

Contenido nutrimental del alimento proporcionado a murciélagos (Phyllostomidae) en cautiverio

Pilar Santos, Irais Rivera y Alberto Rojas

Resumen

El mantenimiento de murciélagos en cautiverio es necesario para realizar trabajos de investigación sobre varios de sus aspectos biológicos. Uno de los factores para poder mantenerlos en cautiverio es establecer una dieta equilibrada y palatable que promueva el desarrollo y la reproducción de los organismos.

En este caso, se alimentaron 11 murciélagos de la familia Phyllostomidae en el Laboratorio de Cordados de la Universidad Simón Bolívar, con la dieta propuesta por Pardo (1998). Se realizaron diversos análisis, a través de distintos métodos, para determinar los porcentajes de proteína (método Kjeldahl), de lípidos (Soxhlet) y de hidratos de carbono (Fehling). También se midió la humedad, mediante termobalanza, fibras y cenizas.

Los resultados mostraron que la dieta artificial contiene 70.18% de hidratos de carbono, 12.63% de proteína, 5.94% de lípidos, 4.96% de fibra y 6.29% de cenizas. Estos datos se asemejan a los sugeridos por Hulme para dietas de murciélagos en cautiverio.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos vegetarianos de los murciélagos abarcan el consumo de frutos, flores, néctar y polen. Pero ocasionalmente, mientras se alimentan de estos productos, también ingieren insectos. En cuanto a las frutas silvestres, consumen una gran variedad de ellas (muchas no son palatables por el hombre), y en lo que se refiere a frutas cultivadas, ingieren mango, plátano, durazno, manzana, papaya, naranja y baya. Los murciélagos acarrear la fruta hasta una percha y ahí se comen la parte más carnosa y descartan la cáscara, la pulpa fibrosa y las semillas. Cuando consumen frutas con muchas semillas ingieren parte de ellas, y el paso por el tracto digestivo favorece su germinación y, por lo tanto, esto ayuda a la dispersión de las especies (Hill y James, 1988).

Los murciélagos también consumen frutas de cáscara delgada o que han sido abiertas por otros murciélagos frugívoros. El polen se deposita en su cabeza y hombros, pues el pelo facilita la adherencia, y luego, al limpiarse con las uñas y con la lengua, terminan por comérselo (Kunz, 1990).

Los murciélagos de la familia Glossophaginae se alimentan principalmente de néctar y polen. Las diferencias en los hábitos alimenticios se reflejan notablemente en las estructuras del sistema digestivo. Estos murciélagos presentan una mandíbula inferior reducida, ya que no necesitan masticar

(como en el caso de los frugívoros que tienen mandíbulas corpulentas) y poseen dientes de tamaño reducido, incisivos largos para romper los sacos de néctar en la base del tubo floral y una lengua muy larga (extensible a distancias cortas), en cuya punta hay una papila con aspecto de cepillo y en sus costados unas ranuras le ayudan a que el néctar entre por capilaridad. La parte rostral tiene una longitud similar a las flores tubulares de las que se alimentan (Hill y James, 1988).

El polen y el néctar son alimentos que contienen altas concentraciones de una variedad de hidratos de carbono que son fácilmente digeribles y utilizables en diversos ciclos energéticos. Algunas frutas también contienen cantidades considerables de lípidos y aceites. El polen es rico en proteínas.

Los animales necesitan energía química para realizar sus funciones, y ésta la obtienen mediante la oxidación de los alimentos.

Los estudios de balance nutrimental abarcan el análisis de contenido de nutrimentos y sustancias no nutritivas del alimento, la energía que puede ser extraída de ellos y la biodisponibilidad nutrimental destinada a funciones como el crecimiento, el mantenimiento de los tejidos y la reproducción. Además, los estudios de balance nutricional son de interés para los ecólogos que tratan de entender la conducta de alimentación de los animales y la evolución de las interacciones planta-animal, como el herbivorismo, la polinización y la dispersión de las semillas.

Todos los organismos tienen los mismos requerimientos nutricionales a nivel celular (carbono, hidrógeno, oxígeno, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y nutrimentos inorgánicos), pero es necesario conocer las necesidades alimenticias parti-

culares de cada uno, ya que éstas varían según la especie, la edad y el sexo.

Las proteínas son esenciales para el crecimiento y mantenimiento del tejido animal. Pueden formar parte de la estructura del cuerpo, como el colágeno de los huesos y los cartílagos; actuar a modo de reserva, como la albúmina del huevo de las aves; funcionar a manera de sistema tampón para mantener el pH constante y ser portadores de oxígeno, parecido a la hemoglobina. Aunque probablemente, la función más importante de las proteínas es actuar como catalizadores que ayudan a formar enzimas y regular diversas funciones a través de las hormonas. La valoración de las proteínas es especialmente importante en los estudios de murciélagos que visitan las plantas porque, con excepción del polen, los tejidos vegetales son las fuentes más pobres de proteínas en la naturaleza (Granados, 1984).

Los hidratos de carbono son la fuente de energía rápida más importante del organismo. Incluye monosacáridos, disacáridos, glucógeno, dextrinas y almidón. En su mayoría, las pulpas de las frutas y los néctares de las flores contienen grandes cantidades de monosacáridos y disacáridos como glucosa, fructosa y sacarosa. Otros componentes de las frutas son las fibras como la lignina y los polisacáridos no digeribles que estimulan la motilidad gástrica (Granados, 1984).

Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos que en general tienen cerca del doble de contenido energético que los hidratos de carbono y actúan como energía de reserva; entre ellos, grasas, ácidos grasos, glucolípidos, fosfolípidos, ceras, aceites esenciales, vitaminas liposolubles, pigmentos vegetales y esteroides. Cada uno tiene sus propiedades nutricionales y algunos de ellos son tóxicos. Las

grasas más complejas se encuentran en estructuras tales como membranas celulares y tejido nervioso (Granados, 1984).

Los nutrimentos inorgánicos son aquellos elementos como el calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro magnesio y hierro; también incluyen los oligoelementos. Todos ellos son esenciales para la vida (Granados, 1984).

Las vitaminas son sustancias que funcionan como coenzimas o cofactores de diversas reacciones enzimáticas. Estas sustancias se deben ingerir diariamente en cantidades mínimas, pues el organismo de la mayoría de estos animales no las sintetiza (Granados, 1984).

El alimento que se les proporciona a los murciélagos en la Universidad Simón Bolívar se elabora con componentes simples que se preparan fácilmente y que son aceptados sin problemas por estos organismos. Los murciélagos se encuentran en buen estado de salud desde hace dos años y seis meses; inclusive, ya se han reproducido.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis proximal del alimento que se ha utilizado durante el cautiverio de murciélagos de los géneros *Artibeus* y *Glossophaga* en las instalaciones de la Universidad Simón Bolívar, con la finalidad de ejercer un mayor control sobre el uso de los murciélagos en el laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODO

Se alimentaron 11 murciélagos *Glossophaga* y tres *Artibeus*, mediante una dieta balanceada desarrollada en el laboratorio (Pardo, Santos y Rojas, 1999), la cual se basa en la preparación diaria de un licuado. Se tomaron varias muestras de este alimento y, por duplicado, se realizaron los siguientes análisis:

Análisis proximal:

Humedad: Colocar en la termobalanza un platillo de aluminio y tarar.

Colocar 5 g de la muestra a una temperatura de 80 °C durante 1 h.

Leer en la pantalla de lectura la humedad de la muestra.

Cenizas (Egan, Kirk y Sawyer, 1988): pesar la muestra y calcinarla primero con mechero y posteriormente en la mufla, hasta que las cenizas estén blancas o grises, y pesar en la balanza analítica.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(\text{peso cápsula} + \text{cenizas}) - (\text{peso cápsula vacía}) \times 100}{\text{peso muestra}}$$

Proteína cruda (Hart y Fisher, 1971): método Kjeldahl: por lo regular este proceso consta de tres pasos:

a) *Digestión:* se utiliza una mezcla digestora que se trata junto con la muestra hasta que ésta quede completamente transparente.

b) *Destilación:* la muestra resultante se somete a ebullición hasta destilar aproximadamente a 200 ml.

c) *Titulación:* titular el destilado con ácido sulfúrico 0.1 N hasta que haya un vire de amarillo a rosa.

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{ml } \text{ác. sulfúrico}) (\text{normalidad H}_2\text{SO}_4) (0.014) \times 100}{\text{peso muestra}}$$

Grasa cruda (Hart y Fisher, 1971): se utiliza un extractor de Soxhlet, que consta de tres partes: extractor, matraz y refrigerante, los cuales están unidos por juntas esmeriladas.

La muestra se pesa en un cartucho poroso que se coloca en el extractor. Se conecta el matraz al extractor y éste al refrigerante. Se agrega éter etílico por el refrigerante en cantidad de dos cargas y se calienta el matraz en una parrilla eléctrica, tomando en cuenta que se encuentra abierta la toma de agua del refrigerante.

Realizar la extracción de 4 a 5 h para extraer toda la grasa. Pasado el tiempo se apaga el sistema. Ya frío, se seca el cartucho con la muestra desgrasada y se guarda en un frasco y se procede a destilar el éter, hasta eliminarlo casi totalmente. Se quita el matraz y se calienta bajo la campana hasta que el éter se evapore por completo. Secar el extracto que queda en el matraz, enfriar y pesar.

$$\% \text{ grasa} = \frac{(\text{peso matraz} + \text{extracto}) - (\text{peso matraz vacío})}{\text{peso muestra}} \times 100$$

Fibra cruda (Egan *et al.*, 1988): colocar la muestra desgrasada en un vaso digestor (vaso Berzelius), con asbesto preparado y ácido sulfúrico hirviente, y calentarla en un aparato condensador. Filtrar a través de papel seda especial, usando vacío, y lavar con agua destilada caliente hasta que no dé reacción ácida al rojo de metilo. El residuo se pasa al vaso digestor y se repite la operación con solución hirviente de sosa.

Después de hervir 30 min, se filtra sobre el mismo papel seda, se lava con ácido sulfúrico hirviente y con agua destilada caliente. Hay que comprobar que el filtrado no dé reacción alcalina.

Pasar el residuo a un vaso de precipitado y filtrarlo sobre un crisol gooch que lleva una delgada capa de asbesto calcinado, colocarlo en la estufa durante 2 h y luego pesarlo.

Llevar a la mufla, calcinar y pesar.

Determinar un blanco tratando 1 g de asbesto preparado con ácido y álcali en la misma forma que se procedió con la muestra.

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{A-B}{m} \times 100$$

A = peso del gooch después de 2 h a 130 °C menos el peso del gooch después de calcinar 30 min a 600 °C.
B = peso perdido en la determinación del blanco.
m = peso de muestra original.

Hidratos de carbono (Pérez, 1987): se realiza una titulación patrón con glucosa colocando una solución de ésta en una bureta.

En un vaso de precipitado se colocan 5 ml de Fehling A, 5 ml de Fehling B y 15 ml de agua destilada. Se dejan caer desde la bureta unos 15 ml de la solución, y se coloca el vaso de precipitado sobre la fuente de calor, regulando de modo que empiece a hervir a los 3 min.

Se añaden dos o tres gotas de solución de azul de metileno. Se continúa añadiendo solución de la muestra hasta la decoloración del azul de metileno y la aparición del color rojo ladrillo.

Anotar los ml de glucosa utilizados y calcular el factor Fehling.

Repetir la titulación, pero ahora con las muestras de alimento para murciélagos.

Anotar los ml de muestra utilizados y calcular los azúcares reductores libres.

Digerir las muestras con ácido sulfúrico.

Repetir la titulación utilizando las muestras digeridas.

Anotar los ml utilizados y calcular los azúcares totales.

Azúcares reductores totales - azúcares reductores libres = azúcares no reductores.

Base seca: reportar el análisis proximal completo en base seca:

(100 -% humedad) = % en base seca

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\% \text{ cenizas obtenido}}{\% \text{ en base seca}} \times 100$$

$$\% \text{ proteína cruda} = \frac{\% \text{ proteína obtenido}}{\% \text{ en base seca}} \times 100$$

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{\% \text{ grasa cruda obtenida}}{\% \text{ en base seca}} \times 100$$

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{\% \text{ fibra cruda obtenida}}{\% \text{ en base seca}} \times 100$$

$$\% \text{ hidratos de carbono} = \frac{\% \text{ hidratos de carbono obtenido}}{\% \text{ en base seca}} \times 100$$

RESULTADOS

Tabla 1. Contenido nutrimental por cada 100 g de alimento

	Alimento preparado con plátano (X)	Alimento preparado con manzana (X)
Hidratos de carbono	70.18 g	70.63 g
Proteína	12.63 g	12.54 g
Lípidos	5.94 g	5.96 g
Fibra	4.96 g	5.11 g
Ceniza	6.29 g	5.76 g
Humedad	81.8 g	79.7 g
PH	6	5.9

DISCUSIÓN

Los resultados mostrados en la Tabla 1 –con relación a los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos– indican cantidades que se aproximan a los porcentajes sugeridos por Hulme (1970), quien reporta la necesidad de que las dietas para alimentar murciélagos en cautiverio contengan 70% de hidratos de carbono, 15% de proteínas y 6% de lípidos.

El contenido de 4.96 g y 5.11 g de fibra en el alimento preparado con plátano y manzana, respectivamente, es importante ya que, tanto los murciélagos frugívoros como los nectarívoros, aunque preferentemente consumen las partes más carnosas del fruto, la cáscara delgada y la pulpa fibrosa también son ingeridas parcialmente, lo cual es vital, pues las fibras, como anteriormente se mencionó, estimulan la motilidad gástrica.

Las cenizas se encontraron en cantidades de 6.29 g y 5.76 g. Esto refleja el contenido del material inorgánico del alimento, el cual es esencial para un adecuado desarrollo fisiológico del organismo.

En relación con la alimentación, un buen indicador del contenido nutrimental (Tabla 1) es haber mantenido en cautiverio 11 murciélagos en aparente

buen estado de salud durante dos años y seis meses. En varios casos de murciélagos en cautiverio, se han reportado diversos problemas a raíz de las deficiencias en la dieta proporcionada: por ejemplo, debilidad ósea y muscular, apetito escaso, pérdida de peso, incapacidad de volar a causa de deficiencias en proteínas, calcio, fósforo y vitamina D (Buckland y Pye (1973). También se sabe de casos en los que durante el manejo de los animales se presenta hiperexcitabilidad seguida de tetanización y posible muerte, en particular por deficiencias de vitamina D y calcio (Buckland et al., 1973).

En nuestro caso no hemos tenido ninguno de estos problemas. Nuestros ejemplares presentan un vuelo eficiente, fortaleza muscular, un peso corporal estable y similar al reportado en individuos silvestres, y su consumo diario de alimento equivale a 2.5 veces su peso corporal (Pardo, Santos y Rojas, 1999).

Finalmente, también logramos la reproducción de una pareja de murciélagos *Glossophaga*, cuya cría tiene actualmente cinco meses.

CONCLUSIONES

El contenido nutrimental obtenido del análisis proximal realizado se asemeja al propuesto anteriormente para una dieta de murciélagos en cautiverio.

Consideramos que la elaboración del alimento cumple con los requerimientos nutrimentales necesarios para el mantenimiento, crecimiento y reproducción en buen estado de salud de los murciélagos de los géneros *Glossophaga* y *Artibeus*.

Futuros estudios podrían ser orientados a valorar el contenido energético del alimento y la eficiencia con la cual los nutrimentos pueden ser extraídos para ser destinados posteriormente a diversas funciones específicas. ★

BIBLIOGRAFÍA

- Buckland Wright, J. C. y Pye, J. D. (1973). *Dietary deficiency in fruit bats*. USA: Int. Zoo Yearbook.
- Egan, H., Kirk, R. y Sawyer, R. (1988). *Análisis químicos de los alimentos de Pearson*. México: CECSA.
- Granados, R. (1984). *Química avanzada. Ciencia de la alimentación*. México: Reverté, S. A.
- Hart, F. y Fisher, H. (1971). *Análisis moderno de los alimentos*. España: Acribia.
- Hill, J. y James, D. (1988). *Bats: a natural history*. USA: University of Texas Press.
- Hulme, A. C. (1970). *The biochemistry of fruits and their products*. Londres: Academic Press.
- Kunz, T. (1990). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. USA: Smithsonian Institution.
- 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.
- Pérez, E. (1987). *Análisis de confituras, cereales y derivados*. Cuba: Dirección de Educación Técnica y Profesional.