélagos polinizadores pudiera resultar en una reducción en la diversidad genética de los magueyes, plantas ecológica y económicamente importantes, aumentando su vulnerabilidad a los cambios ambientales que enfrentamos. Iniciativas globales de la última década han enfatizado la necesidad de iniciativas de conservación enfocadas en complejos de polinizadores y plantas (IPBES, 2016). La región del noreste de México es relevante para especies amenazadas de murciélagos nectarívoros por lo que es fundamental buscar mantener poblaciones de magueyes que continúen siendo polinizados por estos mamíferos, de esta manera se garantiza mantener la diversidad genética de poblaciones de maguey silvestre y su resiliencia (capacidad para afrontar la adversidad) ante los cambios ambientales que enfrentamos.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera reconocer a las organizaciones colaboradoras en los proyectos de conservación de murciélagos polinizadores: Especies, Sociedad y Hábitat, A. C., Bat Conservation International, Nivalis Conservation Network. Así como también a las instituciones que han apoyado la investigación de estas especies a través de diversos financiamientos: CONANP (PROREST 2019 "Conservación del murciélago magueyero mayor y su hábitat en Cumbres de Monterrey"), SEP-PRODEP 2018 (Apoyo de fomento a la generación y aplicación innovadora de conocimiento otorgado a EPGR), Beca L'Oréal-UNESCO-AMC-CONACYT-CONALMEX para las Mujeres en la Ciencia 2018 otorgada a EPGR, Disney Conservation Fund 2019-2021. Agradezco los acertados comentarios de los revisores anónimos que aportaron a la mejora del presente manuscrito. 🌸



LITERATURA CITADA

- Alvarez, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, México. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 14:363-473.
- Alvarez-Castañeda, S.T., T. Alvarez, N. González-Ruiz. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. JHU Press.
- Arita, H.T. y K. Santos-del-Prado. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. Journal of Mammalogy 80:31-41.
- Castillo-Hernández, H. y J. Treviño-Carreón. 2009. Biología floral de *Agave gentryi* Ullrich (Agavaceae) en la localidad de la Marcela, Miqihuana, Tamaulipas. CienciaUAT 4:62-66.
- Cole, F.R. y D.E. Wilson. 2006. *Leptonycteris yerbabuenae*. Mammalian species:1-7.
- Colunga-García, M.P., A. Larqué-Saavedra, L.E. Eguiarte, D. Zizumbo-Villarreal. 2007. En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY), Yucatán, México.
- Fleming, T.H., C. Geiselman, W.J. Kress. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. Annals of botany 104:1017-1043.
- Fleming, T.H., W.J. Kress. 2013. The ornaments of life: coevolution and conservation in the tropics. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Frick, W., E.F. Baerwald, J. Pollock, R. Barclay, J. Szymanski, T. Weller, A. Russell, S. Loeb, R. Medellín, L. McGuire. 2017. Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. Biological Conservation 209:172-177.
- Frick W.F., T. Kingston, J. Flanders. 2019. A review of the major threats and challenges to global bat conservation. Annals of the New York Academy of Sciences.
- Gentry H.S. 1982. Agaves of continental North America. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Gómez-Ruiz, E.P., C. Jimenez, J.J. Flores-Maldonado, T.E. Lacher, J.M. Packard. 2015. Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León. Therya 6:89-102.
- Gómez-Ruiz, E.P. y T.E. Lacher Jr. 2019. Climate change, range shifts, and the disruption of a pollinator-plant complex. Scientific Reports 9:14048.
- Gómez-Ruiz, E.P. y T.E. Lacher. 2017. Modelling the potential geographic distribution of an endangered pollination corridor in Mexico and the United States. Diversity and Distributions 23:67-78.
- Good-Avila S.V., V. Souza, B.S. Gaut, L.E. Eguiarte. 2006. Timing and rate of speciation in *Agave* (Agavaceae). Proceedings of the National Academy of Sciences 103:9124-9129.
- Hammerson G., M. Kling, M. Harkness, M. Ormes, B. Young. 2017. Strong geographic and temporal patterns in conservation status of North American bats. Biological Conservation 212:144-152.
- IPBES. 2016. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Page 36. Secretariat of the Inter- governmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- Jimenez-Guzman A., M.A. Zuniga-Ramos, J.A. Niño-Ramirez. 1999. Mamíferos de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León.
- Kunz T.H., E. Braun de Torrez, D. Bauer, T. Lobo, T.H. Fleming. 2011. Ecosystem services provided by bats. Annals of the New York Academy of Sciences 1223:1-38.
- Lacher T.E. Jr, A.D. Davidson, T.H. Fleming, E.P. Gómez-Ruiz, G.F. McCracken, N. Owen-Smith, C.A. Peres, S.B. Vander Wall. 2019. The functional roles of mammals in ecosystems. Journal of Mammalogy 100:942-964.
- Mammal Diversity Database. 2020. www.mammaldiversity.org. American Society of Mammalogists. Consultada el 04-01-2020.
- Medellín R. 2016. *Leptonycteris yerbabuenae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Available from <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T136659A21988965.en> (accessed January 4, 2020).
- Medellín R.A. 2016b. *Leptonycteris nivalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T11697A22126172. Disponible en <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11697A22126172.en>. (accessed February 4, 2018).
- Medellín R.A., H.T. Arita, O.H. Sanchez. 2008. Identificación de los Murciélagos de Mexico. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM, Mexico, D. F.

- Medellín R.A., R. Wiederholt, L. Lopez-Hoffman. 2017. Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biological conservation* 211:45-50.
- Moreno-Valdez A., W.E. Grant, R.L. Honeycutt. 2000. A simulation model of Mexican long-nosed bat (*Leptonycteris nivalis*) migration. *Ecological Modelling* 134:117-127.
- Moreno-Valdez A., R.L. Honeycutt, W.E. Grant. 2004. Colony dynamics of *Leptonycteris nivalis* (Mexican long-nosed bat) related to flowering Agave in northern Mexico. *Journal of Mammalogy* 85:453-459.
- Regan E.C., L. Santini, L. Ingwall-King, M. Hoffmann, C. Rondinini, A. Symes, J. Taylor, S.H.M. Butchart. 2015. Global Trends in the Status of Bird and Mammal Pollinators. *Conservation Letters* 8:397-403.
- SEMARNAT. 2015. PROYECTO de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.
- Solari S. 2018. *Choeronycteris mexicana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. Available from <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T4776A22042479.en> (accessed January 4, 2020).
- Tschapka M. y S. Dressler. 2002. Chiropterophily: On bat-flowers and flower-bats. *Curtis's Botanical Magazine* 19:114-125.
- Tuttle M.D. y Moreno A. 2005. Los murciélagos cavernícolas del norte de México. Su importancia y problemas de conservación. *Bat Conservation International*, Austin, 49 pp.
- United States Fish and Wildlife Service (USFWS). 2019. Species Status Assessment Report for Mexican Long-nosed bat (*Leptonycteris nivalis*).
- Vargas-Contreras J.A. y A. Hernández-Huerta. 2001. Distribución altitudinal de la mastofauna en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*:83-109.

