

RESUMEN

Las especializaciones alimenticias de los murciélagos (insectívoros, frugívoros, polinívoros, nectarívoros sanguívoros y carnívoros), así como la importancia ecológica que tienen sus hábitos alimenticios (el consumo de insectos nocivos para la agricultura y la salud humana, la dispersión de semillas y la polinización de plantas) son ampliamente reconocidos. No obstante, hasta ahora no ha sido posible determinar con precisión la cantidad de alimento que consumen estos animales en la naturaleza.

Este trabajo tiene como objetivo cuantificar el consumo promedio diario de alimento en cuatro especies de murciélagos en cautiverio, para poder especular sobre el comportamiento de estos animales cuando están en libertad.

El experimento se realizó con 14 murciélagos nectarívoros (11 *Glossophaga soricina* y tres *Leptonycteris curasoae*) y 13 frugívoros (tres *Artibeus jamaicensis* y 10 *Artibeus hirsutus*). Con los resultados obtenidos se determinó que todos los murciélagos consumieron diariamente una cantidad mayor a la de su propio peso y que el consumo fue inversamente proporcional al peso de los murciélagos.

Determinación del consumo diario de alimento en cuatro especies de murciélagos herbívoros (Phyllostomidae) mantenidos en cautiverio

Alberto Rojas, Pilar Santos, Irais Rivera, Eduardo Petriz y Alejandra Pardo

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos filostómidos son ampliamente reconocidos por sus especializaciones alimenticias y por la importancia ecológica de sus hábitos alimenticios (Fleming, 1988).

Los murciélagos insectívoros pueden consumir en una noche hasta su propio peso en insectos (Kunz, 1982; Fenton, 1982) que son nocivos para la agricultura (escarabajos, mariposas y grillos) y la salud humana (mosquitos). En algunas cuevas, estos animales llegan a formar colonias de varios cientos de miles (Kunz, 1982), lo que indica que cada noche consumen varias toneladas de estos insectos.

Por otra parte, en los ecosistemas tropicales, los murciélagos que consumen productos vegetales cumplen con un importante papel ecológico en la naturaleza, pues, todas las noches, cuando se alimentan del néctar de las flores nocturnas, su pelo se impregna de polen y, al trasladarse a otras flores, actúan como polinizadores de las plantas que les proporcionan alimento. Por ejemplo, el murciélago nectarívoro *Leptonycteris curasoae* visita diariamente cientos de plantas para obtener su alimento (Petit y Pors, 1995), y en una semana es capaz de recorrer superficies de hasta 200 km² (Shaley, Horner y Fleming, 1993). Asimismo, cuando los murciélagos frugívoros consumen la fruta madura de algunos árboles, ingieren las semillas y luego, al continuar con su búsqueda de alimento, las transportan y de-

positan muy lejos de las plantas progenitoras, llevándolas en la mayoría de los casos hasta sitios apropiados para su germinación y crecimiento (Heithaus, 1982). Adicionalmente, algunas semillas, al pasar por el tracto digestivo de estos murciélagos, reciben un tratamiento químico que estimula la germinación (Heithaus, 1982; Izhaki, Korine y Arad, 1995).

Las relaciones mutualistas que establecen los murciélagos nectarívoros y los frugívoros con las plantas que les proporcionan alimento son objeto de intensas investigaciones. Uno de los propósitos más ambiciosos de estos estudios es determinar el impacto que tienen las actividades de estos animales sobre la naturaleza, así como el costo energético que éstas representan para los propios murciélagos. En este sentido, se han realizado importantes investigaciones destinadas a determinar las diferentes especies vegetales que forman parte de su dieta (Álvarez y González, 1970; Quiroz, Xelhuantzi y Zamora, 1986; Rojas *et al.*, 1999); o bien, a estudiar los patrones de alimentación y el balance energético de los murciélagos (Arends, Bonaccorso y Genoud, 1995).

Sin embargo, hasta el momento ha sido imposible determinar con precisión la cantidad de alimento que consumen los murciélagos en la naturaleza, lo cual permitiría conocer la cantidad de energía que requieren para sobrevivir y, así, determinar el impacto favorable que tienen sobre los ecosistemas al transportar diariamente polen y semillas.

OBJETIVO

Determinar el consumo promedio diario de alimento en cuatro especies de murciélagos filostómidos (que se alimentan de productos vegetales) en condiciones de cautiverio, para discutir sus requerimien-

tos de alimento y la posible función de sus hábitos alimenticios en la naturaleza.

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se observaron 14 murciélagos nectarívoros: 11 *Glossophaga soricina* y tres *Leptonycteris curasoae* (Phyllostomidae: Glossophaginae); y 13 murciélagos frugívoros: tres *Artibeus jamaicensis* y 10 *Artibeus hirsutus* (Phyllostomidae: Stenoderminae).

Los murciélagos se mantuvieron en cautiverio en el Laboratorio de Cordados de la Universidad Simón Bolívar, siguiendo la metodología descrita por Pardo, Santos y Rojas (1999). Se les alimentó con una dieta balanceada, desarrollada en el laboratorio (Pardo *et al.*, 1999), misma que se pesó y suministró a los murciélagos cada dos días. La cantidad de alimento consumido por los murciélagos *G. soricina*, *L. curasoae* y *A. jamaicensis* se cuantificó durante cuatro meses, y la de los *A. hirsutus*, durante un mes.

Para determinar la cantidad diaria de alimento que consumía cada murciélago, se pesaron los restos de comida cada dos días y la diferencia obtenida entre el peso inicial y el final se dividió entre el total de murciélagos que la consumieron. El consumo de alimento diario se relacionó con el peso de los murciélagos de cada especie. Finalmente, la información obtenida se discutió de acuerdo con el papel ecológico de los murciélagos herbívoros en la naturaleza.

Cada uno de los murciélagos se pesó y revisó cada tercer día, para verificar su estado de salud. Consideramos como evidencias de buena nutrición los siguientes aspectos: peso estable similar al que tenían al ser capturados en el campo, mantenimiento del pelo y patrón de actividad (Arends *et al.*, 1995; Pardo *et al.*, 1999).

RESULTADOS

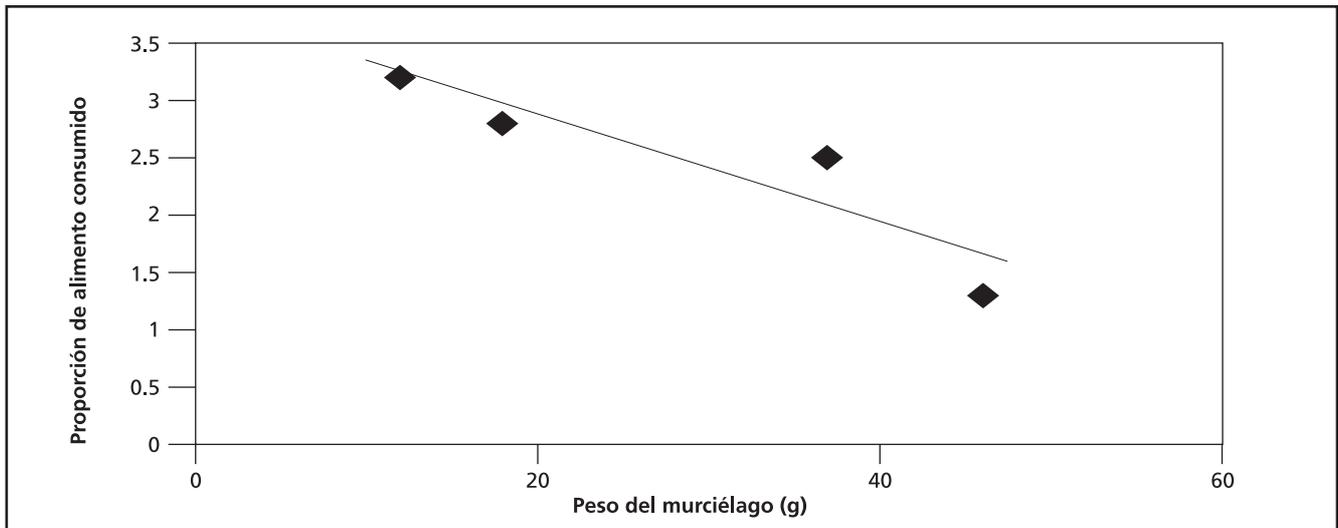
En todos los casos, los murciélagos consumieron al menos su propio peso en alimento (Tabla 1). El mayor consumo de alimento diario con relación al peso se presentó en *G. soricina*, que es el murciélago más pequeño de todos los considerados. Al graficar el peso de cada una de las especies contra la proporción de alimento consumido por día (Fig. 1), se en-

contró una relación inversamente proporcional al peso de los murciélagos: los murciélagos de mayor tamaño consumieron una menor proporción de alimento con relación a su propio peso (una vez su peso); y los de menor tamaño, una mayor proporción (tres veces su peso: $r^2=-0.83$).

Tabla 1. Proporción diaria de alimento consumido por cuatro especies de murciélagos herbívoros en cautiverio, con relación a su propio peso

Especie	Peso (g)	Consumo diario (g)	Consumo diario en proporción al peso
<i>Glossophaga soricina</i>	12	38.7	3.2
<i>Leptonycteris curasoae</i>	18	50.0	2.8
<i>Artibeus hirsutus</i>	37	93.2	2.5
<i>Artibeus jamaicensis</i>	46	61.6	1.3

Fig. 1. Relación peso contra la proporción de alimento consumido por murciélago



DISCUSIÓN

Determinamos que todos los murciélagos analizados consumen diariamente al menos su propio peso en alimento, y que a medida que el murciélago es más pequeño consume una mayor cantidad. Esta relación se debe a que los murciélagos pequeños poseen altas tasas de metabolismo basal y altas temperaturas corporales (36 °C a 40 °C) (Arends *et al.*, 1995), y a que como el alimento vegetal es poco

nutritivo por unidad de peso, se ven obligados a consumir grandes cantidades de productos vegetales para compensar sus requerimientos metabólicos y la pérdida de energía (Fleming, 1988).

Al respecto, Fleming (1988) afirma que los murciélagos herbívoros viven la mayor parte de su vida en una situación energéticamente precaria. Por otra

parte, si bien el contenido nutritivo de los productos vegetales es bajo, en el trópico abundan todo el año y eso les permite mantener las tasas metabólicas más altas entre los mamíferos de tamaño similar.

La cantidad de alimento que consumieron los murciélagos durante nuestras observaciones puede parecer excesiva y podría pensarse que es producto de las condiciones derivadas del cautiverio. Sin embargo, la información que existe sobre el consumo de alimento de los murciélagos herbívoros en la naturaleza, aunque es escasa, coincide ampliamente con la de este trabajo. Por ejemplo, nosotros determinamos que *A. jamaicensis* consume 1.3 veces su propio peso en alimento en un día y que *A. hirsutus* consume 2.5 veces su propio peso. El primer resultado coincide exactamente con el de Morrison (1973) y, de cierta manera, con el de Fleming (1982), quien afirma que este murciélago consume su propio peso en fruta cada noche, al igual que el murciélago frugívoro *Carollia perspicillata*, según aclara el mismo Fleming.

Cabe aquí señalar que los murciélagos frugívoros son responsables de la dispersión de 80% de las semillas de un gran número de árboles tropicales (Medellín y Gaona, 1998) y, en ambientes áridos, de las cactáceas columnares. Las grandes cantidades de alimento que consumen diariamente estas especies revelan que su papel en la naturaleza es fundamental para el buen funcionamiento de los ecosistemas.

En el caso de los murciélagos nectarívoros, determinamos que *G. soricina* requiere consumir diariamente el equivalente a 3.2 veces su peso y *L. curasoe*, 2.8. En la naturaleza estos murciélagos consumen grandes cantidades de néctar y polen cada noche (y también fruta cuando tienen la posibilidad). *G. soricina*, además, puede consumir insectos (Gardner, 1977). El néctar es una fuente rica en ener-

gía que, sin embargo, carece de otros componentes nutricionales fundamentales como son los lípidos, las vitaminas y los aminoácidos (Howell, 1979).

Howell (1979) ha determinado que *L. curasoe* consume cada noche entre 40 y 56 g de alimento, lo que equivale a 2.2 y 3.1 veces su peso. Este murciélago tiene una dieta muy especializada en el consumo de néctar y polen, y para cubrir sus requerimientos nutricionales en la naturaleza visita aproximadamente 800 flores por noche, distribuidas en áreas que llegan a medir hasta 12.5 ha (Petit y Pors, 1995). Holversen y Reyer (1984) determinaron que el murciélago *Anoura caudifer* tarda cuatro horas en visitar 800 flores en un área de 50 km.

Las mediciones sobre el consumo diario de alimento de las cuatro especies consideradas en esta investigación resultaron similares a las que han reportado otros autores en la naturaleza; sin embargo, si consideramos que las mediciones realizadas en el campo pueden ser altamente imprecisas y que las observaciones en el laboratorio son relativamente artificiales –debido a que los murciélagos no realizan sus actividades normales de vuelo y búsqueda del alimento– debemos concluir que las proporciones de alimento que los murciélagos consumen en la naturaleza pueden ser aún mayores a las conocidas hasta ahora.

Este estudio, además de mostrar las diferencias entre cuatro especies de murciélagos en cuanto a la cantidad de alimento consumido según su tamaño y función en la naturaleza, es de gran importancia porque comprueba que la metodología establecida en nuestro primer trabajo para mantener murciélagos en cautiverio es válida para otras dos especies de murciélagos (previos ajustes particulares), lo que amplía nuestras posibilidades de trabajar con otras especies de murciélagos.

CONCLUSIONES

La cantidad de alimento que consumieron diariamente las especies de murciélagos estudiadas equivale entre una y tres veces su propio peso. Este análisis nos permite concluir que los estudios en cautiverio son un gran apoyo para las investigaciones de campo, debido a que aportan datos y conocimientos relevantes para entender lo que ocurre en la naturaleza. La técnica desarrollada en la Escuela de Biología de la Universidad Simón Bolívar contribuye de manera significativa en este campo, pues en México no se contaba con esta metodología.

Por ejemplo, los estudios sobre alimentación que aquí presentamos pueden servir para calcular los requerimientos nutricionales adicionales que requieren las hembras de estos organismos durante el embarazo y la lactancia, aspectos que no se han valorado en la naturaleza debido a la dificultad que implica un estudio de este tipo.

Asimismo, este trabajo puede ayudar a calcular la capacidad de carga de un área para una especie de murciélago y justificar, por ejemplo, que no se elimine la vegetación en ciertas áreas del país.

Por último, tomando en cuenta que el metabolismo de los murciélagos es muy alto, comparado con otros mamíferos (incluyendo el hombre), este análisis podría funcionar como modelo para estudios sobre conservación de la energía. ☆

REFERENCIAS

- Álvarez, T. y González, L. Q. (1970). Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 18, 134-138.
- Arends, A., Bonaccorso, F. y Genoud, M. (1995). Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from a semiarid thorn forest in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 76, 947-956.
- Fleming, T. H. (1982). Foraging strategies of plant-visiting bats. En Kunz, T. *Ecology of bats* (pp. 287-326). New York/London: Plenum Press.
- Fleming, T. H. (1988). *The short-tailed fruit bat. A study in plant-animal interactions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Fenton, M. B. (1982). Echolocation, insect hearing and feeding ecology of insectivorous bats. En Kunz, T. *Ecology of bats* (pp. 261-286). New York/London: Plenum Press.
- Gardner, A. L. (1977). Feeding habits. En Baker, R. J., Jones, J. K. Jr. y Carter, D. C. *Biology of bats of New World family Phyllostomidae. Part II* (Special Publications) (pp. 293-350). Lubbock: The Musseum Texas Tech University.
- Heithaus, R. E. (1982). Coevolution between bats and plants. En Kunz, T. *Ecology of Bats* (pp. 327-367). New York/London: Plenum Press.
- Holwersen, O. V. y Reyer, H. U. (1984). Notably intake and energy expenditure in a flower visiting bat. *Oecologia*, 63, 178-184.
- Howell, D. J. (1979). Flock foraging in nectar-feeding bats: advantages to the bats and the host plants. *American Naturalist*, 114, 23-49.
- Izhaki, I., Korine, C. y Arad, Z. (1995). The effect of bat (*Rousettus aegyptiacus*) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habits. *Oecologia*, 101, 335-342.
- Kunz, T. (1982). Roosting Ecology. En Kunz, T. *Ecology of bats* (pp. 1-56). New York/ London: Plenum Press.
- Medellín y Gaona. (1998). Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 31, 478-485.
- Morrison, D. W. (1973). Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology*, 59, 716-723.
- Pardo, A., Santos, P. y Rojas M. A. (1999). Mantenimiento en cautiverio de murciélagos filostómidos: un nuevo método. *Imaggen (número especial dedicado a la investigación)*, Universidad Simón Bolívar, 48, 23-30.
- Petit, S. y Pors, L. (1995). Survey of columnar cacti and carrying capacity for nectar-feeding bats on Curacao. *Conservation Biology*, 10, 769-775.
- Quiroz, D. L., Xelhuantzi, M. S. y Zamora, M. C. (1986). *Análisis palinológico del contenido gastrointestinal de los murciélagos Glossophaga soricina y Leptonycteris yerbabuenae de las grutas de Juxtlahuaca, Guerrero*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Rojas, M. A., Valiente Banuet, A., Arizmendi, M. de la 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.
- Sahley, C. T., Horner, M. A. y Fleming, T. H. (1993). Flight speeds and mechanical power outputs of the néctar-feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Phyllostomidae: Glossophaginae). *Journal of Mammalogy*, 74, 594-600.