

AHORRO DE ENERGÍA EN MURCIÉLAGOS, ENIGMA NOCTURNO

Kevin I. Medina-Bello¹ y Jorge Ayala-Berdon^{2*}

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala de Xicohténcatl, Tlaxcala, México. medinabello93@gmail.com

²SECIHTI, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala de Xicohténcatl, Tlaxcala, México. jorgeayalaberdon@gmail.com

*Autor de correspondencia

Los murciélagos utilizan estrategias sofisticadas para conservar energía en condiciones ambientales extremas. El torpor, la hibernación y la reducción de la masa corporal les permiten afrontar los desafíos energéticos que impone su entorno y serán exploradas a continuación.

Los murciélagos (Orden: Chiroptera) son los únicos mamíferos con capacidad de vuelo verdadero. Con más de 1450 especies distribuidas en casi todos los ecosistemas del planeta, destacan por su diversidad morfológica y ecológica. Su tamaño varía desde especies diminutas como el murciélago abejorro (*Craseonycteris thonglongyai*, 2 g), hasta especies de gran tamaño como el zorro volador (*Acerodon jubatus*, 1500 g). Además, desempeñan funciones clave para el ambiente, como la polinización de plantas, la dispersión de semillas y el control de plagas.

En sus hábitats, estos animales voladores enfrentan variaciones diarias y estacionales en la disponibilidad de alimento, además de condiciones climáticas adversas, como la disminución de la temperatura ambiental, especialmente durante el invierno. Estos desafíos imponen altos requerimientos energéticos en los individuos y promueven el desarrollo de estrategias fisiológicas, morfológicas y conductuales para asegurar su supervivencia. Las estrategias que los murciélagos activan son el torpor, la hibernación y la modificación de la masa corporal; aunque algunas especies pueden combinar estas estrategias y no solamente activar una a la vez.

El torpor diario es un estado de inactividad que dura menos de 24 horas, durante el cual los murciélagos reducen su tasa metabólica (es decir, la velocidad a la que consumen la energía disponible en su cuerpo proveniente del alimento) entre un 5 y un 60 %. Esto conlleva una disminución de la temperatura corporal, de la frecuencia cardíaca y de las actividades respiratoria, enzimática y cerebral, entre otros procesos fisiológicos importantes. Esta estrategia permite reducir el gasto energético entre un 30% y un 90%, especialmente cuando la disponibilidad de alimento es limitada y la temperatura ambiental desciende. A nivel global, se estima que alrededor de 1000 especies de murciélagos, distribuidas en 12 de las 21 familias que conforman el Orden Chiroptera, pueden recurrir al torpor y se clasifican como heterotermas (aquellas especies que pueden mantener su temperatura corporal constante, o disminuirla junto con la temperatura ambiental). El torpor varía según la especie, el entorno y algunas características fisiológicas individuales como las reservas de glucógeno y grasa de los individuos.



Individuo del miotis de las cavernas (*Myotis velifer*) en un estado tórpido en el interior de un túnel ubicado a 3600 metros sobre el nivel del mar en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México.
Fotografía: Erick Acosta Luzuriaga.

En México, se ha documentado el torpor en murciélagos de la familia Vespertilionidae pertenecientes a los géneros *Myotis*, *Rhogeessa*, *Eptesicus* y *Lasiurus*. En estas especies, la temperatura ambiental a la que los individuos entran en torpor, la tasa metabólica tórpida (definida como la cantidad de energía que un organismo consume durante el torpor) y el grado de reducción de la tasa metabólica tórpida dependen de factores como las condiciones térmicas y la masa corporal de los individuos. Por ejemplo, se ha observado que los murciélagos de menor tamaño suelen entrar en torpor a temperaturas ambientales más cálidas (e.g., el murciélago amarillo menor -*Rhogeessa parvula*- a 31°C) que los medianos (e.g., el murciélago miotis de las cavernas -*Myotis velifer*- a 25 °C) y que alcanzan tasas metabólicas tórpidas (la velocidad a la que un animal consume la energía disponible

en su cuerpo durante el torpor) más bajas (e.g., el murciélago de patas largas -*Myotis volans*- a 4.9 mL O₂ h⁻¹) en comparación con especies de mayor tamaño (e.g., el gran murciélagu marrón -*Eptesicus fuscus*- a 8.1 mL O₂ h⁻¹).

La hibernación es un estado prolongado de uso de torpor que le permite a los murciélagos reducir drásticamente su actividad metabólica para conservar su energía durante el invierno. Durante este periodo, los murciélagos disminuyen su tasa metabólica y otros procesos fisiológicos hasta en un 90 %. Esta notable estrategia de ahorro de energía posibilita que sobrevivan a condiciones adversas, caracterizadas por temperaturas ambientales extremadamente frías y una limitada disponibilidad de alimento. Para hibernar con éxito, los murciélagos buscan refugios conocidos como hibernáculos, los cuales les ofrecen condiciones óptimas de temperatura y humedad. Estos hibernáculos pueden ser cuevas, árboles huecos, búnkers o estructuras urbanas. La elección de un buen lugar es crucial, ya que puede significar la diferencia entre la vida y la muerte durante los meses más fríos del año.



Individuo del miotis de las cavernas (*Myotis velifer*) hibernando en el interior de la cueva de Tecomalucan ubicada en Tlaxco, Tlaxcala, México.
Fotografía: Erick Acosta Luzuriaga.

En el centro de México, se ha documentado que las poblaciones de especies como el miotis de las cavernas (*Myotis velifer*), el murciélago mula (*Corynorhinus mexicanus*), el murciélago ratón de California (*Myotis californicus*), el murciélago bordado (*Myotis thysanodes*) y el murciélago de patas largas (*Myotis volans*) que se encuentran en el Parque Nacional La Malinche, en Tlaxcala, recurren a la hibernación desde mediados de septiembre hasta finales de febrero para sobrevivir a condiciones energéticas demandantes. Sus refugios de hibernación se localizan en altitudes superiores a los 3500 metros sobre el nivel del mar, en túneles que ofrecen temperaturas estables y una alta humedad, factores clave para minimizar la pérdida de agua y energía.

Finalmente, otro mecanismo que utilizan estos mamíferos y que ha sido menos explorado es la modificación de la masa corporal como estrategia de ahorro energético durante el invierno. Este proceso implica cambios controlados en las reservas de grasa, tejido muscular y órganos internos como el tracto intestinal, los riñones, el corazón, el hígado y las estructuras óseas de los individuos. En términos conductuales, también se observa una reducción en la búsqueda de alimento y un ajuste en el ritmo circadiano para minimizar el gasto de energía.

Algunos ejemplos de murciélagos que modifican su masa corporal de manera notable son *E. fuscus*, *M. californicus* y *M. volans*, que habitan en el Parque Nacional La Malinche donde confrontan temperaturas ambientales mínimas que pueden estar por debajo de los 0 °C. Dichas condiciones generan desafíos importantes para su supervivencia. A diferencia de otras especies que se encuentran en la región Neártica y que incrementan su masa corporal, las poblaciones de *E. fuscus*, *M. californicus* y *M. volans* que habitan en el parque disminuyen su masa corporal en un 17.8 %, 25 % y 29 %, respectivamente,

durante el invierno. Esta estrategia no se limita a especies de ambientes fríos. En ambientes cálidos en la región del Neotrópico, como la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en Morelos, se ha observado que el vampiro mayor (*Desmodus rotundus*) reduce su masa corporal hasta en un 22 % durante el invierno donde las temperaturas ambientales mínimas rondan los 15 °C. Estos hallazgos sugieren que la disminución de masa corporal es una estrategia compartida por diferentes especies de murciélagos para adaptarse a condiciones ambientales desafiantes, independientemente del clima en el que viven.



Reducción de la masa corporal durante el invierno

Representación de la disminución de la masa corporal durante el invierno en murciélagos de la región neotropical.
Ilustración: Kevin I. Medina-Bello.

Es notorio que los murciélagos han desarrollado una gran diversidad de estrategias para enfrentar desafíos energéticos. Comprender mejor estas adaptaciones y su papel en la resiliencia de las especies es fundamental, ya que nos permite entender cómo se ha logrado la supervivencia frente a un mundo cambiante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (antes CONAHCYT), así como al posgrado en Ciencias Biológicas del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

LITERATURA CONSULTADA

- Aguilar-Rodríguez, P. A., *et al.* 2021. Winter occupation of two bat hibernacula in a montane ecosystem of central Mexico. *Boletín de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos* 12:3-9.
- Ayala-Berdon, J., y V. Solís-Cárdenas. 2017. New record and site characterization of a hibernating colony of *Myotis velifer* in a mountain ecosystem of central Mexico. *Therya* 8:171-174.
- Ayala-Berdon, J., y K. I. Medina-Bello. 2024. Torpor energetics are related to the interaction between body mass and climate in bats of the family Vespertilionidae. *Journal of Experimental Biology* 227:jeb246824.
- Geiser, F. 2021. *Ecological physiology of daily torpor and hibernation*. Springer. Berlin, Germany.
- Medina-Bello, K. I., R. Vázquez-Fuerte, y J. Ayala-Berdon. 2023. The big brown bat (*Eptesicus fuscus*) reduces its body mass during winter in a tropical montane ecosystem of central Mexico. *Mammalia* 87:141-148.
- Nowak, R. M. 1994. *Walker's Bats of the World*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, London.
- Wimsatt, W. 2012. *Biology of Bats*. Elsevier. New York, EE.UU.

Sometido: 19/feb/2025.

Revisado: 07/mar/2025.

Aceptado: 18/mar/2025.

Publicado: 18/mar/2025.

Editor asociado: Dra. Tania A. Gutiérrez-García.