

**Variación anual de la estructura de edades y de la actividad reproductora del murciélago nectarívoro *Leptonycteris curasoae*, en la Cueva del Obispo, ubicada en Oaxaca, México**

Alberto Rojas, Olga García y Miguel Morales

## RESUMEN

Se presenta el estudio sobre la variación anual de sexos, edades y condición reproductora de una colonia del murciélago nectarívoro *Leptonycteris curasoae*. Tradicionalmente se ha sugerido que estos murciélagos migran durante la primavera, desde el trópico de México, hacia el sudoeste de Estados Unidos, para que nazcan sus crías, y que en otoño regresan nuevamente a México. El objetivo de esta investigación fue determinar si existen evidencias de dicha migración en la Cueva del Obispo, situada en la región semiárida del centro de México, donde esta especie habita todo el año. Los resultados indican que en este lugar, los *Leptonycteris curasoae* se reproducen dos veces al año sin necesidad de migrar.

## INTRODUCCIÓN

*Leptonycteris curasoae* es una especie de murciélago nectarívoro que en México está amenazada de extinción (Sedesol, 1994) y está considerada una de las más especializadas en el consumo de néctar y polen de flores nocturnas (Álvarez y González, 1970). Debido a que estos recursos se producen de manera estacional a lo largo de su área de distribución, estos murciélagos realizan grandes migraciones en busca de las floraciones que producen plantas como los agaves, las cactáceas columnares y algunos árboles tropicales a lo largo de Norteamérica (Howell, 1974; Gentry, 1982; Fleming, Nuñez y Stenberg, 1993). Según esta teoría, dicha especie viaja durante la primavera, desde las regiones tropicales de Centroamérica y México, hasta las regiones extratropicales del noroeste de México (Sonora) y el sudoeste de Estados Unidos (Arizona y Nuevo México); (Koopman, 1981; Cockrum, 1991; Fleming et al., 1993).

Durante su estancia en el norte, las hembras gestantes se separan y forman colonias de maternidad, y el resto de la población forma colonias mixtas en las cuales los machos adultos son mayoría (Cockrum, 1991; Fleming, Nelson y Dalton, 1998). Las cuevas de maternidad se caracterizan por poseer alta temperatura y humedad, elementos que resultan favorables para parir y criar en ellas durante el verano (Wilson, 1979; Cockrum, 1991; Fleming et al., 1998).

Dichas colonias se desintegran cuando las crías son destetadas y entonces las cuevas son ocupadas por colonias mixtas (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1998).

Los murciélagos habitan en el norte de Sonora y el sudoeste de Estados Unidos hasta que la floración de las cactáceas y los agaves se agota, lo cual sucede durante el otoño, y luego regresan al trópico en busca de alimento (Cockrum, 1991). Lo que ocurre con esta especie dentro de las regiones tropicales es muy poco conocido y se afirma, sin que esté plenamente comprobado, que los murciélagos que habitan en el trópico también migran, a pesar de que en estas regiones los recursos florales de los que se alimentan están presentes todo el año (Valiente, Arizmendi, Rojas y Domínguez, 1996; Rojas, Valiente, Arizmendi, Alcántara y Arita, 1999; Rojas, 2001).

Recientemente se ha descubierto que en el trópico seco del centro de México *Leptonycteris curasoae* mantiene poblaciones permanentes (Rojas *et al.*, 1999; Rojas, 2001). En esta región las colonias de maternidad se forman durante el invierno (Wilson, 1979), pero debido a la abundancia de recursos florales que existen durante la primavera y el verano, así como por la captura de algunas hembras con gestación avanzada en el Valle de Tehuacán (Rojas, 1996), se sospecha que en el centro de México existe un segundo periodo de nacimientos. Sin embargo, como las hembras sólo pueden tener un parto al año, se considera que las hembras que paren en el verano no son las mismas que lo hacen durante la primavera (Wilson, 1979).

Actualmente se desconoce hasta dónde se internan en México los murciélagos que abandonan durante el otoño el norte de Sonora y el sudoeste de Estados Unidos, y se especula acerca del posible contacto entre las poblaciones migratorias y residentes en el centro de México, debido a que existe la

sospecha de que la migración sólo ocurre entre el sudoeste de Estados Unidos y el estado de Sinaloa (Arita, 1991; Rojas *et al.*, 1999).

Los patrones de reproducción y el comportamiento migratorio de esta especie han sido estudiados en cuevas con colonias de maternidad (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1998; Sánchez, 2000). Sin embargo, este tipo de cuevas tienen el inconveniente de que son estacionales y escasas. Las colonias no maternales, formadas principalmente por machos, hasta ahora han sido poco consideradas para analizar los patrones de reproducción y el comportamiento migratorio (Ceballos, Fleming, Chávez y Nassar, 1997; Cruz, 2001). No obstante, representan una verdadera opción debido a que están habitadas permanentemente, de manera que la estructura de sexos, la condición reproductora y la edad de los murciélagos reflejan los cambios derivados de la reproducción regional y de la migración. Por ejemplo, la condición reproductiva de los machos puede señalar los periodos de apareo que ocurren en el centro de México, asumiendo que ellos, al madurar sexualmente, deben ser capaces de reunirse con las hembras receptivas durante las temporadas de apareo, debido a que no se considera posible la presencia de machos fértiles en temporadas en las que no existen hembras receptivas en la región.

En esta investigación analizamos la estructura poblacional de una colonia de *L. curasoae* que habita la Cueva del Obispo, situada en la región semiárida del centro de México. Dicha colonia, presente durante todo el año, está constituida sobre todo por machos (Cruz, 2001). Las hembras gestantes se integran a ellas de manera estacional y permanecen hasta noviembre, mes en el que abandonan el lugar y viajan hacia cuevas de maternidad desconocidas. Analizamos las variaciones que ocurren a través del año en la composición de sexos, la

estructura de edades, la condición reproductora y el peso de los animales, para determinar las características del patrón de reproducción que ocurre en el centro de México y para observar si existen evidencias de la incorporación estacional de animales migrantes. Consideramos que si los murciélagos son residentes, la actividad reproductora de los machos reflejará esta condición y, finalmente, que el descenso en el peso de los animales de la colonia será un indicativo de la incorporación de individuos juveniles provenientes de la desintegración de las colonias de maternidad.

## MÉTODOLÓGIA

La Cueva del Obispo está situada en las afueras de la población de Santiago Nochixtlán, municipio de Zapoquila, en Oaxaca, México, sobre la pared de un cerro que fue formado por la erosión de dos arroyos temporales. La cueva tiene una entrada principal de 8 m de largo y 6 m de altura con forma de cruz. Su interior está dividido en dos túneles: el primero de ellos, que es donde se refugian todo el año estos murciélagos, es una grieta de 2 m de ancho, más de 10 m de altura y aproximadamente 50 m de longitud; el otro túnel es un cilindro formado por la erosión del agua, mide 8 m de diámetro y 70 m de longitud (esta parte de la cueva sólo es habitada por *L. curasoae* cuando la colonia es muy grande). La vegetación en los alrededores de la cueva corresponde a bosques de galería sobre los cauces de los arroyos, mientras que sobre las laderas de los cerros se desarrollan matorrales xerófilos y selvas bajas caducifolias.

Para desarrollar este trabajo, efectuamos visitas a la Cueva del Obispo en julio y octubre del 2000, y durante enero y abril del 2001. En cada visita instalamos una red ornitológica negra de 6 m de largo

por 3 m de alto a la salida de la cueva. La red fue instalada a las 19:30 h, antes de la salida de los murciélagos, y permaneció abierta durante dos horas mientras abandonaban la cueva.

Los murciélagos capturados fueron depositados vivos dentro de costales de tela, para posteriormente determinar el sexo, la edad relativa, la condición reproductora y el peso de cada uno de los ejemplares. La edad fue asignada de acuerdo con el siguiente criterio: *juveniles* cuando presentaban epífisis cartilaginosas en las articulaciones de las falanges del tercer dedo de las alas; *subadultos* cuando la oscificación de las falanges estaba completa, el pelaje corto y el peso menor a 27 g; y *adultos* cuando tenían pelaje largo y peso mayor a los 27 g. Para determinar la condición reproductora de los ejemplares se aplicó el siguiente criterio: se consideraron *hembras gestantes* aquellas en las que se percibió la presencia de fetos por palpación del vientre y que presentaban glándulas mamarias desarrolladas; y *hembras no reproductoras*, las que no presentaron evidencias de gestación y tenían glándulas mamarias pequeñas. En el caso de los machos, medimos el diámetro de los testículos: consideramos que los individuos con testículos no visibles se encontraban en *etapa no reproductiva*; aquellos que presentaron testículos inferiores a los 3 mm de diámetro fueron considerados *infértiles* (Torres y Rojas, 2001); y los ejemplares que presentaron testículos mayores a 3 mm de diámetro fueron considerados *fértiles*, debido a que en ellos se observaron espermatozoides libres en los túbulos seminíferos y en el epidídimo (Torres y Rojas, 2001).

Para determinar si las variaciones trimestrales en el peso de los ejemplares y en el tamaño de los testículos fueron significativas, utilizamos análisis de varianza para muestras desiguales e identificamos las diferencias mediante una prueba de Tukey (Montgomery, 1991).

## RESULTADOS

### Proporción de sexos

La Cueva del Obispo estuvo habitada permanentemente por una colonia de *Leptonycteris curasoae* (Fig. 1). Durante todo el año los machos representaron más del 60% de la población en cada muestra; en junio llegaron a constituir 89% y en enero, 96%. La presencia de las hembras fue más importante en octubre y en abril, 26% y 35%, respectivamente.

### Estructura de edades

La presencia de individuos adultos fue muy importante durante octubre, cuando llegaron a representar poco más del 50% de la muestra de ese mes (Fig. 2), mientras que el resto del año los subadultos fueron mayoría. La presencia de juveniles fue constante de julio a enero, con una mayor presencia en octubre (11%).

Fig. 1. Proporción anual de sexos de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo

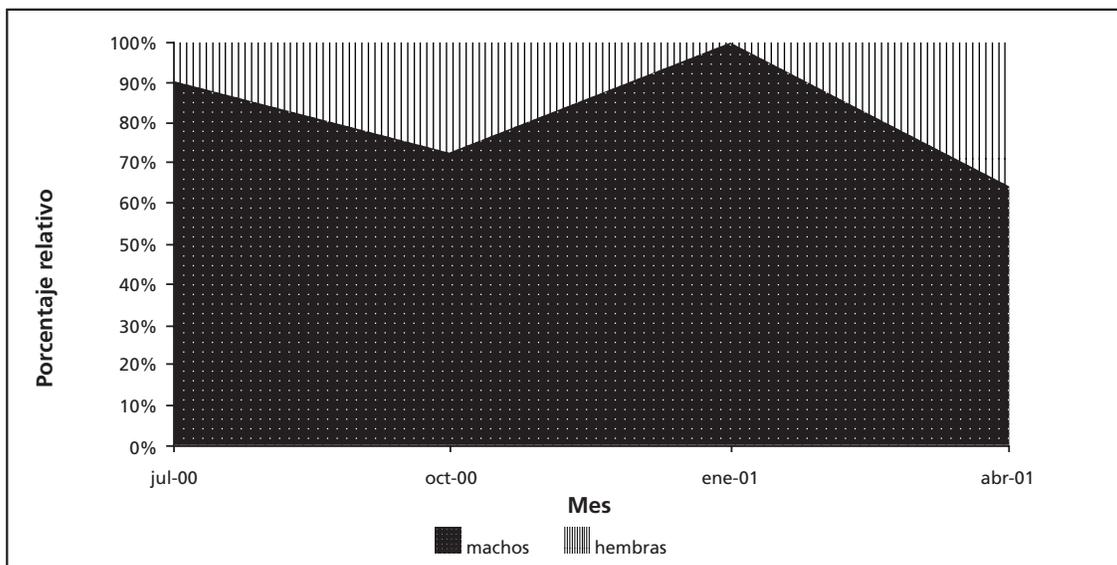
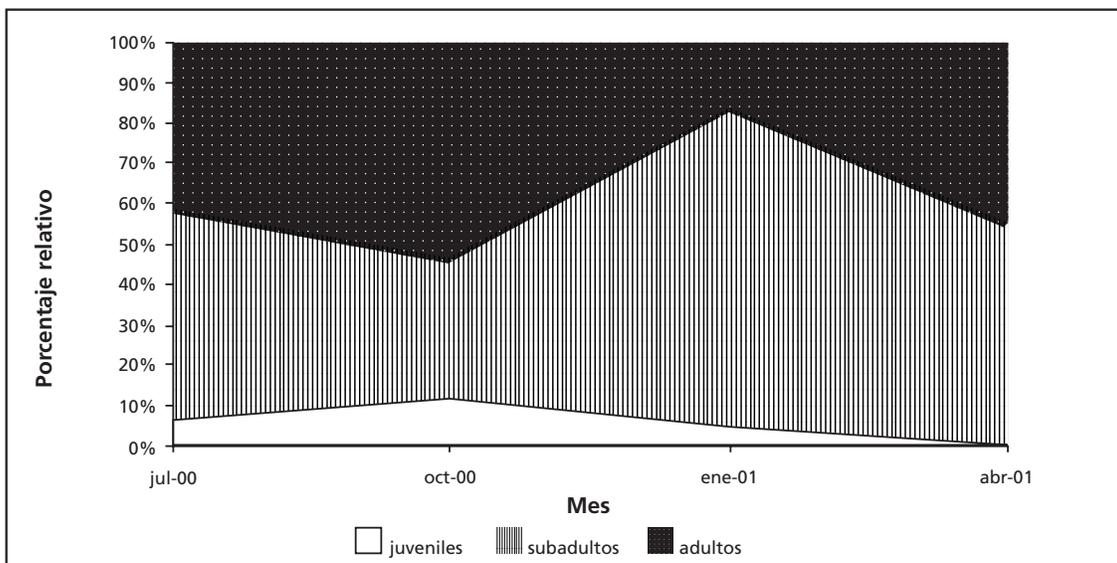


Fig. 2. Estructura de edades porcentual para *Leptonycteris curasoae*, obtenida cada tres meses en la Cueva del Obispo



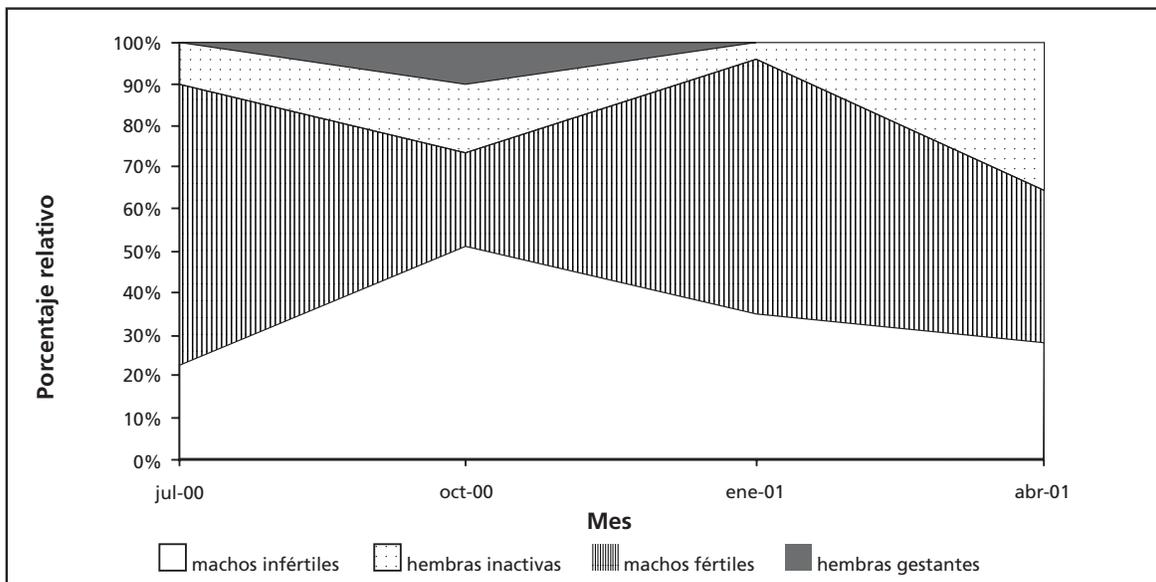
### Actividad reproductora

La actividad reproductora mostró dos periodos de fertilidad. En el caso de los machos, el mayor porcentaje de individuos fértiles se presentó en julio y en enero (60% de la población). Las hembras gestantes sólo estuvieron presentes durante la muestra de octubre, cubriendo sólo 10% de la muestra de ese mes.

### Variación del tamaño testicular

El diámetro de los testículos presentó variaciones significativas a lo largo de este estudio ( $F = 8.51$ ,  $gl = (3, 121)$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 125$ ). La prueba de comparación de promedios de Tukey (Tabla 1) indicó que los testículos de mayor tamaño se presentaron en abril y julio (4.58 y 4 mm de diámetro en promedio, respectivamente) y que presentaron diferencias significativas con los de enero, que fueron los de menor tamaño (3.14 mm de diámetro en promedio).

**Fig. 3.** Condición reproductora anual de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo



**Tabla 1.** Comparación de los promedios del diámetro testicular trimestral en machos que habitan en la Cueva del Obispo ( $q = 3.69$ ,  $gl = (3, 121)$ ,  $p < 0.005$ ,  $n = 125$ ). Las líneas unen a los promedios que no muestran diferencias estadísticas significativas

Meses	abril	julio	octubre	enero
Promedios (mm)	4.58	4.0	3.71	3.14

## Variación trimestral del peso de los machos

El peso de los machos difirió significativamente a lo largo de este estudio ( $F = 9.53$ ,  $gl = (3, 167)$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 171$ ). Fue alto durante los meses de julio, enero y abril (27.23 g, 26.71 g y 26.66 g., respectivamente), y no se encontró diferencia significativa entre el peso determinado en estos meses (Tabla 2). En cambio, el peso registrado en octubre fue significativamente el más pequeño (23.45 g).

**Tabla 2.** Comparación de los promedios de peso de los machos, obtenidos cada tres meses en la Cueva del Obispo ( $q = 3.63$ ,  $gl = (3, 163)$ ,  $p < 0.005$ ,  $n = 171$ ). Las líneas unen a los promedios que no muestran diferencias estadísticas significativas

Mes	julio	enero	abril	octubre
Promedios (mm)	27.23	26.71	26.66	23.45

## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Tradicionalmente, la presencia de los murciélagos de la especie *Leptonycteris cursoae* ha sido considerada estacional en el trópico de México, debido a la creencia de que están obligados a migrar ante el agotamiento estacional de las floraciones tropicales (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1993; Wilkinson y Fleming, 1996). De acuerdo con esta afirmación, las colonias de murciélagos que habitan en el trópico de México deberían estar presentes sólo en otoño y en invierno (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1998; Ceballos *et al.*, 1997).

Los resultados obtenidos en esta investigación no coinciden con estas afirmaciones, debido a que la Cueva del Obispo estuvo habitada durante todo el año por una colonia numerosa de *Leptonycteris cursoae* (Cruz, 2001). Es bien sabido que en las regiones tropicales de México los nacimientos de esta especie ocurren durante el invierno (Wilson, 1979; Sánchez, 2000), y resultó interesante que en la Cueva del Obispo se observaron dos periodos bien marcados de incorporación de hembras en octubre (otoño) y abril (primavera), y que hubo un aumen-

to de los individuos subadultos en julio y enero, épocas en las que los murciélagos nacidos en primavera e invierno son destetados y se disuelven las colonias de maternidad (Wilson, 1979). Esto coincide con observaciones realizadas en la Cueva de Jolalpan, situada en Puebla, cerca de los límites con el estado de Morelos (Sánchez, 2000), y con otro estudio realizado en esta misma Cueva del Obispo (Cruz, 2001). Además, fue notable la presencia de ejemplares jóvenes durante julio, octubre y enero, ya que esto implica la existencia de nacimientos tardíos en julio y nacimientos tempranos en octubre; es decir, fuera de temporada (Wilson, 1979; Sánchez, 2000).

El número de murciélagos con testículos fértiles (mayores a 3 mm de diámetro) se incrementó notablemente en julio y enero, periodos que coinciden con la presencia más baja de hembras y con los periodos de desintegración de las colonias de maternidad (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1998; Sánchez, 2000), lo que podría significar que los machos se reúnen con las hembras en las cuevas de materni-

dad al terminar la lactancia. Si esto fuera así, las hembras gestantes que se integran a la colonia durante octubre serían resultado de los apareamientos que ocurren en el verano (junio-julio) (Sánchez, 2000), debido a que se considera que estos murciélagos tienen una gestación de cinco meses (Ceballos *et al.*, 1997; Sánchez-Quiroz, 2000).

La mayor presencia de adultos en la cueva ocurrió en octubre y abril, meses que coinciden con las temporadas previas a la formación de las colonias de maternidad. El análisis de la varianza del tamaño de los testículos mostró que durante la primavera y el verano aumenta el número de mayor tamaño, lo que significa que la actividad reproductora de esta época determina los nacimientos de invierno (Sánchez, 2000) y que está bien definida entre los machos de la Cueva del Obispo, en coincidencia con los resultados obtenidos por Cruz Romo (2001), quien además reporta presencia de machos fértiles durante noviembre y febrero. Lo anterior contrasta con la hipótesis de la migración, lo cual supone que en primavera las hembras se encuentran en el norte en cuevas de maternidad (Cockrum, 1991; Wilkinson y Fleming, 1996). Si esto fuera así el desarrollo testicular no tendría explicación biológica: si los machos no fueran capaces de reunirse con las hembras receptivas. Lo anterior implica que las hembras que se aparean en esta época en el centro de México pertenecen a una población distinta de la del norte.

Por otra parte, el menor tamaño, en promedio, de los testículos, se presentó en enero, coincidiendo con la máxima presencia de subadultos. Esto puede implicar que debido a su edad, los individuos presentan poco desarrollo testicular, no obstante que muchos son animales fértiles (Torres y Rojas, 2001). Lo anterior podría explicar un segundo periodo de apareos en invierno, que concluye en los nacimien-

tos de finales de la primavera, y tal vez estos nacimientos no sean muy abundantes en el trópico debido a la inexperiencia de los machos.

El peso de los ejemplares demuestra que los individuos más pequeños están presentes en la cueva durante octubre y esto coincide con la mayor presencia de juveniles y subadultos, que seguramente son producto de los nacimientos del verano. Lo anterior sugiere dos cosas: que estos murciélagos son individuos nacidos en el norte, lo cual resulta improbable por la gran distancia que tendrían que recorrer en dos meses (pero en todo caso su procedencia debe ser probada), o bien, que se trate de individuos nacidos en regiones tropicales cercanas, hasta ahora desconocidas.

Es evidente que en la Cueva del Obispo se perciben evidencias de dos periodos de reproducción en el centro de México; sin embargo, el uso de esta cueva no es uniforme a través del año debido a que las hembras gestantes sólo se integran a esta colonia durante el otoño, y las que pudieran estar preñadas durante la primavera no utilizan esta cueva. Además, los machos que se encuentran fértiles durante enero son animales subadultos, mientras que los que se encuentran fértiles durante julio son animales de mayor edad y desarrollo testicular, que aparentemente se trasladan a otra cueva durante el invierno.

Para resolver estas interrogantes es necesario estudiar simultáneamente cuevas cercanas con colonias permanentes, para detectar movimientos regionales y explicar los cambios en la estructura de las colonias que habitan las cuevas. ☆

## REFERENCIAS

- Álvarez, T. y González, Q. L. (1970). Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 18, 137-165.
- Arita, H. T. (1991). Spatial segregation in long-nosed bats, *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 72, 706-714.
- Ceballos, G., Fleming, T. H., Chávez, C. y Nassar, J. (1997). Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, México. *Journal of Mammalogy*, 78, 1220-1230.
- Cockrum, E. L. (1991). Seasonal distribution of northwestern populations of the nosed-bats, family Phyllostomidae. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología*, 62, 181-202.
- Cruz Romo, J. L. (2001). *Dinámica poblacional de una colonia de Leptonycteris curasoae, en una cueva situada en la zona tropical semiárida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fleming, T. H., Núñez, R. A. y Sternberg, L. S. (1993). Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecologia*, 94, 72-75.
- Fleming, T. H., Nelson, A. A. y Dalton, V. M. (1998). Roosting behavior of the lesser long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae*. *Journal of Mammalogy*, 79, 147-155.
- Gentry, H. S. (1982). *Agaves of continental North America*. Arizona: University of Arizona Press.
- Howell, D. J. (1974). Bats and pollen: physiological aspects of the syndrome of chiropterophily. *Comparative Biochemical and Physiology*, 48, 263-276.
- Koopman, K. F. (1981). The distributional patterns of the new world nectar-feeding bats. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68, 352-369.
- Montgomery, D. C. (1991). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Rojas Martínez, A. E. (1996). *Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados como migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas Martínez, A. E., Valiente Banuet, A., Arizmendi, M. del C., Alcántara Eguren, A. y Arita, H. T. (1999). Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: Does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography*, 26, 1065-1077.
- Rojas Martínez, A. E. (2001). *Determinación de los movimientos altitudinales estacionales de tres especies de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophaginae), en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas, México*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez Quiroz, A. (2000). *Características del ambiente y patrón reproductivo de una colonia de Leptonycteris curasoae (Chiroptera: Phyllostomidae) en el estado de Puebla, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sedesol (1994). Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-1994. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas, en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos*. Tomo CDLXXXVIII, 10.
- Torres Villaseñor, K. y Rojas Martínez, A. E. (2001). Descripción histológica estacional del epitelio seminífero de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera Phyllostomidae). *Imaggen (número especial dedicado a la investigación), Universidad Simón Bolívar*, 53, 18-25.
- Valiente Banuet, A., Arizmendi, M. del C., Rojas Martínez, A. E. y Domínguez Canseco, L. (1996). Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 12, 103-119.
- Wilkinson, G. S. y Fleming, T. H. (1996). Migration and evolution of lesser long-nosed bats *Leptonycteris curasoae*, inferred from mitochondrial DNA. *Molecular Ecology*, 5, 329-339.
- Wilson, D. E. (1979). Reproductive patterns. En Baker, R.J., Jones, Jr., and Carter, D.C. *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Special Publications. The Museum Texas Tech University*. Part. III. 317-378.