



Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México

Ecology and reproduction of the bat *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Oaxaca, Mexico

Antonio Santos-Moreno* José Luís García-García y Arisbe Rodríguez-Alamilla

Laboratorio de Ecología Animal. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán 71230 Oaxaca, México.

*Correspondencia: asantosm90@hotmail.com

Resumen. El murciélago *Centurio senex* es una especie con distribución geográfica amplia, pero su abundancia es típicamente baja en los sitios donde se le ha registrado, por lo que se le considera una especie rara, y muchos de sus aspectos ecológicos y reproductivos derivan de observaciones ocasionales. En este estudio se documentan la proporción de sexos, la estructura de edades, el patrón reproductivo y su relación con el régimen de lluvias, los patrones de actividad diaria y la variación sexual secundaria en peso y longitud del antebrazo de una población de *C. senex* estudiada por 16 meses en un paisaje heterogéneo en la sierra Juárez de Oaxaca, México.

Palabras clave: proporción de sexos, patrón reproductivo, patrones de actividad diaria, variación sexual secundaria, Oaxaca, Phyllostomidae.

Abstract. Wrinkle-faced bat *Centurio senex* is a species with wide geographical distribution, but in those places where it has been recorded, its abundance is typically low, therefore it is considered a rare species and many ecological and reproductive aspects are anecdotic or derived from casual observations. In this study, we report some ecological data, such as sex ratio, age structure, reproductive pattern and its relation with rainfall, patterns of daily activity, as well as secondary sexual variation in weight and length of forearm of a population of *C. senex* studied for 16 months in a heterogeneous landscape in the Sierra Juárez of Oaxaca, Mexico.

Key words: sex ratio, reproductive pattern, daily activity pattern, secondary sexual variation, Oaxaca, Phyllostomidae.

Introducción

El género *Centurio* está representado únicamente por una especie, *C. senex* que incluye 2 subespecies: *C. s. senex* que se distribuye desde Venezuela hasta Tamaulipas y Sinaloa, México, y *C. s. greenhalli*, con distribución restringida a Trinidad y Tobago (Paradiso, 1967; Simmons, 2005). Esta especie se encuentra asociada a una variedad de hábitats, desde bosques tropicales húmedos hasta vegetación xerófila (Snow et al., 1980) y altitudes que van del nivel del mar a los 2 230 m (Jones et al., 1971), regularmente cerca de cuerpos de agua (Snow et al., 1980), y durante el día se refugia bajo las hojas de los árboles (Jones et al., 1971).

A pesar de su amplia distribución geográfica, la especie no es abundante en los ambientes en los que su presencia

ha sido documentada (Arita, 1993; Medellín, et al., 2000; Chávez y Ceballos, 2001; Sánchez-Cordero, 2001; Estrada y Coates-Estrada, 2002; Wang et al., 2003; García-García et al., 2006; Montiel et al., 2006; Castro-Luna et al., 2007; García-García y Santos-Moreno, 2008). Por ejemplo, en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, de 569 ejemplares de murciélagos capturados, sólo el 0.175 % correspondió a *C. senex* (García-García y Santos-Moreno, 2008); en Ocosingo, Chiapas, representó el 1.33% de 493 ejemplares capturados (Escobedo Morales et al., 2005). Este patrón se ha observado incluso en estudios con una considerable amplitud espacial y temporal, como en Campeche, donde 37 de 1 911 ejemplares (1.93%) fueron miembros de esta especie (Vargas-Contreras et al., 2008), y en promedio se registraron 7.4 individuos por sitio, o en el centro de Panamá, donde de 8 401 ejemplares, sólo 15 (0.17%) representaron a esta especie (Meyer, 2007). En Costa Rica se capturaron 38 ejemplares (3.8%) de un total de 998 a lo largo de 3 años (Stoner, 2001). Como resultado de

Recibido: 15 abril 2009; aceptado: 06 febrero 2010

esta baja abundancia, algunos autores la consideran rara (Medellín et al., 2000; Stoner, 2001; Elizalde-Arellano et al., 2004; Dávalos, 2007) y vulnerable a la perturbación de su hábitat (Galindo-González, 2004), aunque la legislación nacional no la incluye en ninguna categoría de riesgo.

Por consiguiente, se conoce poco acerca de diversos aspectos biológicos de la especie, como su conducta alimentaria (Snow et al., 1980; Reid, 1997), su patrón reproductivo, la proporción de sexos (Snow et al., 1980) y otras características fundamentales, y muchas de las observaciones son anecdóticas o circunstanciales (Ramírez-Pulido y López-Forment, 1979). El objetivo de este estudio es aportar información sobre la ecología y reproducción de una población de *C. senex* en el estado de Oaxaca, México.

Materiales y métodos

El área de estudio se ubica en la sierra Juárez de Oaxaca, México (17°40'31.4"N, 96°19'25.1"O), a una altura de 1 042 m. La vegetación presente son fragmentos de selva alta y mediana perennifolia. Se mencionan para la zona 75 especies de plantas, principalmente de las familias Araceae, Asteraceae, Cecropiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Piperaceae y Moraceae (Boyle, 1996). Los datos de precipitación fueron obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2000). Estos datos indican que la temporada seca comprende los meses de diciembre a mayo, con precipitación mensual promedio de 225.53 mm (SD= 56.34). La temporada lluviosa incluye los meses de junio a noviembre, con una precipitación mensual promedio de 670.87 mm (SD= 110.14).

El estudio fue conducido de mayo de 2006 a agosto de 2007; el muestreo incluyó 5 noches por mes, lo que representa 80 noches efectivas de muestreo. Los ejemplares fueron capturados con 8 redes de niebla, de 6 m × 2.5 m. La apertura de las redes fue a las 18:00 horas (considerado periodo de ocaso) y el cierre a las 04:00 horas del día siguiente, lo que determinó un esfuerzo de muestreo total de 29 280 m de red/hora. Cada ejemplar capturado se marcó con un sujetacables de nylon de 100 × 2.5 mm, colocado a manera de collar (Gannon, 1993), con un peso de 0.8 g. Cada collar lleva grabado un número del 1 a 100. Cuando se colocaron los collares alrededor del cuello de los animales, se tuvo cuidado de ajustarlos para prevenir su pérdida, no causarles daño o interferir con sus movimientos.

De cada ejemplar se determinó el sexo y la edad, ésta última a partir del grado de osificación de las falanges observada a contra luz. Para la determinación del

estado reproductivo se retomaron los criterios propuestos por Kunz et al. (1996); las hembras se clasificaron como preñadas, lactantes e inactivas; los machos se clasificaron con actividad reproductiva, cuando presentaron testículos escrotados e inactivos. El peso se obtuvo con una balanza con capacidad para 100 gramos.

Resultados

La comunidad estuvo constituida por 491 individuos de 18 especies, con un predominio de 16 miembros de la familia Phyllostomidae, las otras 2 fueron vespertilionidos del género *Myotis* (*M. nigricans* y *M. keaysi*), cada una representada por 1 individuo. Las especies más abundantes fueron *Dermanura tolteca* (176 individuos), *Sturnira ludovici* (95), *Glossophaga soricina* (51), *Centurio senex* (51) y *Carollia sowelli* (38); 8 especies tuvieron abundancias bajas, de 1 a 10 individuos (*Choeroniscus godmani*, *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Chiroderma salvini*, *Hylonycteris underwoodi*, *Uroderma bilobatum*, *Vampyressa pusilla* y *Vampyrodes caraccioli*).

De los 51 ejemplares de *C. senex* capturados, marcados y liberados a lo largo de los 16 meses que duró el estudio, no se recapturó ninguno de ellos. Los ejemplares fueron 17 machos y 34 hembras; esta relación representa una proporción exacta de 2 hembras por cada macho (prueba de coeficientes binomiales, $z = -0.1485$ gl=1, $P = 1$). En cuanto a la estructura de edades, 9 ejemplares (17.54%) fueron subadultos, todos hembras y únicamente se capturó un individuo juvenil macho. No se observó correlación significativa entre el número de capturas y la precipitación mensual (coeficiente de correlación de Pearson= 0.23, $P = 0.375$). El mayor número de organismos se capturó durante la temporada lluviosa de 2006; sin embargo, su presencia fue escasa al inicio de la temporada lluviosa de 2007 durante los meses de junio a agosto. En la temporada seca la especie se registró de marzo a mayo. El 43.13% de los ejemplares mostró evidencias de actividad reproductiva; estuvieron preñadas el 35.29% de las hembras y no se registraron lactantes. En cuanto a los machos, el 58.82% mostraron testículos escrotados.

Con respecto a la actividad reproductiva, si únicamente se considera la temporada de lluvias de 2006 y la seca de 2007, que fueron muestreadas en su totalidad, se observa un patrón bimodal. El primer periodo se observa en el inicio de la temporada de lluvias, de julio a octubre de 2006, con la abundancia máxima de hembras preñadas en agosto, y el otro a finales de la temporada seca, en abril de 2007. Los machos con testículos escrotados se capturaron únicamente en la temporada lluviosa, en el mes de junio y

de agosto a octubre (Fig. 1). La actividad diaria de este murciélago en la zona de estudio se inicia a partir de las 18:00 h, con 2 máximos de actividad: el primero y más pequeño alrededor de la media noche ($n=12$) y el segundo, con mayor actividad ($n=22$), alrededor de las 03:00 horas.

El peso promedio de las hembras fue menor que el de los machos (24.1 g, $n=13$, $SE=0.504$ y 24.5 g, $n=16$, $SE=0.846$, respectivamente); la diferencia no fue estadísticamente significativa ($t\text{-student}=0.78$, $gl=39$, $P=0.43$). La longitud promedio del antebrazo mostró el mismo patrón que el peso (hembras 43.3 mm, $n=16$, $SE=0.312$ y machos 43.6, $n=25$, $SE=0.216$), tampoco fue estadísticamente significativa la diferencia.

Discusión

La relación de 2 hembras por cada macho permite inferir que *C. senex* es un murciélago polígamo que forma harem, como previamente se sugirió (Ramírez-Pulido y López-Forment, 1979), al igual que la mayoría de especies de murciélagos filostómidos que por lo regular se refugian bajo las hojas de diversas plantas (Timm, 1987; McCracken

y Wilkinson, 2000). Aunque en este estudio se encontró un exceso de hembras, la diferencia en proporción no es tan acentuada como la que se ha observado en otros sitios del área de distribución de la especie y que ha intrigado a los investigadores por su magnitud. Por ejemplo, en Los Chimalapas, también en el estado de Oaxaca, de 11 ejemplares examinados, solo 2 fueron machos (Olguín Monroy et al., 2008), en Darien, Panamá, los 22 ejemplares colectados fueron hembras (Paradiso, 1967), y de la misma forma, en Trinidad, de 32 ejemplares colectados, solo 2 fueron machos (Goodwin y Greenhall, 1961). Es probable que estas diferencias sean el resultado de muestras pequeñas o porque no se ha realizado el seguimiento continuo por periodos largos y cuando se hizo, las muestras fueron pequeñas (e.g., Stoner, 2001).

Las variaciones en la abundancia entre las temporadas de lluvia y seca son diferentes a las observadas en otros estudios: por ejemplo, en Chiapas *C. senex* fue más abundante durante la temporada seca (Escobedo Morales et al., 2005), al igual que en Costa Rica (Stoner, 2001). Estas variaciones, ya señaladas previamente (Stoner, 2001), pueden explicarse por el pequeño tamaño de las muestras (6 ejemplares capturados en el caso de Chiapas y 38 en el de Costa Rica; para este último, los datos son de 3 años).

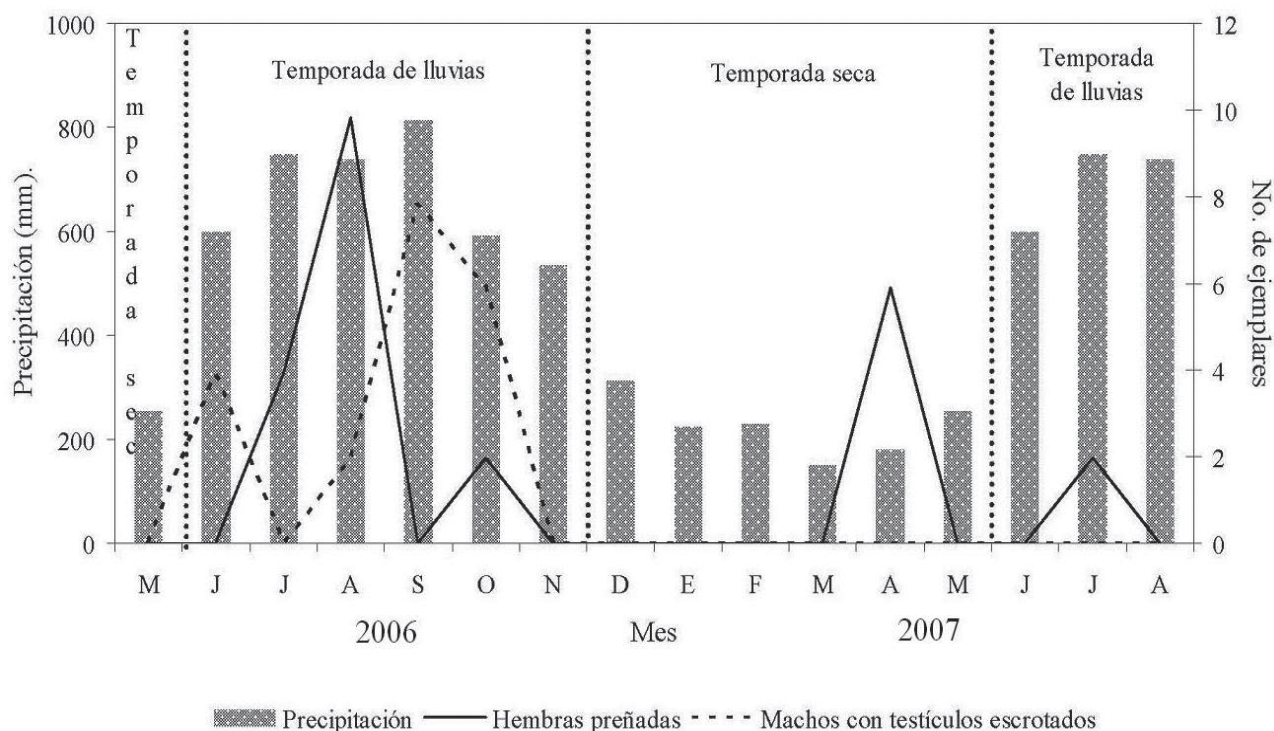


Figura 1. Presencia de hembras preñadas y machos con testículos escrotados del murciélago *Centurio senex* y su relación con la precipitación a lo largo de 16 meses en Oaxaca, México.

Aunque con pocas evidencias, el patrón reproductivo poliéstrico bimodal observado para esta especie había sido sugerido por otros autores (Paradiso, 1967; Snow et al. 1980; Villa-Ramírez, 1967; Wilson, 1979). Este patrón es común en especies de murciélagos tropicales y subtropicales (Wilson, 1979) y explica las observaciones aisladas que se señalan en otros estudios para una porción considerable del área de distribución de *C. senex*, como Michoacán (Sánchez Hernández et al., 1985) y Oaxaca (Olguín Monroy et al., 2008), México y Honduras (LaVal, 1969) y El Salvador y Florida (Davis et al., 1964).

La abundancia de hembras preñadas que se observa en el segundo pico modal, a finales de la temporada seca, indica los nacimientos en la temporada de lluvias, caracterizada por abundancia de alimento (Wilson, 1979), pero el máximo más importante ocurre al inicio de la temporada de lluvia, por lo que el nacimiento de las crías tiene lugar a finales de esa temporada e inicios de la seca, lo que es contradictorio con la explicación del segundo máximo modal. Las investigaciones futuras permitirán conocer la importancia de la disponibilidad de alimentos y otros factores en la determinación del patrón reproductivo de esta especie.

El patrón de actividad diaria bimodal observado en *C. senex* es característico de casi todas las especies de murciélagos de hábitos insectívoros, mientras que las especies frugívoras muestran principalmente patrones unimodales (Erkert, 1982). Una posible explicación de esta discrepancia es que en este estudio no se incluyeron consideraciones acerca del grado de iluminación de la luna, lo que puede afectar fuertemente la actividad de los murciélagos (Mancina, 2008). Tomado en cuenta este factor, otros autores han concluido que los patrones aparentemente bimodales deben ser considerados en realidad como unimodales (Davis y Dixon, 1976; Heithaus y Fleming, 1978). Las horas en que se registraron los picos de actividad son similares a lo encontrado en otras especies de la familia Phyllostomidae (Fenton y Kunz, 1977).

La carencia de diferencias significativas tanto en peso como en longitud de antebrazo entre sexos confirma las observaciones de Paradiso (1967): los machos parecen más grandes que las hembras, pero eso se debe al mayor desarrollo de crecimientos dérmicos en el rostro, y no existe dimorfismo sexual secundario en medidas somáticas o craneales.

Los resultados obtenidos durante este estudio confirman aseveraciones que fueron anecdóticas y permiten explicar observaciones aisladas sobre distintos aspectos de la biología de *C. senex* que ponen de manifiesto su similitud con otros murciélagos filostómidos de distribución tropical y subtropical.

Agradecimientos

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México otorgó una beca para la realización de los estudios de maestría en ciencia del segundo autor; el Instituto Politécnico Nacional de México proporcionó el apoyo económico para la realización del proyecto (apoyos SIP-20070826 y SIP-20080431 a AS-M), las autoridades del Municipio de Santiago Comaltepec dieron facilidades para llevar a cabo el estudio. A. Hernández Cruz y M. Pérez Lustre proporcionaron importante apoyo en el trabajo de campo y dos revisores anónimos aportaron valiosas sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- Arita, H. 1993. Rarity in Neotropical bats: correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological Applications* 3:506-517.
- Boyle, B. L. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients in Neotropical montane forest. Tesis, doctorado Universidad de Washington, St. Louis, Missouri. 275 p.
- Castro-Luna, A., V. J. Sosa y G. Castillo-Campos. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in southeastern Mexico. *Animal Conservation* 10:219-229.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27-44.
- Dávalos, L. M. 2007. Short-faced bats (Phyllostomidae: Stenodermatinae): a Caribbean radiation of strict frugivores. *Journal of Biogeography* 34:364-375.
- Davis, W. B., D. C. Carter y R. H. Pine. 1964. Noteworthy records of Mexican and Central American Bats. *Journal of Mammalogy* 45:375-387.
- Davis, W. B. y J. R. Dixon. 1976. Activity of bats in a small village clearing near Iquitos, Peru. *Journal of Mammalogy* 57:747-749.
- Elizalde-Arellano, C., Uria-Galicia, E. y J. C. López-Vidal. 2004. Morfología lingual del murciélago piscívoro *Noctilio leporinus* (Chiroptera: Noctilionidae). *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20:69-78.
- Erkert, H. G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms. *In* The ecology of bats, T. H. Kunz (ed.). Plenum, New York. p. 201-242.
- Escobedo Morales, L. A., L. León Paniagua, J. Arroyo-Cabrales y O. J. Polaco. 2005. Diversidad y abundancia de los mamíferos de Yaxchilán, municipio de Ocosingo, Chiapas. *In* Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo

- Villa, V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (eds.) Instituto de Biología, UNAM / Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. p. 283-298.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 2: 237-245
- Fenton, M. B. y T. H. Kunz. 1977. Movements and behavior. *In* Biology of bats of the New World family Phyllostomidae, part II, R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (eds.). Special Publications of the Museum, Texas Tech University, Lubbock. p. 351-364,
- Galindo-González J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:239-243.
- Gannon, M. R. 1993. A new technique for marking bats. *Bat Research News* 34:88-89.
- García-García, J. L., A. M. Alfaro y A. Santos-Moreno. 2006. Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:88-91.
- García-García, J. L. y A. Santos-Moreno. 2008. Diversidad de cuatro ensambles de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México. *In* Avances en el estudio de los mamíferos de México, vol. II, Publicaciones especiales, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México, D.F. p. 411-326.
- Goodwin, G. G. y A. M. Greenhall. 1961. A review of bats of Trinidad and Tobago. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 122:187-302.
- Heithaus, E. R. y T. H. Fleming. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). *Ecological Monographs* 48:127-143.
- Jones, J. K., Jr., J. D. Smith y R. W. Turner. 1971. Noteworthy records of bats from Nicaragua, with checklist of the chiropteran fauna of the country. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 2:1-35.
- Kunz, T. H., C. Wemmer y V. Hayssen. 1996. Sex, age and reproductive condition of mammals. *In* Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals, D. E. Wilson, J. Nichols, R. Rudrin, R. Cole, y M. Foster (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. p. 279-290.
- LaVal, R. K. 1969. Records of bats from Honduras and El Salvador. *Journal of Mammalogy* 50:819-822.
- Mancina, C. 2008. Effect of moonlight on nocturnal activity of two Cuban nectarivores: the Greater Antillean long-tongued bat (*Monophyllus redmani*) and Poey's Flower Bat (*Phyllonycteris poeyi*). *Bat Research News* 49:71-74.
- McCracken, G. F. y G. S. Wilkinson. 2000. Bat mating systems. *In* Reproductive biology of bats, E. G. Crichton y P. H. Krutzsch (eds.) Academic, New York. p. 321-362.
- Medellín, R. A., M. Equihua, y M. A. Amín. 2000. Bat diversity and abundance as indicator of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- Meyer, C. F. J. 2007. Effects of rainforest fragmentation on neotropical bats: Land-bridge islands as a model system. Tesis, doctorado Universidad de Ulm. Baden-Wurtenmberg, 156 p.
- Montiel, S., A. Estrada A. y P. León. 2006. Bat assembles in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22:267-276
- Olguín Monroy, H., L. León Paniagua, U. Melo Samper-Palacios y V. Sánchez-Cordero. 2008. Mastofauna de la región de Los Chimalpas, Oaxaca, México. *In* Avances en el estudio de los mamíferos de México, vol. II, Publicaciones especiales, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México, D.F. p. 165-216.
- Paradiso, J. L. 1967. A review of the wrinkle-faced bats (*Centurio senex* Gray), with description of a new subspecies. *Mammalia* 31:595-601.
- Ramírez-Pulido, J. y W. López-Forment. 1979. Additional records of some Mexican bats. *The Southwestern Naturalist* 24:541-543.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and southeastern Mexico. Oxford University Press, New York.
- Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 10: 63-76.
- Sánchez Hernández, C., C. B. Chávez Tapia, A. Nuñez Garduño, E. Ceballos Corona y M. A. Gurrola Hidalgo. 1985. Notes on distribution and reproduction of bats from coastal regions of Michoacan, Mexico. *Journal of Mammalogy* 66:549-553.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. *In* Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference, D. E. Wilson y D. M. Reeder (eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. p. 312-529.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2000. ERICK II, base de datos meteorológicos.
- Snow L. J., J. K. Jones, Jr. y W. D. Webster. 1980. *Centurio senex*. *Mammalian species* 138:1-3.
- Stoner, K. E. 2001. Differential habitat use and reproductive patterns of frugivorous and nectarivorous bats in tropical dry forest of northwestern Costa Rica. *Canadian Journal of Zoology* 79:1626-1633.
- Timm, R. M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* and *Uroderma*. *In* Studies in Neotropical mammalogy: essay in honor of Philip Hershkovitz, B. D. Patterson y R. M. Timm (eds.). Fieldiana Zoology 39:187-212.
- Vargas-Contreras, J. A., G. Escalona-Segura, J. D. Cú-Vizcarra, J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2008. Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. *In* Avances en el estudio de los

- mamíferos de México, vol. II, Publicaciones especiales, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México, D.F. p. 551-577.
- Villa-Ramírez, B. 1967. Los murciélagos de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 491 p.
- Wang, H. G., R. D. Owen, C. Sánchez-Hernández y M. L. Romero-Almaraz. 2003. Ecological characterization of bat species distributions in Michoacán, México, using a geographic information system. *Global Ecology and Biogeography* 12:65-85.
- Wilson, D. E. 1979. Reproduction patterns. *In* Biology of bats of the New World family Phyllostomidae, part III, Special Publications of The Museum, R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (eds.). Texas Tech University, Lubbock. p. 317-378.