



## Primer registro y ampliación en la distribución del murciélago *Perimyotis subflavus* en el estado de Hidalgo y sus implicaciones en la conservación

### *First record and extension of the distribution of the bat *Perimyotis subflavus* for the state of Hidalgo and its conservation implications*

Sara Melissa Pacheco<sup>1\*</sup> y Jesús Pacheco<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Durante julio de 2018, registramos la presencia de una hembra del murciélago *Perimyotis subflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en la localidad de Pueblo Nuevo, San Bartolo Tutotepec, Hidalgo (20°25'13.7" N, -98°14'22.72" O), en un remanente de bosque mesófilo de montaña, a una altitud de 1,900 msnm. Dentro de los aspectos más relevantes reportados en este artículo al respecto de *P. subflavus* es que representa el primer y único registro hasta el momento en el estado de Hidalgo, con lo que se incrementa la riqueza a 59 especies de murciélagos en dicha entidad. Además, este registro también representa: I) el primer reporte de *P. subflavus* en un bosque mesófilo de montaña, II) incrementa su área de distribución a 147 km del registro más cercano, del estado de Veracruz y III) es uno de los registros de mayor altitud para esta especie, en México, a 1,900 msnm.

**Palabras clave:** bosque mesófilo de montaña, Hidalgo, murciélago *Perimyotis subflavus*.

#### ABSTRACT

During July 2018, we recorded the presence of a female of the bat *Perimyotis subflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in the locality of Pueblo Nuevo, San Bartolo Tutotepec, Hidalgo (20°25'13.7" N, -98°14'22.72" W), in a remnant of mountain mesophyll forest, at an altitude of 1,900 masl. Among the most relevant aspects reported in this article regarding *P. subflavus* is that it represents the first and only record so far in the state of Hidalgo, increasing the species richness to 59 species of bats in that state. In addition, this record also represents: I) the first report of *P. subflavus* in a mountain mesophyll forest, II) increases its range to 147 km from the nearest record, from the state of Veracruz, and III) is one of the highest altitude records for this species in Mexico, at 1,900 masl.

**Key words:** bats, Hidalgo, mountain cloud forest, *Perimyotis subflavus*.

El bosque mesófilo de montaña (en adelante BMM), también conocido como "bosque de niebla" en México, es un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y vegetación templada y con características muy par-

### *Primer registro de *Perimyotis subflavus* en un bosque mesófilo de montaña en Hidalgo*

<sup>1</sup> Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal, 70-399, 04510 México, C.D.M.X., México

<sup>2</sup> Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-275, México, Ciudad de México, 04510, México.

\*Autor de correspondencia: smpacheco04@gmail.com

ticulares (Meave *et al.*, 1992, Challenger, 1998; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). A nivel mundial, el BMM ocupa una superficie de 0.26% (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014) mientras que en México representa cerca del 1% del territorio nacional (González-Espinosa *et al.*, 2012). Geográficamente consiste en una franja angosta continua en el SE de San Luis Potosí hasta Veracruz, N y NE de Oaxaca, aunque también se encuentra en un área aislada en el SW de Tamaulipas, así como algunos enclaves menores en el centro-norte del mismo estado y en el E de Nuevo León, y parches en Chiapas, y continua en la Sierra Madre Occidental hasta la Sierra Madre del Sur y en el Eje Neovolcánico Transversal (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014). Estos bosques se consideran como unos de los ecosistemas más vulnerables y amenazados en México (González-Espinosa, 2011; Jiménez-García y Peterson, 2019). Se estima que, en México, más del 50% de su cobertura original ha desaparecido (Challenger, 1998; Figueroa-Cervantes, 2012), y el resto que aún permanece registra una creciente presión por diversas actividades antrópicas (López-Mata *et al.*, 2011). Entre las principales amenazas que presenta este ecosistema destacan la tala constante a pequeña escala en los remanentes del bosque primario, la ganadería extensiva y, en menor medida, el crecimiento urbano (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014). Sin embargo, otra amenaza como el cambio climático global también puede plantear un problema grande para este ecosistema (Correa-Ayram *et al.*, 2017; Gasner *et al.*, 2010; Rehm y Feeley, 2015; Rojas-Soto *et al.* 2012; Stil *et al.* 1999; Jiménez-García y Peterson, 2019). Todos estos impactos reducen severamente la diversidad biológica y la calidad de los servicios ecosistémicos que proporciona el BMM (Álvarez-Artega *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2009; Ponce-Reyes *et al.*, 2013; Rehm y Feeley, 2015; Toledo-Aceves *et al.*, 2014; Jiménez-García y Peterson, 2019).

En el estado de Hidalgo, el BMM ocupa una superficie de 21,642 ha, en un gradiente altitudinal que va desde los 1,000 a 2,000 msnm (Ortega y Castillo, 1996; Luna-Vega *et al.*, 2000; Martínez-Morales, 2001). En el área de estudio del municipio de San Bartolo Tutotepec, estos bosques se encuentran fragmentados y degradados, tanto la matriz remanente de estos bosques, como las áreas de cultivo y vegetación secundaria se encuentran interconectados, por lo que los po-

cos remanentes relativamente bien conservados que persisten registran una gran presión, lo que amenaza su permanencia a corto y mediano plazo (CONABIO, 2010).

Gual-Díaz y Rendón-Correa (2014) mencionan que los BMM albergan cerca del 65% de las especies de carnívoros, murciélagos, marsupiales y musarañas que habitan en el país. Dicho esto, es importante resaltar que la comunidad de murciélagos de este tipo de vegetación es escasamente conocida, a pesar del gran porcentaje de especies que utilizan los recursos que proporcionan, ya sea de refugio y/o alimento (Cerecedo *et al.*, 2016).

*Perimyotis subflavus* (F. Cuvier, 1832), anteriormente conocido como *Pipistrellus subflavus*, es una especie de murciélago insectívoro que pertenece a la familia Vespertilionidae. Se distribuye desde el centro de Canadá y Estados Unidos hasta Guatemala y Honduras (Ceballos, 2014). En México su distribución comprende la parte sur de Tamaulipas, continua hacia el sur a lo largo de una franja desde el noroeste de Puebla y toda la llanura costera del Golfo, así como Campeche y la Península de Yucatán (Ceballos, 2014). Esta especie de murciélago tiene preferencia por ambientes cercanos a cuerpos de agua (Davis y Mumford, 1962), en donde sus refugios pueden ser oquedades en los árboles o grietas entre rocas, aunque también puede refugiarse en viviendas o casas abandonadas (Adams *et al.*, 2018). Durante el verano es común encontrar individuos alimentándose y descansando en hábitats ribereños que bordean ríos y arroyos (Humphrey, 1975; Humphrey *et al.*, 1976). En Estados Unidos (EUA), es una especie que hiberna obligatoriamente en grupos reducidos de individuos que comparten el mismo refugio (Brack *et al.*, 2004). En las regiones más al norte de su distribución, los registros de hibernación en EUA se limitan a cuevas o estructuras construidas por el hombre, como presas hidroeléctricas e incluso graneros (Briggler y Prather, 2003; Broders *et al.*, 2001; Kurta y Teramino, 1994; Quinn y Broders, 2007).

*Perimyotis subflavus* se considera una especie migratoria, por lo que se dispersa a grandes distancias de sus sitios de hibernación hacia zonas más templadas, y puede dispersarse a una distancia aproximada de 100 km del área de descanso de verano (Griffin, 1940; Vincent y Whitaker, 2007). En México, hasta la publicación de este artículo no se han reportado registros sobre la hibernación de

esta especie. En Estados Unidos era considerada una especie abundante, relativamente común y ampliamente distribuida (Ceballos y Oliva, 2005), sin embargo, actualmente se encuentra propensa a contagiarse del llamado “Síndrome de nariz blanca”, una enfermedad asociada a los murciélagos que hibernan, causada por el hongo *Pseudogymnoascus destructans*, lo que pone en peligro sus poblaciones (Sánchez-Cordero, et al. 2019). Por lo general, *P. subflavus* se encuentra solitario durante la hibernación, aunque se ha observado formando grupos de dos a cuatro individuos de la misma especie (Briggler y Pather, 2003; Vincent y Whitaker, 2007), tener este hábito de reposo puede ayudar a retrasar la transmisión del síndrome, manteniendo tasas bajas de mortalidad a comparación de *Myotis lucifugus*, especie con las que a menudo los individuos de *P. subflavus* llegan a posar (Folk, 1940; Fenton, 1970; Vanderwolf et al., 2015).

A lo largo de toda su distribución, esta especie de murciélago se ve expuesto a diferentes rangos de temperatura dentro de las cuevas, sin embargo, se ha visto que tiene preferencia siempre por lugares cálidos o áreas dentro de las cuevas con temperaturas estables (rangos de 3.0 °C a 15.0°C; McNab 1982; Nagel and Nagel 1991; Brack 2007; Foley et al. 2011; Meierhofet et al., 2019), permitiéndoles permanecer en letargo por más tiempo (Rabinowitz, 1981; McNab, 1974; Davis, 1964; Vincent y Whitaker, 2007). Habita, por lo general, en ambientes tropicales como matorrales, bosques caducifolios y bosques lluviosos. Ocasionalmente, se puede encontrar en bosques de roble y pino. De acuerdo con los datos reportados en la literatura, el rango altitudinal en donde se ha registrado esta especie va desde 400 a 2,097 msnm (Hall, 1981; Wilson y Ruff, 1999; Simmons, 2005). Es importante destacar que se ha visto que los rangos altitudinales en los que se puede encontrar *P. subflavus* varían de acuerdo con la estación (migración altitudinal; Davis, 1959), es decir, es una especie que en invierno prefiere ubicarse en altitudes altas, la mayor registrada a 2,575 msnm, mientras que en verano se encuentra en altitudes bajas (Ramos, et al., “En Prensa”).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), el murciélago *P. subflavus* es una especie que no se encuentra en riesgo de extinción, sin embargo, para la IUCN es una especie en estado vulnerable (Solari, 2018).

Después de haber revisado diferentes aspectos sobre biología, historia natural y distribución geográfica de este murciélago en México, el registro que reportamos en este trabajo resulta interesante porque representa el primer y único reporte en el estado de Hidalgo, con lo que se incrementa el número de especies de murciélagos de 58 (Rojas-Martínez, et al., 2017) a 59 especies comprobadas para esta entidad. Además, también representa: I) uno de los registros de mayor altitud reportados para esta especie en México, a 1,900 msnm; II) el primer registro de *P. subflavus* reportado para el BMM, y III) se amplía su área de distribución a 147 km del registro más cercado que es en Las Vigas de Ramírez en el estado de Veracruz (Fuentes-Moreno et al., 2017).

En este manuscrito registramos la presencia del murciélago *P. subflavus* en el BMM de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. Los datos del presente artículo son parte de las actividades de campo del proyecto de investigación *Análisis mastofaunístico en el municipio de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México*, el cual se realizó del 16 de diciembre del 2017 (invierno en hemisferio norte) al 18 de abril del 2019 (verano en hemisferio norte). En dicho proyecto se evaluó la mastofauna tanto de mamíferos voladores como terrestres en un área de 6,070 ha de bosque mesófilo de montaña. La vegetación nativa está conformada por BMM, sin embargo, se ha fragmentado enormemente y ha sido remplazada en las últimas décadas por vegetación secundaria de diferentes cultivos (p.ej. aguacate, caña-maíz, café, plátano), tierras destinadas para la ganadería y asentamientos humanos. La vegetación se encuentra conformada por un mosaico de bosque mesófilo de montaña, bosque de galería, bosque de pino-encino y selva baja.

*Perimyotis subflavus* (F. Cuvier, 1832): Se examinó una hembra adulta sin indicios de actividad reproductiva, colectada por uno de los autores en la localidad de Pueblo Nuevo, San Bartolo Tutotepec, Hidalgo (20°25'13.7" N, -98°14'22.72" O, 1,900 msnm, figura 1 y 2) el 01 de julio del 2018 entre las 00:30 a 01:00 h y con el permiso de colecta No. F00/DGOR/0287/2018. Este ejemplar se encuentra depositado en la Colección de Mastozoología del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, UNAM, con el número de catálogo 15879. Las medidas somáticas y craneales son las siguientes (en milímetros): 85mm largo total (LT); 38mm cola vertebral (CV);



Figura 1. Ejemplar de hembra examinado y colectado en la localidad de Pueblo Nuevo en San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México, con el número de catálogo 15879 de la Colección de mamíferos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM.

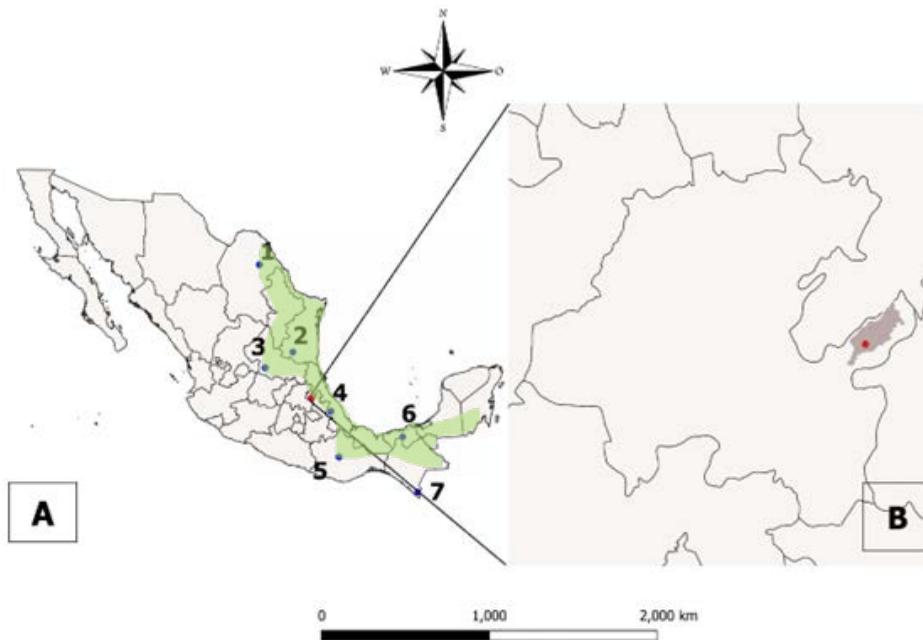


Figura 2. A) Mapa con los puntos de colecta de *Perimyotis subflavus* de acuerdo a la literatura (puntos azules) dentro de la República Mexicana: 1. Coahuila (Fujita y Kunz, 1984), 2. Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas (Álvarez, 1963; Varga-Contreras y Hernández-Huerta, 2001), 3. San Luis Potosí (Martínez de la Vega et al., 2016), 4. Viga de Ramírez, Veracruz (Fuentes-Moreno et al., 2017; Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1997), 5. Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Briones-Salas et al., 2016; Briones-Salas et al., 2015), 6. Localidad Carlos A. Madrazo, Tabasco (Sánchez-Hernández et al., 2001), 7. Chiapas (Lorenzo et al., 2007). B) Punto de colecta del ejemplar de *P. subflavus* del presente trabajo en la localidad de Pueblo Nuevo, dentro del municipio de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo (punto rojo). C) El polígono en color verde se refiere al área de distribución de *Perimyotis subflavus* en México.

6.89mm largo de la pata (PT): 12.82mm largo de la oreja (O), 5.85mm trago (Tr) y 35.48 largo del antebrazo (LA). El ejemplar colectado se encuentra preservado en esqueleto, piel y tejido.

La localidad donde se colectó al individuo se encuentra dentro de la región terrestre prioritaria de México denominada “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” y dentro de la Ecorregión “Bosques Montanos de Veracruz” (Arriaga *et al.*, 2000; Olson *et al.*, 2001; Muñoz, 2013). El ejemplar se colectó en la cercanía a cuerpos de agua, lo cual coincide con lo reportado por Humphrey (1975) y Humphrey *et al.* (1976) quienes indican que esta especie descansa y busca alimento cerca de ríos y arroyos. Durante los días de colecta el ambiente era húmedo debido a las lluvias de la época y el sitio tenía pendientes pronunciadas y rocas. En la red, únicamente se colectó una hembra de *P. subflavus*, y en las otras cercanas, también dentro del BMM, se capturaron individuos de *Sturnira hondurensis* y *Myotis velifer*. Se conoce que durante junio y julio son los meses en que los nacimientos son más frecuentes (Lane, 1946), la hembra colectada no presentaba signos o rastros de haber estado preñada o en estado lactante. Otros ejemplares de murciélagos que se identificaron durante todo el muestreo fueron: *Tadarida brasiliensis*, *Carollia sowelli*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata*, *Anoura peruana lasiopyga* (antes *A. geoffroyi*; Mollinari, *et al.*, 2023), *Artibeus lituratus*, *Dermanura azteca*, *Centurio senex*, *Sturnira parvidens*, *Myotis yumanensis* y *Eptesicus miradorensis* (antes *E. fuscus*; Ramírez-Chaves *et al.*, 2023).

### Registros en México

De acuerdo a diferentes fuentes (GBIF, geoportal CONABIO) y a la literatura científica acerca de la distribución del murciélagos *P. subflavus*, se ha registrado en México en los siguientes estados: en San Luis Potosí, donde se tiene dentro del listado de la entidad (Dalquest, 1953; Jones y Álvarez, 1964; García-Morales y Gordillo-Chávez, 2011; Martínez de la Vega *et al.*, 2016); en Tamaulipas por un ejemplar colectado en la Reserva de la Biósfera El Cielo (Varga-Contreras y Hernández-Huerta, 2001) y por registros bibliográficos (Álvarez, 1963; Davis, 1959); en Tabasco por un ejemplar capturado en la localidad Carlos A. Madrazo (Sánchez-Hernández *et al.*, 2001) y otros por registros bibliográficos (Lorenzo *et al.*, 2008; Hidalgo-Milhart *et al.*, 2016); en Oaxaca por re-

gistros bibliográficos donde se hace referencia al Istmo de Tehuantepec y al Distrito de Juchitán (Briones-Salas *et al.*, 2016; Briones-Salas *et al.*, 2015); en Veracruz por registros bibliográficos y colectado en Las Vigas de Ramírez y Los Tuxtles (Fuentes-Moreno *et al.*, 2017; Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1997) y en Chiapas por registros bibliográficos (Lorenzo *et al.*, 2008) y por ejemplares capturados (Lorenzo *et al.*, 2017; figura 2). Por lo tanto, el registro de esta publicación representa el primer reporte de la especie *P. subflavus* para el estado de Hidalgo, México, con lo que incrementa su distribución geográfica 147 km al NW de su registro más cercano en la localidad de las Vigas de Ramírez en el estado de Veracruz, y a una altitud de 1,900 msnm.

Al colectarse sólo un ejemplar de esta especie, en donde se realizó trabajo a lo largo de todo el periodo de investigación, en un periodo de 17 meses, observamos que sigue siendo una especie muy poco colectada y con escasos registros en colecciones científicas.

### Conservación

La relevancia del registro de *P. subflavus* radica en ser el único registro, hasta el momento, en el estado de Hidalgo, en el bosque mesófilo de montaña, representa un aumento en su distribución y es el registro de mayor altitud dentro de México. Todos estos hallazgos son, por demás, relevantes sobre el conocimiento de una de las especies con menos registros y menos conocida del país y que, por supuesto, tiene implicaciones sobre su historia natural y distribución en México. Sin embargo, en las últimas décadas, las principales amenazas que tiene *P. subflavus* y muchas otras especies silvestres para su sobrevivencia y conservación a largo plazo son: el cambio de uso de suelo (no planificado) y su conversión de vegetación original a zonas urbanas, y a áreas dedicadas al uso agrícola y ganadero, actividades que cada vez son más frecuentes en el país (CONABIO, 2010).

Actualmente, la mayoría de las áreas con vegetación nativa en México se encuentran inmersas en un mosaico de vegetación con diferentes usos de suelo, que van desde áreas con poco impacto como pequeñas rancharías y caminos de terracería hasta autopistas y centros urbanos residenciales, lo cual tiene un grave impacto para las poblaciones de flora y fauna silvestre que poco a poco van perdiendo continuidad de su há-

bitat natural, lo cual trae graves consecuencias que se han reflejado ampliamente en cambios en la biodiversidad, y hasta en la extinción de especies (Ceballos *et al.*, 2015). Dentro de estos cambios se tiene, a una escala de paisaje, la disminución de especies nativas y el aumento de especies exóticas (McKinney, 2008; Pautasso, 2007). El desplazamiento y la pérdida de especies nativas altera los procesos biológicos naturales, llegando a tener efectos negativos en los aspectos funcionales del ecosistema (Marzluff y Erwin, 2001). A una menor escala la afectación es diferente, ya que se pierde la conectividad y aumenta la fragmentación de los bosques, alteraciones que para especies de tamaño pequeño como *P. subflavus* dificulta enormemente el buscar sitios adecuados para su hibernación y para encontrar alimento, por lo que las funcionalidades de los ecosistemas se hayan comprometidos.

Los murciélagos tienen un papel fundamental en los servicios ambientales (dispersión de semillas, control de plagas, polinización, etc.), por lo que tienen un efecto muy importante en la funcionalidad del ecosistema (Ceballos, 2014). Por lo tanto, la conservación a largo plazo de *P. subflavus* y de muchas otras especies de murciélagos insectívoros de esta región es importante debido a que consumen una enorme cantidad de insectos como mosquitos, polillas y escarabajos de tamaño de 4 a 10 mm de largo (Fujita y Kunz, 1984); muchos de ellos son dañinos para los cultivos.

El problema principal que enfrentaría *P. subflavus* a lo largo de su distribución, pero en este caso resaltando su presencia en el BMM, es que, debido a la fragmentación de los ecosistemas, los individuos de esta especie tendrían que desplazarse a mayores distancias para buscar alimento o incluso de encontrar sitios con vegetación natural donde puedan realizar todas sus actividades, lo que los pone en riesgo de una mayor depredación. Una solución a este problema es el incrementar la conectividad entre los remanentes de BMM mediante corredores biológicos, construcción de refugios y contando con la colaboración con los propietarios áreas rurales, agrícolas y ganaderas locales para la conservación, en este caso de esta especie y en general para la conservación de la fauna silvestre. Aunado a esto, una de las mejores estrategias para la conservación de la fauna silvestre es realizar pláticas o talleres con los pobladores locales, advirtiéndoles las consecuencias

de la pérdida de estos bosques y su diversidad biológica, y resaltando que ellos serán los determinantes para conservar y mantener a largo plazo la fauna y flora local, así como especificando la importancia de los procesos ecológicos, biológicos y funcionales que ocurren en estos bosques y que son parte fundamental en la diversidad biológica de los bosques mesófilos de montaña de nuestro país (Vandermeer y Perfecto, 2007).

Para finalizar, uno de los aspectos importantes para la conservación de las poblaciones mexicanas de *P. subflavus* es que hasta el momento de esta publicación, en México no existe ninguna información, e incluso, no se ha registrado la presencia de la enfermedad de nariz blanca ocasionada por el hongo *Pseudogymnoascus destructans*, contrario a la situación de riesgo que se ha reportado para las poblaciones de esta especie de murciélago en Canadá y EUA (Sánchez-Cordero *et al.*, 2019), donde causó mortalidad masiva de murciélagos que se encontraban en hibernación, despertando el interés inmediato y preocupación por la rápida disminución de las poblaciones de especies que en algún momento fueron comunes (Bleher *et al.*, 2009; Frick *et al.*, 2010; Turner *et al.*, 2011; Langwig *et al.*, 2012; Thogmartin *et al.*, 2012). Un estudio realizado por Cheng, *et al.* (2020) donde se evaluó el impacto del síndrome de nariz blanca en varias colonias de cinco especies de murciélagos, menciona que para *P. sulflavus*, *Myotis septentrionalis* y *M. lucifugus* el alcance de este síndrome es extremo, ya que en los conteos realizados en el estudio se observó una declinación considerable (de más del 90%) en sus poblaciones.

Aunque se infiere que este síndrome tiene probabilidades de que ingrese al país, las poblaciones mexicanas sanas de *P. subflavus* se vuelven relevantes a largo plazo para la permanencia de esta especie en Norteamérica, ya que las poblaciones mexicanas se visualizan como una opción para, a futuro, repoblar las poblaciones del sureste de Canadá y de EUA, en caso de que resultasen diezmadas o extirpadas por el síndrome de nariz blanca.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Livia León Paniagua por corroborar la identificación del ejemplar. Al financiamiento otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del proyecto IN-

222019 *Ecología espacial y diversidad genética poblacional del venado temazate (Mazama temama) en San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México* a cargo de la Dra. Livia León Paniagua. Al gobierno municipal de San Bartolo Tutotepec durante el periodo 2016–2020 por el apoyo requerido a lo largo del trabajo de campo.

## LITERATURA CITADA

- Adams R.A., B. Stoner, D. Nespoli y S.M. Bexell. 2018. New Records of Tricolored Bats (*Perimyotis subflavus*) in Colorado, with First Evidence of Reproduction. *Western North American Naturalist*, 78:212–215.
- Álvarez, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.*, 14:363–473.
- Álvarez-Arteaga, G., N.E. García-Calderón, P. Krasilnikov y F. García-Oliva, 2013. Almacenes de carbono en bosques montanos de niebla de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Agrociencia*, 47:171–180.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Blehert, D.S., et al. 2009. Bat white-nose syndrome: an emerging fungal pathogen? *Science*, 323:227.
- Brack, V., Jr., J.O. Whitaker, Jr. y S. Pruitt. 2004. Bats of Hoosier National Forest. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 113:76–86.
- Brack, V., Jr. 2007. Temperatures and locations used by hibernating bats, including *Myotis sodalis* (Indiana bat), in a limestone mine: implications for conservation and management. *Environmental Management*, 40:739–746.
- Briggler, J.T. y J.W. Prather. 2003. Seasonal use and selection of caves by the eastern pipistrelle bat (*Pipistrellus subflavus*). *American Midland Naturalist*, 149, 406412. [http://doi:10.1674/0003-0031(2003)149[0406:SUASOC]2.0.CO;2]
- Briones-Salas M., M.C. Lavariega-Nolasco, M. Cortés-Marcial, A.G. Monroy-Gamboa y C.A. Masés-García. 2016. Iniciativas de conservación para los mamíferos de Oaxaca, México. Pp. 329–366, en: *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Briones-Salas M., M. Cortés-Marcial y M.C. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:685–710.
- Broders, H.G., D.F. McAlpine y G.J. Forbes. 2001. Status of the eastern pipistrelle (*Pipistrellus subflavus*) (Chiroptera: Vespertilionidae) in New Brunswick. *Northeastern Naturalist*, 8, 331–336.
- Cerecedo, C., E. Tena y S. Pérez. 2016. Caracterización y diagnóstico de comunidades de murciélagos neotropicales de Bosque Mesófilos de Montaña de México: funciones ecosistémicas y conservación. *VII Congress of Spanish Society for Bat Study and Conservation*. [DOI:10.13140/RG.2.2.14877.10729]
- Ceballos G. (ed.). 2014. *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EUA.
- Ceballos, G. y G. Oliva. (coords.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para la Biodiversidad y la Conservación y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Ceballos, G., A. Ehrlich y P. Ehrlich. 2015. *The Annihilation of Nature: Human Extinction of Birds and Mammals*. Johns Hopkins University Press, EUA.
- Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (bosque mesófilo de montaña). Pp. 443–518, en: *Utilización y conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro*. CONABIO. México.
- Cheng T.L., J.D. Reichard, J.T.H. Coleman, T.J. Weller, W.E. Thogmartin, B.E. Reuchert, A.B. Bennett, H.G. Broders, J. Campbell, K. Etchison, D.J. Feller, R. Geboy, T. Hemberger, C. Herzog, A.C. Hicks, S. Houghton, J. Humber, J.A. Kath, R.A. King, S.C. Loeb, A. Massé, K.M. Morris, H. Niederriter, G. Nordquist, R.W. Perry, R.J. Reynolds, D. Blake Sasse, M.R. Scafani, R.C. Stark, C. W. Stihler, S.C. Thomas, G.G. Turner, S. Webb, B. Westrich y W.F. Frick. 2021. The scope and severity of white-nose syndrome on hibernating bats in North America. *Conservation Biology*, 1–12. [https://doi.org/10.1002/cobi.13739]
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Correa-Ayram, C.A., M.E. Mendoza, A. Etter y D. Pérez-Salícru. 2017. Potential distribution of mountain cloud forest in Michoacán, Mexico: prioritization for conservation in the context of landscape connectivity. *Environmental Management*, 60:86–103. [https://doi.org/10.1007/s00267-017-0871-y].
- Dalquest, W. 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosí. *Louisiana State University press, Studies in Biological Sciences Series*, 1:1–229.
- Davis W.H. y R.E. Mumford. 1962. Ecological notes on the bat *Pipistrellus subflavus*. *The American Midland Naturalist*, 2:394–398.
- Davis, W.H. 1964. Winter awakening patterns in the bats *Myotis lucifugus* and *Pipistrellus subflavus*. *Journal of Mammalogy*, 45:645–647.
- Davis, W.H. 1959. Taxonomy of the Eastern Pipistrelle. *Journal of Mammalogy*, 40:521–531.
- Fenton, M.B. 1970. Population studies of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Ontario. *Life Science Contribution, Royal Ontario Museum*, 77:1–34.
- Figueroa-Cervantes, A. 2012. *Mastofauna terrestre del bosque mesófilo de montaña en Cumbre de Muridores, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Foley, J., D. Clifford, K. Castle, P. Cryan y R.S. Ostfeld. 2011. Investigating and managing the rapid emergence of white nose syndrome, a novel, fatal, infectious disease of hibernating bats. *Conservation Biology*, 25:223–231.
- Folk, G.E., Jr. 1940. Shift population among hibernating bats. *Journal of Mammalogy*, 21:306–315.
- Frick, W.F., J.F. Pollack, A.C. Hicks, K.E. Langwig, S.D. Reynolds, G.G. Turner, C.M. Butchkoski y T.H. Kunz. 2010. An emerging disease causes regional population collapse of a common North American bat species. *Science*, 329:678–682.
- Fuentes-Moreno H., A. Trejo-Ortiz y F.A. Cervantes. 2017. Los mamíferos del Área Reservada para la Recreación y Educación Ecológica San Juan del Monte, Las Vigas de Ramírez, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:978–984.
- Fujita, M.S. y T.H. Kunz, 1984. *Pipistrellus subflavus*. *Mammalian Species*, 228:1–6.
- García-Morales R. y E.J. Gordillo-Chávez. 2011. Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual. *Therya*, 2:183–192.

- Gasner, M.R., J.E. Jankowski, A.L. Ciecka, K.O. Kyle y K.N. Rabenold. 2010. Projecting the local impacts of climate change on a Central American montane avian community. *Biological Conservation*, 143, 1250–1258. [https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.034]
- González-Espinosa, M., J. A. Meave, F. G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manríquez y A. C. Newton. 2011. The red list of Mexican cloud forest trees. *Fauna & Flora International*, Cambridge, Reino Unido.
- González-Espinosa, M., J.A. Meave, N. Ramírez-Marcial, T. Toledo-Aceves, F.G. Lorea Hernández y G. Ibarra-Manríquez. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21, (1-2), 36–52
- Griffin, D. R. 1940. Migrations of New England bats. *Bulletin Museum of Comparative Zoology*, 86:217–246.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. (comps.). 2014. Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352.
- Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America*. 2da edición. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Hidalgo-Mihart M. G., F. M. Contreras-Moreno, A. J. De la Cruz, D. Jiménez-Domínguez, R. Juárez-López, S. Oporto-Peregrino y R. Ávila-Flores. 2016. Mamíferos del estado de Tabasco. Pp. 441–472, en: *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Humphrey, S.R. 1975. Nursery roosts and community diversity of Nearctic bats. *Journal of Mammalogy*, 56:321–346.
- Humphrey, S.R., R.K. Laval, y R.L. Clawson. 1976. Nursery populations of *Pipistrellus subflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Missouri. *Transactions of the Illinois State Academy of Sciences*, 69:367.
- Jiménez-García, D y A. T. Peterson, 2019. Climate change impact on endangered cloud forest tree species in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90: e902781
- Jones, J. K., y T. Álvarez. 1964. Additional Records of Mammals from the Mexican State of San Luis Potosí. *Journal of Mammalogy*, 45:302–303.
- Kurta, A. y J.A. Teramino. 1994. A Novel Hibernaculum and Noteworthy Records of the Indiana Bat and Eastern Pipistrelle (Chiroptera: Vespertilionidae). *American Midland Naturalist*, 132: 410–415.
- Lane, H. K. 1946. Notes on *Pipistrellus subflavus subflavus* (F. Cuvier) during the season of parturition. *Proc. Pennsylvania Acad. Sci.*, 20:57–61.
- Langwig, K. E., W. F. Frick, J. T. Bried, A. C. Hicks, T. H. Kunz y A. Marm Kilpatrick. 2012. Sociality, density–dependence and microclimates determine the persistence of populations suffering from a novel fungal disease, white-nose syndrome. *Ecology Letters*, 15, 1050–1057
- López-Mata, L., J. L. Villaseñor, G. Cruz-Cárdenas, E. Ortiz y C. Ortiz-Solorio. 2011. Predictores ambientales de la riqueza de especies de plantas del Bosque Húmedo de Montaña de México. *Botanical Sciences*, 90 (1): 27–36
- Lorenzo C., E. E. Espinoza, E. J. Naranjo y J. E. Bolaños. 2008. Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. Pp 147–164, en: *Avance en el estudio de los mamíferos de México II* (C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México.
- Lorenzo, C., J. Bolaños–Citalán, E. Sántiz y D. Navarrete. 2017. Diversidad y conservación de los mamíferos terrestres de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:735–754.
- Luna-Vega, I., O. Alcántara-Ayala, J.J. Morrone y D. Espinosa-Organista. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forest of Hidalgo, Mexico. *Diversity and Distributions*, 6:137–143.
- Martínez de la Vega G., G. García-Marmolejo, J. Luévano-Esparza, R. García-Morales, C.E. Rangel-Rivera y J.A. Ascancio-Lárraga. 2016. La mastofauna en San Luis Potosí: conocimiento, diversidad y conservación. Pp. 367–404, en: *Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Martínez, M.L., O. Pérez-Maqueo., G. Vázquez, G. Castillo-Campos, J. García-Franco y K. Mehlreter. 2009. Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical montane cloud forests of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 258:1856–1863. [https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.023]
- Martínez-Gallardo R. y V. Sánchez-Cordero. 1997. Lista de Mamíferos Terrestres. Pp 125–128, en: *Historia Natural de los Tuxtlas* (E. González-Sorano, R. Dirzo y R. C. Vogt). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Morales, M.A. 2001. *Forest fragmentation effects on birds communities of tropical montane cloud forest in eastern Mexico*. Tesis de Doctorado. Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido.
- Marzluff, J.M. y K. Erwin. 2001. Restoration of fragmented landscapes for conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology*, 9:157–177.
- McKinney, M.L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11:161–176.
- McNab, B.K. 1974. The behavior of temperate cave bats in the subtropical environment. *Ecology*, 55:943–958.
- McNab, B.K. 1982. Evolutionary alternatives in the physiological ecology of bats. Pp. 151–200, en: *Ecology of bats* (T.H. Kunz, ed.). Springer, Boston, Massachusetts.
- Meave, J., M.A. Soto, L.M. Calvo, H. Paz y S. Valencia. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 52:31–77.
- Meierhofe, M.B., S.J. Leivers, R.R. Fern, L.K. Wolf, J.H. Young r., B.L. Pierce, J.W. Evans y M.L. Morrison. 2019. Structural and environmental predictors of presence and abundance of tri-colored bats in Texas culverts. *Journal of Mammalogy*, 100:1274–1281.
- Mollinari, J., E. Gutiérrez y B. Lim. 2023. Systematics and biogeography of *Anoura cultrata* (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae): a morphometric, niche modeling, and genetic perspective, with a taxonomic reappraisal of the genus. *Zootaxa*, 5297:151–188.
- Muñoz-Vázquez, B. 2013. *Distribución, abundancia y uso de hábitat del venado temazate* (Mazama temama) en los bosques mesófilos de San Bartolo, Tutotepec, Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Nagel, A. y R. Nagel. 1991. How do bats choose optimal temperatures for hibernation? *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 99:323–326.

- Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. Dámico, I Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W.W. Wetzel, P. Hedao y K.R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience*, 51:933–938.
- Ortega, F y G. Castillo. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias*, 43:32–39.
- Pautasso, M. 2007. Scale-dependence of the correlation between human population presence and vertebrate and plant species richness. *Ecology Letters*, 10:16–24.
- Ponce-Reyes, R., E. Nicholson, P.W. Baxter, R.A. Fuller y H. Possingham. 2013. Extinction risk in cloud forest fragments under climate change and habitat loss. *Diversity and Distributions*, 19:518–529. [<https://doi.org/10.1111/ddi.12064>]
- Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, O. Alcántara-Ayala y C. Ruiz-Jiménez. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. Instituto de Biología. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77:177–190.
- Quinn G.M. y H.G. Broders. 2007. *Roosting and foraging ecology of Eastern pipistrelle (Perimyotis subflavus) bats in SW Nova Scotia*. Nova Scotia Habitat Conservation Fund c/o NS Department of Natural Resources.
- Rabinowitz, A. 1981. Thermal preference of the eastern pipistrelle bat (*Pipistrellus subflavus*) during hibernation. *Journal of the Tennessee Academy of Science*, 56:113–114.
- Ramírez-Chaves, E.H., M. Alarcón, E.A. Noguera-Urbano, W.A. Pérez, M.M. Torres-Martínez, P.A. Ossa-López, F.A. Rivera-Pérez y D.M. Morales-Martínez. 2023. Systematics, morphometrics, and distribution of *Eptesicus fuscus miradorensis*, with notes on baculum morphology and natural history. *Therya*, 14:299–311.
- Ramos-H.D., Marín G., Cafaggi D., Sierra Durán C., Romero-Ruiz A., Medellín R.A. “En Prensa”. Hibernacula of bats in Mexico, the southernmost records of hibernation in North America. *Journal of Mammalogy*.
- Rehm, E.M. y K.J. Feeley. 2015. The inability of tropical cloud forest species to invade grasslands above treeline during climate change: potential explanations and consequences. *Ecography*, 38, 1167–1175. [<https://doi.org/10.1111/ecog.01050>]
- Rojas-Martínez, A.E., M. Aguilar-López, J.M. Castillo Cerón, C. Cornejo-Latorre y O. Noguera-Cobos. 2017. Los mamíferos del Estado de Hidalgo. Pp 559–576, en: *Biodiversidad del estado de Hidalgo* (Ramírez-Bautista, A., A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona, eds), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Rojas-Soto, O.R., V. Sosa y J.F. Ornelas. 2012. Forecasting cloud forest in eastern and southern Mexico: conservation insights under future climate change scenarios. *Biodiversity and Conservation*, 21:2671–2690. [<https://doi.org/10.1007/s10531-012-0327-x>]
- Sánchez-Cordero Dávila, V., Rodríguez-Moreno, A., Gutiérrez-Granados, G. y J. Castellanos-Moguel. 2019. *Síndrome de nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. CONABIO Proyecto No. ME008. Ciudad de México.
- Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz, H. Colín-Martínez y C. García-Estrada. 2001. Mamíferos de cuatro áreas con diferentes grados de alteración en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 84:35–48.
- Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312–529, en: *Mammal species of the world*. (D.E. Wilson y D.M. Reeder, eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Estados Unidos.
- Solari, S. 2018. *Perimyotis subflavus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T17366A22123514. [<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20182.RLTS.T17366A22123514.en>]
- Thogmartin, W.E., R.A. King, P.C. McKann, J.A. Szymanski, y L. Pruitt. 2012. Population-level impact of white-nose syndrome on the endangered Indiana bat. *Journal of Mammalogy*, 93, 1086–1098.
- Toledo-Aceves, T., J.G. García-Franco, G. Williams-Linera, K. MacMillan, y C. Gallardo-Hernández. 2014. Significance of remnant cloud forest fragments as reservoirs of tree and epiphytic bromeliad diversity. *Tropical Conservation Science*, 7:230–243.
- Turner, G.G., D. Reeder y J.T.H. Coleman. 2011. A five-year assessment of mortality and geographic spread of white-nose syndrome in North American bats, with a look to the future. Update of white-nose syndrome in bats. *Bat Research News*, 52: 13–27
- Vandermeer, J. y I. Perfecto. 2007. The agricultural matrix and future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 21:274–277.
- Vanderwolf, K.J., D. Malloch y D.F. McAlphine. 2015. Fungi associated with over-wintering tricolored bats, *Perimyotis subflavus*, in a White-nose syndrome region of Eastern Canada. *Journal of Cave and Karst Studies*, 77:145–151.
- 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* (n.s.), 82:83–109.
- Vincent, E.A. y J.O. Whitaker Jr. 2007. Hibernation of the Eastern pipistrelle, *Perimyotis subflavus*, in an abandoned mine in Vermillion County, Indiana, with some information on *Myotis lucifugus*. *Proceeding of the Indiana Academy of Science*, 116:58–65.
- Wilson, D.E. y S. Ruff, 1999. *The Smithsonian Book of North American Mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, Estados Unidos.