

Conservation nectar bats
(Phyllostomidae: Glossophagini)
at risk in Coahuila and Nuevo Leon

Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León

Emma P. Gómez-Ruiz^{1,2*}, Citlally Jimenez^{1,2,3}, Jose Juan Flores-Maldonado², Thomas E. Lacher Jr¹

y Jane M. Packard³

¹Biodiversity Assessment and Monitoring Lab, Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, Estados Unidos de America. E-mail: emmapgomez@tamu.edu (EPG-R), p.citlallyjimenez@gmail.com (CJ), tlacher@tamu.edu (TEL).

²Especies, Sociedad y Habitat, A.C., Valle Esmeralda 511 A, Colonia Mirador de la Silla, Guadalupe, Nuevo León, México, 67170. Email: jflores@eshaconservacion.org (JJF-M)

³Biodiversity and Stewardship Lab, Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, Estados Unidos de America, E-mail: j-packard@tamu.edu (JMP)

*Corresponding author

Introduction: Cave-dwelling nectar-feeding bats (Phyllostomidae: Glossophagini) face greater danger of extinction compared to other bats due to their restricted diet and the limited availability of suitable caves. Recent conservation biology literature suggests that successful conservation strategies should consider both biological and social perspectives. This paper presents the biological and social perspectives considered to implement conservation efforts for the threatened species *Leptonycteris nivalis* and *Choeronycteris mexicana* in the states of Coahuila and Nuevo Leon. Our objectives were to: 1) document caves used by these species, 2) describe community-based conservation strategies that link key actors (local communities, scientists, educators, government entities) resulting in a network, and 3) propose strategies to strengthen the links between key actors in the bat conservation network in order to maintain it in the long term.

Material and methods: To document caves used by *L. nivalis* and *C. mexicana* in Coahuila and Nuevo Leon, we combined searching available literature for known roosting sites and field surveys to confirm sites not previously reported. We implemented community-based conservation strategies with targeted local communities through workshops and used surveys to obtain indicators of knowledge and perception of bats by members of the communities.

Results: We report six caves used by nectar-feeding bats, which together house 12 species of bats (Table 1). The community-based conservation strategies that we implemented with local communities are described in four phases: information, communication, education, and training. A total of 574 residents from 52 communities participated in the study area. Surveys indicate that 60 % of the participants do not have knowledge of bat biology, 80 % are not aware of bats' ecological functions, and 71 % mention that bats are animals that cause fear.

Conclusions: We propose a conservation network consisting of key actors (local communities, scientists, non-governmental organizations, government entities, and financial institutions) with links that are strengthened by bi-directional communication (Figure 2). Flow of resources and information through networks such as this will facilitate the integration of social and biological perspectives for successful conservation actions.

Key words: environmental education, conservation planning, community-based conservation, *Leptonycteris nivalis*, *Choeronycteris mexicana*

Introducción

Los murciélagos son el segundo grupo más diverso de mamíferos con más de 1,116 especies en el mundo (Simmons 2005). México se posiciona como el quinto país con mayor riqueza de especies de murciélagos en el mundo con 138 especies (Medellín *et al.* 2008). Por su parte, los estados de Coahuila y Nuevo León albergan el 31 % de la quiropterofauna mexicana (43 especies en total; Baker 1956; Easterla y Baccus 1973; Wilson *et al.* 1985; Moreno-Valdez 1996; Jiménez-Guzmán *et al.* 1999; Contreras-Balderas *et al.* 2007).

A nivel mundial, los quirópteros representan uno de los grupos de mamíferos más amenazados (Mickleburgh *et al.* 2002). En la misma tendencia, más de la cuarta parte de las especies de murciélagos presentes en México se encuentran en alguna categoría de riesgo bajo la norma oficial mexicana de protección de especies nativas del país (NOM-059-SEMARNAT-2010; SEMARNAT 2010). Entre la quiropterofauna mexicana, la tribu Glossophagini (Phyllostomidae: Glossophaginae) son particularmente vulnerables al riesgo de extinción, dado que presentan hábitos alimenticios muy específicos (nectarívoros-polinívoros), además de que son sensibles a disturbios en las cuevas donde se refugian (Arita y Santos-del-Prado 1999). Entre los murciélagos cavernícolas del norte de México incluidos en la NOM-059-SEMARNAT con categoría de amenazados se encuentran las especies nectarívoras *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana*. Estas dos especies presentan un amplio rango de distribución que abarca una porción considerable del territorio de México y parte del sur de Estados Unidos. Globalmente, *L. nivalis* es clasificado como en peligro (Arroyo-Cabrales *et al.* 2008) y *C. mexicana* como casi amenazado (Arroyo-Cabrales y Perez 2008) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) debido a que se estima una disminución en sus poblaciones del 50 y 30 por ciento respectivamente, en los últimos diez años. Estas especies de murciélagos nectarívoros juegan un rol ecológico muy importante para los ecosistemas áridos y semiáridos de México al polinizar plantas clave como los agaves y las cactáceas.

La presencia de refugios y el hábitat disponible en el norte de México son de especial relevancia para ambas especies. Para el caso de *C. mexicana*, se han documentado hembras con crías durante los meses de verano en varios sitios de Coahuila y Nuevo León. A pesar de que *C. mexicana* presenta una amplia distribución, parece ser una constante la baja abundancia de individuos en los refugios donde ha sido reportada (Baker 1956; Jiménez-Guzmán *et al.* 1999). En el caso de *L. nivalis*, dentro de su amplio rango de distribución (*i. e.* desde el centro de México hasta el Sur de Estados Unidos de América) solamente se reconocen dos cuevas de maternidad (*i. e.* donde se han encontrado hembras preñadas o con crías) ubicadas en la parte norte de su distribución; una en el estado de Nuevo León, México y la otra en el estado de Texas, Estados Unidos (Easterla 1972; Medellín 1994). Además hay evidencia que sugiere que las hembras preñadas migran al norte cada primavera siguiendo los eventos de floración de plantas del género *Agave* (Moreno-Valdez *et al.* 2000). Lo anterior hace resaltar la importancia de proteger refugios y el hábitat de estas especies de filostómidos en riesgo de extinción, particularmente en los estados de Coahuila y Nuevo León.

A pesar de que los quirópteros se distinguen como uno de los grupos de mamíferos más amenazados en el mundo y en nuestro país, pocas publicaciones hablan de los esfuerzos de conservación para favorecer a las especies de murciélagos cavernícolas en riesgo. Ejemplos concretos son las acciones realizadas por el Programa de Conservación de Murciélagos de México (PCMM) en cuevas de los estados de Morelos y Campeche (López-Segurajuregui *et al.* 2006; Vargas-Contreras *et al.* 2012). Particularmente para el noreste de México, destacan los esfuerzos desarrollados por Arnulfo Moreno Valdez en el monitoreo, educación y conservación de los murciélagos cavernícolas de esta región (Tuttle y Moreno 2005), así como los esfuerzos para la

protección como Santuario Natural a la Cueva de la Boca, Nuevo León, por parte de Pronatura Noreste (Pronatura Noreste 2006).

Una de las limitantes para definir acciones de conservación es la escasa disponibilidad de información sobre la biología y ecología de las especies en riesgo. En el caso de los murciélagos nectarívoros *L. nivalis* y *C. mexicana*, su sobrevivencia depende de la disponibilidad de alimento (*i. e.* principalmente néctar de flores para ambas especies), y de sitios de refugio (*i. e.* cuevas) que reúnen las características requeridas por cada especie. Además del conocimiento ecológico, la adecuada implementación de estrategias de conservación requiere considerar el componente social e incluir a las comunidades locales (Brosius et al. 1998). La educación ambiental puede ser un elemento clave para fortalecer la comunicación entre las partes locales interesadas con profesionales de conservación y permitir que se aplique la información científica en acciones de conservación (Bizerril et al. 2011; Vargas-Contreras et al. 2012).

Los programas de posgrado diseñados para integrar perspectivas sociales y biológicas pueden servir de catalizadores al reforzar redes de actores claves requeridas para acciones de conservación (Packard y Schmidly 1991; Fitzgerald y Stronza 2009). En este artículo, describimos un caso de estudio en el que las alianzas entre una organización no gubernamental local y científicos académicos (estudiantes de licenciatura y posgrado) reforzaron la participación de comunidades locales en la protección de cuevas usadas por murciélagos en riesgo.

Con la intención de contribuir a la generación de información ecológica de murciélagos nectarívoros amenazados, a partir del 2012 se iniciaron actividades de monitoreo para identificar sitios prioritarios para su conservación en los estados de Coahuila y Nuevo León (EPGR y TEL datos no publicados). Posteriormente, en 2013 se realizaron actividades de educación ambiental y talleres participativos con las comunidades que residen en la cercanía a las cuevas identificadas como refugio de *L. nivalis* y/o *C. mexicana*, con el fin de informarlas sobre la importancia del rol ecológico de estos mamíferos e involucrarlas en acciones de conservación (CJ y JMP datos no publicados; ESHAC-CONANP 2013). Los objetivos del presente artículo son: 1) documentar los refugios identificados para *L. nivalis* y *C. mexicana*, 2) diseñar estrategias sociales que vinculen a actores clave (comunidades locales, científicos, educadores, organizaciones no gubernamentales, entidades gubernamentales), resultando en una red de conservación, y 3) proponer estrategias para reforzar los vínculos entre los actores clave de la red de conservación de murciélagos de manera que se mantenga a largo plazo.

Métodos

Para documentar cuevas usadas por *L. nivalis* y *C. mexicana* en Coahuila y Nuevo León, combinamos la búsqueda de refugios conocidos para ambas especies en la literatura disponible (Baker 1956; Easterla y Baccus 1973; Wilson et al. 1985; Arroyo-Cabrales et al. 1987; Arita y Humphrey 1988; Hensley y Wilkins 1988; Moreno-Valdez 1996; Jiménez-Guzmán et al. 1999; Moreno-Valdez et al. 2000; Contreras-Balderas et al. 2007) y trabajo de campo para identificar sitios no documentados previamente, el cuál consistió en contactar a comunidades locales en zonas previamente identificadas como hábitat potencial (EPGR y TEL datos no publicados) y obtener información sobre cuevas mediante entrevistas, a manera de diálogo semi-estructurado con informantes clave (residentes de la comunidad con conocimiento de cuevas en la zona; Geilfus 2002). Visitamos las cuevas identificadas entre los meses de mayo y agosto del 2012 y 2013, en al menos dos ocasiones cada año. En cada visita se colocaron redes de niebla cerca de la entrada a las cuevas para capturar murciélagos y documentar las especies que utilizan el sitio. Finalmente, consolidamos un listado de especies de murciélagos reportados para cada cueva en la literatura y como resultado de nuestros muestreos.

Posteriormente, implementamos estrategias de conservación basadas en la comunidad con las poblaciones ubicadas en la cercanía de las cuevas identificadas a través de talleres participativos. Además aplicamos encuestas cerradas para obtener indicadores del conocimiento y percepción de los murciélagos por parte de los miembros de las comunidades. Las preguntas de las encuestas desarrolladas buscaron identificar aspectos sobre el conocimiento previo de los participantes sobre qué son los murciélagos y cuál es su función, asimismo cuál es la percepción social sobre este grupo de mamíferos. Finalmente, se indagó sobre eventos previos de capacitación y sensibilización sobre murciélagos.

Resultados

Los refugios identificados corresponden a un total de seis cuevas que se ubican dentro de tres áreas naturales protegidas a nivel nacional (en Nuevo León, el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, y en Coahuila, el Área de Protección de los Recursos Naturales CADNR004 Cuenca Don Martín y el Área de Protección de los Recursos Naturales CADNR026 Sierra de Arteaga; Figura 1). Estos refugios, albergan poblaciones de por lo menos 12 especies de murciélagos, de las cuales solo dos especies (*L. nivalis* y *C. mexicana*) están consideradas en riesgo (Tabla 1).

Al hablar de la riqueza de murciélagos para cada refugio, las cuevas El Infierno y Rosillo 1 resultaron ser las más diversas con un total de nueve y siete especies, respectivamente. En contraparte, la menor riqueza fue observada para la Cueva del Guano en Rayones, Nuevo León, con solo una especie, *C. mexicana*; sin embargo en esta cueva se observó la mayor abundancia de

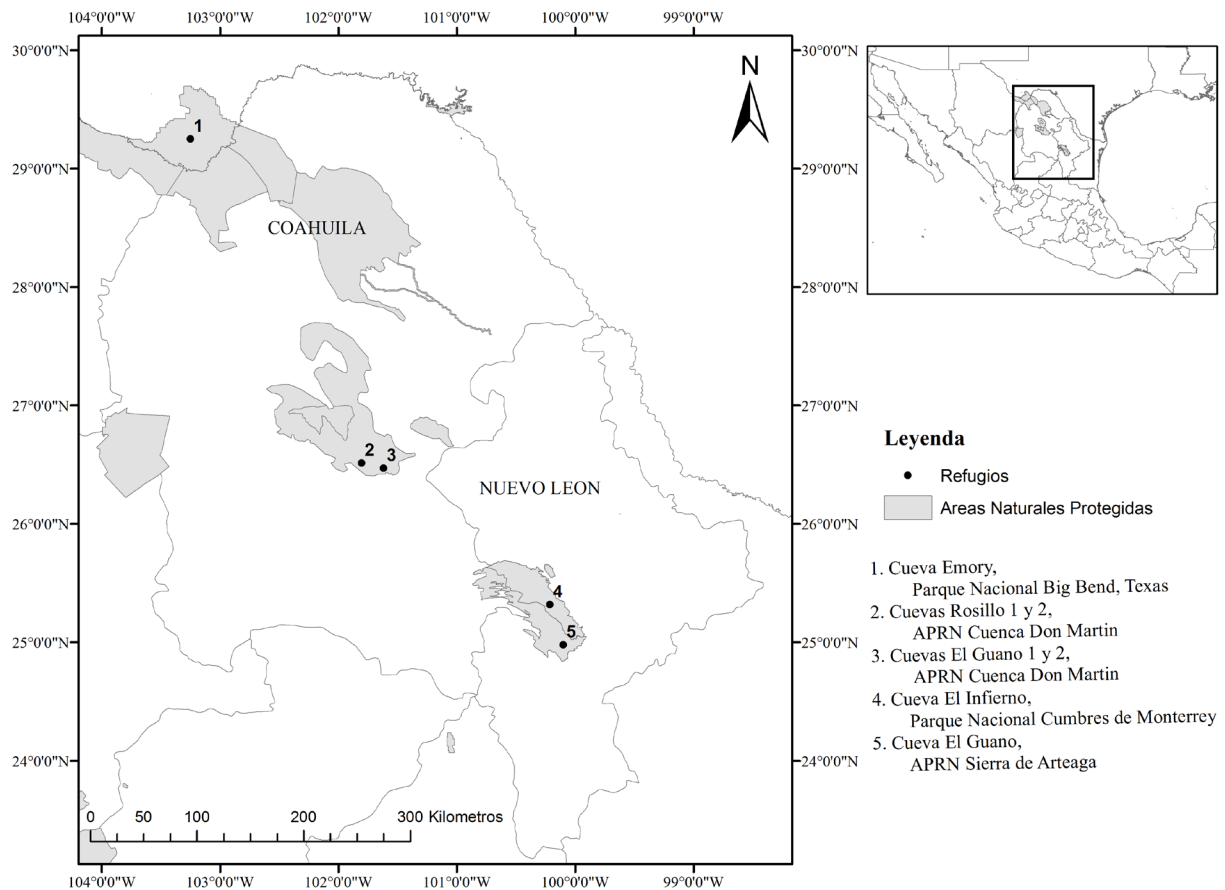


Figura 1. Ubicación de los refugios identificados para *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana*

esta especie amenazada (siete individuos). De acuerdo con Arita (1993), el 80 % de las 215 cuevas incluidas en su estudio cuentan con una baja riqueza de especies de murciélagos (tres o menos) mientras que solo el 10 % sirve de refugio para seis especies o más, y concluye que un adecuado plan de conservación de cuevas de murciélagos no debe basarse solamente en el criterio de riqueza pues muy pocas de las especies vulnerables se refugian en cuevas con alta diversidad taxonómica. En el caso de las cuevas más diversas (El Infierno y Rosillo 1), combinan tanto una alta riqueza específica con la presencia de especies vulnerables. La diversidad relativamente alta encontrada en estas dos cuevas puede deberse a que son los refugios de mayor tamaño dentro de los sitios estudiados; Rosillo 1 mide cerca de un kilómetro de profundidad horizontal con techos de hasta 40.0 m, mientras que El Infierno es una cueva vertical que mide 80 m de profundidad, con una entrada de 43.0 m de largo por 20.5 m de ancho. Finalmente, la especie mejor representada dentro de este grupo de cuevas fue *C. mexicana*, especie común pero con abundancias bajas.

Hasta la fecha, solo en dos de los seis refugios mencionados se ha registrado al murciélago magueyero mayor (*L. nivalis*), en la cueva El Infierno y la cueva El Rosillo 1. La cueva El Infierno ha sido reportada como una de las dos cuevas de maternidad conocidas para esta especie, por lo que es un refugio prioritario (Moreno-Valdez et al. 2004; Ammerman et al. 2009). En la cueva El Rosillo 1, se ha registrado la presencia de hembras de *L. nivalis*, lo que sugiere que este refugio pudiera fungir como otro sitio de maternidad para la especie dentro de su ámbito de distribución. Por otra parte, la cueva El Rosillo 1 es utilizada como refugio por poblaciones del murciélago migratorio e. g. *Tadarida brasiliensis*.

Las estrategias de conservación basada en la comunidad que implementamos se describen en la siguiente sección, en cuatro fases: información, comunicación, educación, y capacitación. En suma se ha trabajado con 52 comunidades con un total de 574 participantes en los talleres de educación ambiental. Como parte de los talleres, realizamos encuestas a los participantes encuestas a los participantes para obtener indicadores de las diferencias en el conocimiento de murciélagos previo y posterior al taller, así como diferencia en la percepción hacia los murciélagos y documentar el interés en conocer más sobre estos mamíferos. Los resultados de las encuestas previas al taller indican que más del 60 % de los encuestados, respondieron no saber a qué grupo pertenecen los murciélagos (considerándolos principalmente como ratones con alas). Por su parte, el 80 % de los encuestados, respondió no conocer las funciones ecológicas de los murciélagos y un 71 %, consideraron que los murciélagos son animales que generan miedo. Esto denota el grado de desconocimiento de la población de estudio hacia este grupo de mamíferos.

Red de Conservación de Murciélagos. La integración de aspectos ecológicos y sociales es fundamental en la implementación de cualquier estrategia de conservación (Mascia et al. 2003; Knight et al. 2010; Ardoin y Heimlich 2013). Diversos trabajos argumentan que las estrategias sociales que se enfocan en promover la conexión de las personas con la naturaleza, construir conocimiento y promover el cuidado del ambiente, pueden y deben jugar un papel central en los programas de conservación (Jacobson y McDuff 1998; Mascia et al. 2003). A su vez, se ha descrito un continuo de estrategias sociales necesarias para la conservación (Ardoin y Heimlich 2013). A continuación describimos dichas estrategias presentándolas a manera de fases en el desarrollo de una red de conservación de murciélagos, la cual vincula a comunidades locales con científicos, educadores, y entidades gubernamentales.

Fase 1 Información: Esta fase se refiere a la información ecológica que poseen tanto las comunidades locales como los científicos. La apropiada difusión de dicha información conlleva a aumentar el entendimiento de las especies en riesgo y su hábitat, y así se concientiza a la sociedad sobre su entorno ambiental. En la primera sección de este artículo presentamos la información sobre los refugios que se identificaron para las especies de murciélagos en riesgo en el área de estudio. Esto fue resultado de análisis de hábitat y muestreos de campo llevados a cabo por

Tabla 1. Listado de especies de murciélagos encontradas en los refugios estudiados. Arreglo taxonómico según Simmons (2005).

	Categoría de riesgo según NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de riesgo según la IUCN	Cueva El Infierno, La Camotera, Nuevo León	Cueva del Guano 1, Cuatro Ciénegas, Coahuila	Cueva del Guano 2, Cuatro Ciénegas, Coahuila	Cueva El Rosillo 1, Cuatro Ciénegas, Coahuila	Cueva El Rosillo 2, Cuatro Ciénegas, Coahuila	Cueva del Guano, Rayones, Nuevo León
Familia Phyllostomidae								
<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT	X	X	X	X	X	X
<i>Leptonycteris nivalis</i>	A	EN	X			X		
Familia Vespertilionidae								
<i>Corynorhinus townsendii</i>		LC		X	X	X	X	
<i>Eptesicus fuscus</i>		LC				X		
<i>Lasiurus cinereus</i>		LC	X					
<i>Myotis auriculus</i>		LC	X					
<i>Myotis californicus</i>		LC	X					
<i>Myotis thysanodes</i>		LC	X			X	X	
<i>Myotis yumanensis</i>		LC	X					
<i>Pipistrellus hesperus</i>		LC	X					
<i>Antrozous pallidus</i>		LC	X			X		
Familia Molossidae								
<i>Tadarida brasiliensis</i>		LC				X		
Total de especies			9	2	2	7	3	1

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

científicos académicos y de información proporcionada por residentes locales sobre ubicación de cuevas potenciales. Particularmente, esta información recopilada, se obtuvo mediante diálogos semi-estructurados (Geilfus 2002), y posteriormente el recorrido hacia las áreas con guías locales.

Fase 2 Comunicación: La fase de comunicación implica establecer un diálogo entre las audiencias clave del programa de conservación. A través del desarrollo de proyectos en los que se benefician las comunidades, las organizaciones no gubernamentales (ONG) locales desarrollan un vínculo con los residentes locales. De esta manera, las ONG funcionan como facilitadoras en el establecimiento del diálogo entre los diferentes actores clave en la red de conservación.

La organización no gubernamental Especies, Sociedad y Hábitat, A. C. (ESHAC) ha venido trabajando con las comunidades de Coahuila y Nuevo León desde 2011 en diversos proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales. ESHAC facilitó el contacto de los investigadores académicos con las comunidades para obtener información sobre ubicación de cuevas y sitios potenciales de forrajeo (*i. e.* zonas con agaves paniculados en floración). Asimismo, la información resultante de los muestreos de murciélagos y su hábitat, regresó a la comunidad a través de talleres coordinados por ESHAC (descritos en la fase 3 y 4).

Fase 3 Educación: La fase de educación se refiere a promover conocimientos que motiven a actuar en beneficio a la conservación. Primeramente investigadores académicos desarrollaron un estudio piloto de educación ambiental en donde se evaluó la pertinencia de actividades y materiales educativos de diversas características comunicativas (videos, manualidades, obras de

teatro). Considerando como parámetros de evaluación: 1) con qué eficacia los materiales existentes de conservación de murciélagos abordan los conocimientos y habilidades consideradas esenciales por los educadores, 2) cuál de las estrategias interactivas es más asequible: videos, manualidades, u obras y, 3) el nivel de participación de los estudiantes dentro de cada actividad. Como primer paso para recopilar los materiales se contactó una red de organizaciones con conocimientos sobre educación ambiental, empezando con actores clave de Bat Conservation International (BCI), siguiendo con otros recomendados por efecto domino (e. g. Bat World Sanctuary, Organization for Bat Conservation, Texas Parks and Wildlife, el Programa para la Conservación de Murciélagos de México, etc.). Posteriormente, se estructuró un taller educativo con el siguiente formato: (1) la presentación de material videográfico, (2) el desarrollo de manualidades, y (3) la presentación de obras de teatro y cuentos. Los resultados de este estudio piloto, obtenidos por medio de cuestionarios y observaciones realizadas por el educador, muestran que los estudiantes retuvieron los conocimientos presentados dentro del formato de este taller, y las actividades que tuvieron mayor participación fueron los videos y manualidades. Al utilizar diversos métodos de enseñanza interactivos se incrementa la retención y recolección de información, y facilita la transmisión de conocimientos hacia los estudiantes, ya que participan no solo mentalmente, sino también físicamente en el proceso (Haury y Rillero 1994; Johnson *et al.* 1997).

Finalmente, estos materiales fueron compartidos con la organización no gubernamental ESHAC, la cual llevó a cabo talleres de educación ambiental dirigidos a niños de 6 a 12 años. Además ESHAC trabajó directamente con personal del Consejo Nacional para el Fomento Educativo (CONAFE) en el estado de Nuevo León, para iniciar una red de educadores locales, la cual inicialmente incluye un poco más de 45 comunidades rurales dentro del rango de distribución de los murciélagos nectarívoros *C. mexicana* y *L. nivalis*. Por otra parte, el proyecto de conservación de las especies de murciélagos y sus refugios fue socializado con los pobladores locales a través del desarrollo de talleres de información donde se habló de la importancia, el rol ecológico y aspectos de conservación de los murciélagos en riesgo.

Fase 4 Capacitación: La fase de capacitación conlleva formar capacidades de la sociedad civil para apoyar y trabajar en beneficio de la conservación. Como parte de esta estrategia social, ESHAC coordinó reuniones con residentes de las comunidades locales para conformar comités de vigilancia certificados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). El rol de los comités de vigilancia es procurar la protección de los refugios de murciélagos amenazados. Adicionalmente, considerando el marco de estos comités comunitarios formalizados, se pretende como siguiente paso fortalecer las capacidades comunitarias en el desarrollo de acciones concretas de caracterización y monitoreo de hábitat (e. g. documentar el estado fenológico de agaves), además de documentar la presencia de murciélagos nectarívoros utilizando métodos que no requieran su captura (e. g. uso de trampas-cámaras e inventarios con detectores acústicos). Al involucrar a las comunidades locales en el monitoreo se refuerza el conocimiento ecológico local y se enriquece el conocimiento científico con lo que se favorece una mejor planificación de los esfuerzos de conservación.

La implementación de estas cuatro fases tiene como resultado la vinculación de comunidades locales con científicos, educadores y entidades gubernamentales, lo que conforma una red de conservación de murciélagos. En la figura 2 presentamos un modelo que resume los componentes de la red de conservación. El modelo se basa en un enfoque multidisciplinario mencionado en diversas publicaciones sobre biología de la conservación (Meffe *et al.* 2006; Primack 2010). Los actores participantes se representan en diferentes círculos. En la parte superior colocamos a los organismos que son fuentes de financiamiento para las actividades de conservación. Esto es un aspecto fundamental para que tanto la academia como las organizaciones no gubernamentales

(ONG) desarrollen acciones de educación, conservación e investigación y este sea utilizado como parte de programas de conservación colaborando con comunidades locales. El siguiente grupo de actores es la academia, en donde consideramos a las universidades y centros de investigación como generadores del conocimiento científico de diversas disciplinas, desde biológico (Ecología, Botánica, Zoología, Genética, Evolución, etc.) hasta social (Antropología, Economía, Psicología, Pedagogía, etc.). Los académicos pueden interactuar directamente con las comunidades locales, a quienes se contacta para acceder al conocimiento ecológico local (e. g. preguntar sobre ubicación de cuevas con murciélagos, y de zonas con presencia de magueyes como recurso de forrajeo para los murciélagos nectarívoros). Asimismo, los académicos pueden interactuar con las ONG locales quienes, por lo general, tienen una relación más cercana con las comunidades. Las ONG funcionan como facilitadores y coordinadores de las actividades de conservación (e. g. capacitación de miembros de la comunidad para realizar monitoreo biológico, coordinar talleres de educación ambiental y sobre uso sustentable de los recursos naturales). Finalmente las comunidades se benefician de los proyectos de conservación al recibir capacitación sobre el manejo sustentable de los recursos naturales en sus terrenos que les permitirá garantizar el mantenimiento de dichos recursos para el futuro de su comunidad.

Estrategias para reforzar los vínculos de la red de conservación de murciélagos. La red de conservación que describimos se mantiene a través de los vínculos entre los diversos actores clave, en donde el conocimiento ecológico de las especies proviene tanto de los científicos como de las comunidades locales. Este conocimiento se comparte entre los actores a través de vínculos y una estrategia para reforzarlos es procurar la comunicación bidireccional. Es decir, al implementar estrategias que involucran a las comunidades en el monitoreo de las especies amenazadas y su hábitat, los científicos obtienen datos de manera continua y con mayor

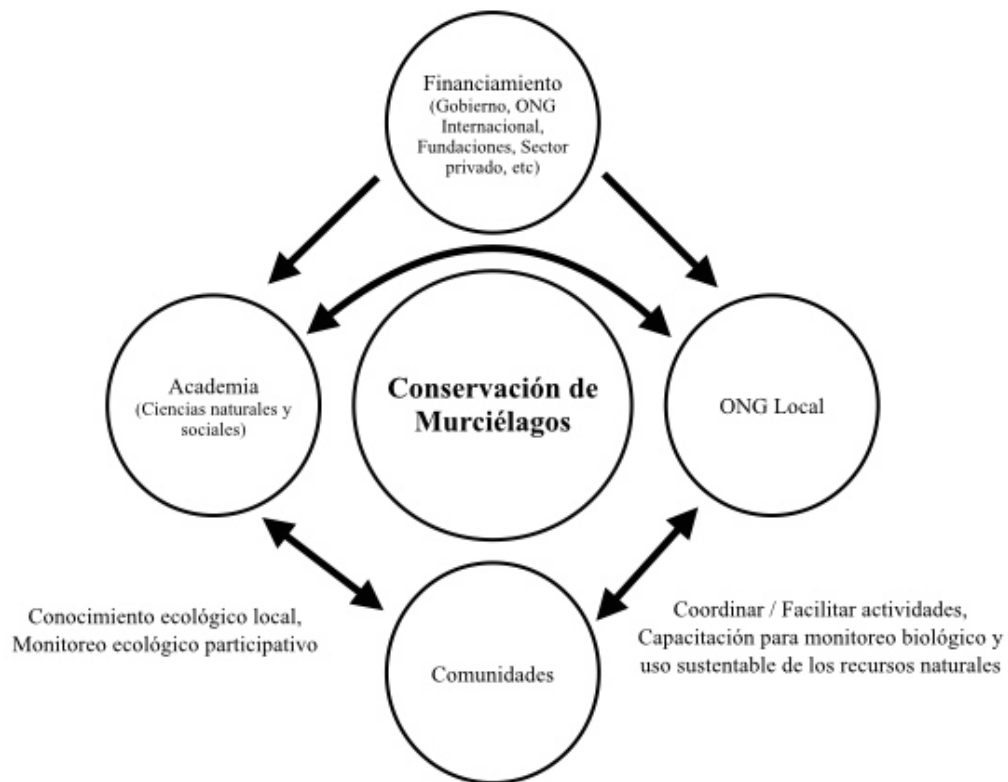


Figura 2 . Modelo representando la red de conservación de murciélagos.

frecuencia de lo habitual dadas las restricciones logísticas de trasladarse a los sitios de monitoreo. La obtención de estos datos permite analizar e identificar tendencias de cambio que afectan a las especies de interés. A su vez, las conclusiones a las que lleguen los científicos con los datos recabados por los residentes locales deben regresar a la comunidad para motivarlos a continuar participando en el monitoreo. Las ONG llevan a cabo un papel muy importante al tener mayor cercanía con las comunidades y ser gestores que refuerzan los vínculos entre los académicos y las comunidades. Finalmente, el recabar datos que documentan el éxito de las acciones de conservación puede favorecer a que las instituciones financiadoras continúen invirtiendo en estos proyectos. De esta forma, el involucramiento social puede repercutir de manera positiva en las actividades de monitoreo y conservación de las especies y su *hábitat*.

Conclusiones

Los esfuerzos de conservación que presentamos en este documento se fundamentan en aspectos ecológicos de las especies de murciélagos amenazadas para los estados de Coahuila y Nuevo León al identificar refugios y sitios de forrajeo prioritarios. Además, se consideran aspectos sociales que involucran a las comunidades que tienen influencia directa en el hábitat de estos murciélagos. La red de conservación que describimos, identificando a los actores clave y sus vínculos, es un modelo que puede ser transferible a otras áreas y otras especies de interés a conservar. Por otra parte, dada la carencia de ejercicios similares al contexto ecológico y social al presente estudio, sugerimos considerar éste modelo como un ejercicio de planificación para la conservación de estas especies y puede ser tomado como una línea base que permita evaluar el éxito del mismo en el mediano y largo plazo. La adecuada planificación de estrategias de conservación que integren aspectos ecológicos y sociales puede resultar en beneficios para las especies en riesgo y las comunidades humanas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a C. B. Ramos Silva, O. G. Paz Tovar, C. Ibarra Sánchez, y R. Saker por su apoyo en el desarrollo de las actividades de campo. A M. Petriello por su apoyo en el desarrollo del estudio piloto de educación ambiental. A M. Sánchez Vilchis de la Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por su apoyo en el desarrollo del proyecto PROCER. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de posgrado otorgada a EPGR (Reg. 215206). A Texas A&M College of Agriculture and Life Sciences y Texas A&M Department of Performance Studies (Theatre Arts) por el financiamiento otorgado a CJ. El desarrollo de las acciones de inventario de sitios, educación ambiental e involucramiento comunitario fue gracias al financiamiento de Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund, Bat Conservation International, National Park Service, Cleveland Metroparks Zoo, Cleveland Zoological Society, American Society of Mammalogists, Global Biodiversity Information Facility, Texas A&M Applied Biodiversity Science Program y CONANP proyecto PROCER/DGOR/18/2013. R. D. Owen y tres revisores anónimos aportaron valiosos comentarios y sugerencias al manuscrito.

Resumen

Introducción: Los murciélagos nectarívoros cavernícolas enfrentan mayor riesgo de extinción comparado con otros murciélagos debido a sus hábitos alimenticios restringidos y la limitada disponibilidad de cuevas con las características requeridas por estas especies. Literatura reciente de biología de la conservación sugiere que las estrategias de conservación exitosas deben incluir fundamentos biológicos y sociales. Este artículo presenta las perspectivas biológicas y sociales consideradas para implementar esfuerzos de conservación de las especies amenazadas *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana* en los estados de Coahuila y Nuevo León. Nuestros objetivos fueron: 1) documentar las cuevas usadas por estas especies, 2) describir estrategias de conservación basadas en la comunidad que vinculan a actores clave

(comunidades locales, científicos, educadores, organizaciones no gubernamentales, entidades gubernamentales) resultando en una red de conservación, y 3) proponer estrategias para reforzar los vínculos entre los actores clave de la red de conservación de murciélagos de manera que se mantenga a largo plazo.

Métodos: Para documentar cuevas usadas por *L. nivalis* y *C. mexicana* en Coahuila y Nuevo León, combinamos la búsqueda de sitios conocidos como refugios en literatura disponible, y muestreos de campo para documentar sitios de refugio no reportados previo a este artículo. Implementamos las estrategias sociales con comunidades locales objetivo por medio de talleres y aplicamos encuestas para obtener indicadores del conocimiento y percepción de los murciélagos por parte de los miembros de las comunidades.

Resultados: Reportamos seis cuevas refugios de las especies nectarívoras y que en conjunto albergan un total de 12 especies de murciélagos (Tabla 1). Las estrategias de conservación basadas en la comunidad que implementamos se describen en cuatro fases: información, comunicación, educación, y capacitación. Participaron 574 residentes de 52 comunidades en la zona de estudio. Las encuestas indican que el 60 % de los participantes no tienen conocimiento de la biología de los murciélagos, el 80 % desconoce sus funciones ecológicas, y el 71 % menciona que son animales que generan miedo.

Conclusiones: Proponemos una red de conservación conformada por actores clave (comunidades locales, científicas, organizaciones no gubernamentales, entidades gubernamentales, e instituciones financiadoras) en donde los vínculos se refuerzan por medio de una comunicación bidireccional (Figura 2). El flujo de recursos e información a través de redes como la aquí propuesta facilita la integración de perspectivas sociales y biológicas esenciales para lograr acciones de conservación exitosas.

Palabras clave: educación ambiental, planeamiento para la conservación, conservación basada en la comunidad, *Leptonycteris nivalis*, *Choeronycteris mexicana*

Literatura citada

- AMMERMAN, L. K., M. McDONOUGH, N. I. HRISTOV, Y T. H. KUNZ. 2009. Census of the endangered Mexican long-nosed bat *Leptonycteris nivalis* in Texas, USA, using thermal imaging. *Endangered Species Research* 8:87- 92.
- ARDOIN, N. M., Y J. E. HEIMLICH. 2013. Views from the field: conservation educators' and practitioners' perceptions of education as a strategy for achieving conservation outcomes. *Journal of Environmental Education* 44:97-115.
- ARITA, H., Y S. R. HUMPHREY. 1988. Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Zoologica Mexicana* 29:1-60.
- ARITA, H. T. 1993. Conservation Biology of the Cave Bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.
- ARITA, H. T., Y K. SANTOS-DEL-PRADO. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy* 80:31-41.
- ARROYO-CABRALES, J., Y S. PEREZ. 2008. *Choeronycteris mexicana*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. www.iucnredlist.org. Fecha de acceso: 20 de Agosto de 2014.
- ARROYO-CABRALES, J., R. R. HOLLANDER, Y J. K. JONES. 1987. *Choeronycteris mexicana*. *Mammalian Species* 291:1-5.
- ARROYO-CABRALES, J., B. MILLER, F. REID, A. D. CUARÓN, Y P. C. GRAMMONT. 2008. *Leptonycteris nivalis*. Red List of Threatened Species Version 2014.3. www.iucnredlist.org. Fecha de acceso: 20 de Agosto de 2014.
- BAKER, R. H. 1956. Mammals of Coahuila, Mexico. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 9:125-335.
- BIZERRIL, M. X. A., C. CRUZ-SOARES, Y J. P. SANTOS. 2011. Linking community communication to conservation of the maned wolf in central Brazil. *Environmental Education Research* 17:815-827.
- BROSIUS, J. P., A. L. TSING, Y C. ZERNER. 1998. Representing communities: Histories and politics of community-based natural resource management. *Society & Natural Resources: An International Journal* 11: 157-168.
- CONTRERAS-BALDERAS, A. J., D. J. HAFNER, J. H. LOPEZ-SOTO, J. M. TORRES-AYALA, Y S. CONTRERAS-ARQUIETA. 2007. Mammals of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52:400-409.

- EASTERLA, D. A.** 1972. Status of *Leptonycteris nivalis* (Phyllostomatidae) in Big Bend National Park, Texas. The Southwestern Naturalist 17:287-292.
- EASTERLA, D. A., y J. BACCUS.** 1973. A Collection of Bats from the Fronteriza Mountains, Coahuila, Mexico. The Southwestern Naturalist 17:424-427.
- ESHAC-CONANP.** 2013. Protección y Manejo de Refugios para la Conservación de Murciélagos en Riesgo. Reporte final del proyecto PROCER/DGOR/18/2013. Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, Monterrey, Nuevo Leon, México. Disponible en jflores@eshaconservacion.org
- FITZGERALD, L. A., y A. L. STRONZA.** 2009. Applied Biodiversity Science: Bridging Ecology, Culture and Governance for Effective Conservation. Interciencia 34:563-570.
- GEILFUS, F.** 2002. Ochenta herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- HAURY, D. L., y P. RILLERO.** 1994. Perspectives of hands-on science teaching. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education. Columbus, EE.UU.
- HENSLEY, A. P., y K. T. WILKINS.** 1988. *Leptonycteris nivalis*. Mammalian Species 307:1-4.
- JACOBSON, S. K., y M. D. McDUFF.** 1998. Training idiot savants: The lack of human dimensions in conservation biology. Conservation Biology 12:263-267.
- JIMÉNEZ-GUZMÁN, A., M. A. ZUÑIGA-RAMOS, y J. A. NIÑO-RAMÍREZ.** 1999. Mamíferos de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
- JOHNSON, D. M., G. W. WARDLOW, y T. D. FRANKLIN.** 1997. Hands-On activities versus worksheets in reinforcing physical science principles: Effects on student achievement and attitude. Journal of Agricultural Education 38:9-17.
- KNIGHT, A. T., R. M. COWLING, M. DIFFORD, y B. M. CAMPBELL.** 2010. Mapping Human and Social Dimensions of Conservation Opportunity for the Scheduling of Conservation Action on Private Land. Conservation Biology 24:1348-1358.
- LOPEZ-SEGURAJAUREGUI, G., K. TOLEDO-GUTIERREZ, y R. A. MEDELLIN.** 2006. Cueva del Diablo: a Bat cave in Tepoztlan. Association for Mexican Cave Studies Bulletin 19:264-270.
- MASCIA, M. B., J. P. BROSIUS, T. A. DOBSON, B. C. FORBES, L. HOROWITZ, M. A. MCKEAN, y N. J. TURNER.** 2003. Conservation and the social sciences. Conservation Biology 17:649-650.
- MEDELLIN, R. A.** 1994. Mexican Long-Nosed Bat (*Leptonycteris nivalis*) Recovery Plan. United States Fish and Wildlife Service. Albuquerque, EE.UU.
- MEDELLIN, R. A., H. T. ARITA, y O. H. SANCHEZ.** 2008. Identificación de los Murciélagos de México, clave de campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad de México, México.
- MEFFE, G. K., C. R. CARROL, y M. J. GROOM.** 2006. What is conservation biology? Pp. 3-25 en Principles of conservation biology, tercera edición (Groom, M. J., G. K. Meffe, y C. R. Carroll, editores). Sinauer Associates. Sunderland, EE.UU.
- MICKLEBURGH, S. P., A. M. HUTSON, y P. A. RACEY.** 2002. A review of the global conservation status of bats. Oryx 36:18-34.
- MORENO-VALDEZ, A.** 1996. Los Murciélagos de Nuevo León. Grupo IMSA & Bat Conservation International. Monterrey, México.
- MORENO-VALDEZ, A., W. E. GRANT, y 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, y 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.
- PRONATURA NORESTE.** 2006. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida "Santuario Cueva De La Boca", Villa de Santiago, Nuevo León. Monterrey, Nuevo Leon. Disponible en www.conanp.gob.mx/anp/consulta/Cueva.pdf, fecha de acceso: 15 de Octubre de 2014.
- PACKARD, J. M., y D. J. SCHMIDLY.** 1991. Graduate training integrating conservation and sustainable development: a role for mammalogists at North American universities. Pp. 392-415 en Latin American

- Mammalogy: Topics in History, Biodiversity and Conservation (Mares, M. A., y D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press. Norman, EE.UU.
- PRIMACK, R. B.** 2010. Essentials of Conservation Biology. 5th Edition edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, EE.UU.
- SEMARNAT.** 2010. 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. Diario Oficial. Ciudad de México, México.
- SIMMONS, N. B.** 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529 en Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference, tercera edición (Wilson D. E., y Reeder, D. M., eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- TUTTLE, M. D., y A. MORENO.** 2005. Los murciélagos cavernícolas del norte de México. Su importancia y problemas de conservación. Bat Conservation International, Inc. Austin, EE.UU.
- VARGAS-CONTRERAS, J. A., G. ESCALONA-SEGURA, J. ARROYO-CABRALES, J. RENDON-VONOSTEN, y L. NAVARRO.** 2012. Conservación de murciélagos en Campeche. *Therya* 3:53-66.
- WILSON, D. E., R. A. MEDELLÍN, D. V. LANNING, y H. T. ARITA.** 1985. Los murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zoológica Mexicana* 8:1-26.

Summited: September 27, 2014

Review: November 18, 2014

Accepted: January 15, 2015

Associated editor: Robert Owen

Apéndice I

Preguntas que conformaron las encuestas cerradas para obtener indicadores del conocimiento y percepción de los murciélagos por parte de los miembros de las comunidades.

1. ¿Qué son los murciélagos?

Respuestas

- a). Mamíferos voladores
- b). No sé
- c). Ratones voladores
- d). Otro: ¿Cuál?

2. ¿Conoces la función de los murciélagos?

Si

- a): Control de plagas
- b). Polinizadores
- c). Se alimentan de sangre
- d). Son depredadores
- e). Otra: ¿Cuál?

No

3. ¿Qué te provocan los murciélagos?

- a). Indiferencia
- b). Interés
- c). Miedo
- d). Repulsión
- e). No determinado

4. ¿Ha recibido alguna plática o capacitación a cerca de los murciélagos?

a) Si.

¿Cuándo?

¿Quién la impartió?

b) No.

5. ¿Te interesaría conocer más sobre ellos?

- a) Si.
- b) No.