

Therya

ixmana

ISSN 2954-3606

Volumen 2

Número 1

Enero 2023



AMMAC

www.mastozoologiamexicana.com

En la portada:

Peromyscus melanotis comúnmente llamado ratón de orejas negras. Es una especie cuasi-endémica cuya distribución se encuentra restringida a las zonas templadas en las montañas en Arizona en Estados Unidos de América y México. Es un roedor que pertenece a la Familia Cricetidae. Fotografía: Eduardo Felipe Aguilera-Miller.

La palabra identificadora de nuestra revista "*ixmana*"

Proviene del náhuatl que significa divulgarse, extenderse, ser conocido, hablar de una cosa, aplanar o poner el suelo plano. *Therya ixmana* es una revista de divulgación y difusión científica con el objetivo de poner el conocimiento de los mamíferos disponible para el público en general de manera amena y asequible.

Nuestro logo "*Ozomatli*"

Proviene del náhuatl se refiere al símbolo astrológico del mono en el calendario azteca, así como al dios de la danza y del fuego. Se relaciona con la alegría, la danza, el canto, las habilidades. Al signo decimoprimeros en la cosmogonía mexicana. "*Ozomatli*" es una representación pictórica de los mono arañas (*Ateles geoffroyi*). La especie de primate de más amplia distribución en México. " Es habitante de los bosques, sobre todo de los que están por donde sale el sol en Anáhuac. Tiene el dorso pequeño, es barrigudo y su cola, que a veces se enrosca, es larga. Sus manos y sus pies parecen de hombre; también sus uñas. Los *Ozomatlin* gritan y silban y hacen visajes a la gente. Arrojan piedras y palos. Su cara es casi como la de una persona, pero tienen mucho pelo."

Editora en Jefe

Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Baja California Sur, México.

Editora Asistente

Dra. Leticia Cab Sulub. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C., San Luis Potosí, México.

Consejo Editorial

Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Baja California Sur, México.

Dra. Gloria Eugenia Magaña Cota. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

PhD. Ricardo A. Ojeda. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, CONICET, CCT Mendoza, Argentina.

Editores Asociados

Dr. Eduardo Felipe Aguilera-Miller, Estación Biológica La Malinche, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

Dr. Francisco Javier Botello López. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Dra. Susette Sami Castañeda Rico. Smithsonian Conservation Biology. Institute and George Mason University, Virginia. Estados Unidos de América.

Dra. Tania Anaid Gutiérrez García. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

Dra. Cintia Natalia Martín Regalado. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Oaxaca, México.

Dra. Mariana Munguía Carrara. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.

Dr. Juan Pablo Ramírez Silva. Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit, México.

Therya ixmana volumen 2, número 1, enero-abril 2023. Es una publicación digital cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Hacienda Vista Hermosa 107, Colonia Villa Quietud, Coyoacán. 04960. Ciudad de México, México. www.mastozoologiamexicana.com. Editora responsable: Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa (therya.ixmana@gmail.com). Reservas de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-021512274000-102. ISSN 2954-3606. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Instituto Politécnico Nacional 185. La Paz, Baja California Sur, México, 23096. Fecha de la última actualización: 23 de julio 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.



Therya ixmana

Contenido

1-3

La interesante historia natural de los lobos marinos que habitan en el Golfo de California

José Ángel Ortega-Borchardt, Isai David Barba-Acuña, Claudia Janet Hernández-Camacho y Juan Pablo Gallo-Reynoso

4-5

El lobo que se convirtió en ratón

Sandra Helena Montero-Bagatella y Fernando A. Cervantes

6-7

El jaguar en la selva maya, ¿deidad o villano?

Fernando Contreras-Moreno, Gabriela Méndez-Saint Martin, Daniel Jesús-Espinosa y Khiavett Sánchez-Pinzón

8-9

Noche de colores comportamiento homosexual en murciélagos

Luis David Vargas-López

10-11

Más que roedores, la diversidad de mamíferos de la Ciudad de México

Pablo César Hernández-Romero y David A. Prieto-Torres

12-14

Dime dónde andas y te diré cómo eres, así funciona la Evolución Convergente

Luis Darcy Verde-Arregoitia y María Julia Saravia-Agulleiro

15-17

Abriéndose paso entre los ríos y lagos, el tlacuache acuático *Chironectes minimus*

José Juan Flores-Martínez, Víctor Sánchez-Cordero y J. Vladimir Rojas-Sánchez

18-20

Biosensores, ¿podrán servir para detectar enfermedades en carnívoros silvestres?

Luis Daniel Moreno-Figueroa, Luis Hernández-Adame y Alina Gabriela Monroy-Gamboa

21-22

El temazate rojo: entre el desconocimiento y su aprovechamiento en las Altas Montañas de Veracruz, México

Mauricio Javier Mezhuavelazquez y Beatriz del Socorro Bolívar-Cimé

23-24

King Kong era nuestro primo hermano

Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

25-27

“Perro que ladra no muerde”...pero sí perturba a la fauna silvestre

Ariadna Rangel Negrín y Pedro A. D. Díaz

28-29

El peculiar perfume de los murciélagos de sacos

Isabela Vivas-Toro, Edwin Paredes y Jorge Ortega

30-31

¿Un perro que vive en el agua?

Luis David Pérez-Gracida y M. Cristina MacSwiney G.

32-33

¿Y si un día regresa el lobo?

Rafael Omar Sánchez Vidal y Pedro A. D. Díaz

34-36

Del medio silvestre a tumesa: consumo de ratas de campo del género *Neotoma* en México

Luis Daniel Moreno-Figueroa y Leticia Cab-Sulub

37-39

Remanentes de vegetación original: un hogar para los ratones silvestres

Jorge Vázquez, Luisa Rodríguez-Martínez y Eduardo Felipe Aguilera-Miller

40-41

Murciélagos socios para el control de plagas

Cintya A. Segura-Trujillo y Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos

42-43

Un ratón que nada y come peces

Natalia Martín-Regalado y Miguel Briones-Salas

LA INTERESANTE HISTORIA NATURAL DE LOS LOBOS MARINOS QUE HABITAN EL GOLFO DE CALIFORNIA

José Ángel Ortega-Borchardt^{1*}, Isai David Barba-Acuña¹, Claudia Janet Hernández-Camacho² y Juan Pablo Gallo-Reynoso¹

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Guaymas, Sonora, México. angelortegab@gmail.com (JAO-B), isai.barba@ciad.mx (IDB-A), jpgallo@ciad.mx (JPG-R)

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. jcamacho@ipn.mx

*Autor de correspondencia

Por ser un depredador tope y tener adaptaciones de vida semi-acuática, el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) es una de las especies de mamíferos marinos más relevantes e interesantes que tenemos en el Golfo de California, el acuario del mundo.

Navegando en un verano caluroso y estando cerca de una lobera de alguna isla del Golfo de California, también conocido como Mar de Cortés, es cuando empiezas a escuchar esas enérgicas y peculiares vocalizaciones de los machos adultos del lobo marino de California; como ladridos de algún cánido, pero más estruendosos. Se le llama lobera al lugar donde se encuentra reunida una población de lobos marinos. Al acercarte en una embarcación y usando binoculares, puedes ver varios grupos de hembras adultas recostadas y amamantando a sus crías cerca de la brisa marina, también grupos grandes de crías (coloquialmente conocidos como "kinderes") jugando en charcos formados por las olas y la marea alta, y dentro del agua encontrarás machos adultos intimidando a otros machos adultos y subadultos con vocalizaciones que hacen eco en las islas rocosas. Estas vocalizaciones son una especie de lenguaje, como podemos inferir en la inflexión de algunos ladridos; unos largos, otros cortos, unos continuos, otros como interrogatorios, unos intimidantes acompañados de rugidos y otros insistentes como si pidieran algo que no alcanzamos a entender. Alguna que otra hembra también ladra en respuesta, sobre todo a los molestos subadultos que las acosan continuamente indagando su estado sexual; mientras que otras llaman insistentemente a sus crías porque es hora de alimentarlas con leche materna.

Es todo un espectáculo interesante la visualización de estos simpáticos animales, los cuales pertenecen al grupo de los pinnípedos (del latín *pinna*, que significa "aleta" y *pes*, que significa "pie"). Este grupo está dentro del orden Carnívora y se diversifica en tres familias: Otariidae (lobos marinos y lobos finos), Phocidae (focas) y Odobenidae (morsas). Existen varias

diferencias morfológicas externas entre las tres familias; por ejemplo, los otáridos (que es la familia a la que pertenece el lobo marino de California) se caracterizan por la presencia de pabellones auditivos ("orejitas"), usan sus aletas anteriores para propulsión dentro del agua y mueven sus aletas posteriores hacia adelante para su movilidad cuadrúpeda en el medio terrestre. En cambio, los fócidos y los odobénidos carecen de pabellones auditivos y usan sus aletas posteriores para su impulsión en el agua.

El lobo marino de California presenta un evidente dimorfismo sexual, lo cual significa que hay marcadas diferencias en el tamaño, el peso, la forma del cuerpo y el color del pelo entre machos y hembras sexualmente maduros (4-5 años). Los machos son más grandes que las hembras desde que son jóvenes. Los machos adultos son de color marrón oscuro, pueden llegar a medir entre 2-2.5 m y pesar entre 200-300 kg. Aparte de tener un cuello grueso, lo que caracteriza principalmente a los machos adultos de esta especie es una cresta sagital (como si les hubieran dado un coscorrón y salido



Macho adulto de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) vocalizando en la Isla San Jorge, Sonora, México. Fotografía: J. A. Ortega-Borchardt.

un chichón en la cabeza). Los machos subadultos tienen un pelaje de color similar, pero son más pequeños (1.5-2.0 m de largo), aparte de que sus cuellos y la cresta sagital no se han desarrollado completamente. Las hembras adultas son de un color marrón claro (pero puede parecer marrón oscuro cuando están mojadas), miden entre 1.5-2.0 m de largo y pesan entre los 50-100 kg; las hembras adultas carecen de un cuello grueso y una cresta sagital.

En el Golfo de California existen 13 colonias reproductivas del lobo marino de California, donde durante el período de finales de mayo a mediados de agosto, los machos adultos establecen y defienden territorios de otros machos que quieren adueñarse de sus territorios, mientras que las hembras adultas eligen entre los machos territoriales. El uso de agresión física (o los "trancazos") entre los machos adultos para defender los territorios mejora su éxito reproductivo (el número de crías de las cuales es padre cada temporada reproductiva), ya que los territorios proporcionan sitios adecuados para el amantamiento de las crías y el descanso, lo que influye en la elección de pareja por parte de las hembras. Las áreas de reproducción se encuentran en playas rocosas con acceso a pozas de marea y la costa, aunque ocasionalmente se puede dar en playas arenosas y de piedra bola o canto rodado. Las hembras adultas por lo general dan a luz a una cría entre finales de mayo y principios de julio, durante la temporada de reproducción, y tienen la responsabilidad del cuidado de las crías en una especie de ciclo de alimentación, después del parto cuidan y alimentan a las crías por cinco días, posteriormente las hembras se van a alimentar al mar otros dos o tres días y luego regresan a atender a sus crías por otros dos o tres días. Así transcurre el amantamiento de las crías hasta el destete (cuando las crías dejan de tomar leche), que ocurre entre febrero y marzo del año siguiente. Después de los primeros viajes de alimentación y atención a sus crías, las hembras entran en estro o época de celo (cuando están listas para aceptar al macho y ser montadas). En este período, los lobos marinos de California se aparean en la cuarta semana después del parto, un período que es mucho más largo que lo registrado en la mayoría de las especies de pinnípedos.

Algo muy interesante de esta especie en el Golfo de California, es que su alimentación varía latitudinalmente, esto significa que, en las tres subregiones del golfo (norte, centro y sur), los lobos marinos se alimentan de diferentes presas. Sin embargo, en un aspecto amplio, las hembras se alimentan principalmente de peces pelágicos (que viven en áreas fuera de zonas continentales), mientras que los machos se alimentan



Macho y hembra adultos de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en la colonia de la Isla San Pedro Mártir, Sonora, México.
Fotografía: I. D. Barba-Acuña.

de peces que están en la zona demersal (asociado al fondo marino) y en la zona mesopelágica (a lo largo de la columna de agua); cabe mencionar que también los lobos marinos se alimentan de cefalópodos (pulpos y calamares), aunque en menor cantidad. A pesar de ser considerado un depredador de alto nivel en la cadena trófica (o cadena alimenticia), el lobo marino de California es depredado por otras especies; en el Golfo de California hay registros de lobos marinos depredados por el rey de los mares, el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) o "chimuelo" como lo conocen los pescadores. Pero cabe aclarar que también el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) y el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) son depredadores usuales de este lobo marino.

Si nos remontamos a épocas prehispánicas, la etnia *comcáac* o *seris* (en Sonora) cazaban a los lobos marinos (*xapóo* o *xapáat* en su lengua originaria) desde la Isla Tiburón hasta la Isla Ángel de la Guarda, y quizás también en otras islas de esta región. La forma de matarlos era usando grandes rocas para golpearlos en la cabeza o nariz. Esta etnia principalmente utilizaba al lobo marino como alimento, y probablemente utilizaron los dientes para construir arpones para cazar tortugas marinas. Las pieles se utilizaban para fabricar vestimenta y calzado, así como para protegerse de la lluvia, mientras que las vibrisas (o "bigotes") las utilizaban para ornamentos personales y de limpiapiipas. Hoy en día los *comcáac* no cazan a esta especie.

Actualmente, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), clasifica a los lobos marinos de California como una especie en "Preocupación Menor" a nivel mundial, y en México está en la categoría de "Protección Especial" bajo la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Sin embargo, dadas las recientes disminuciones considerables de la población en las colonias de la costa del Pacífico de la península de Baja California y en el Golfo de California, la vulnerabilidad y el riesgo de la especie debe reevaluarse.

Por ser depredadores topes y porque viven muchos años (17-19 años los machos y 23-25 años las hembras), los lobos marinos son una especie que refleja las condiciones ambientales de los ecosistemas donde habita. Por esa razón, se les conoce como bioindicadores de las características ambientales. Entre las amenazas naturales y las causadas por el hombre a estos pinnípedos, podemos encontrar a los fenómenos naturales (p. ej. "El Niño": aumento de las temperaturas del mar), pesquerías (p. ej. enmallamiento en redes y competencia por alimento con el humano y con otras especies como el calamar gigante) y descargas urbanas (p. ej. agroquímicos y otros contaminantes). No podemos excluir también a los patógenos emergentes (p. ej. virus, bacterias y parásitos) y otros temas de enfermedades que pueden afectar a los lobos marinos. Entre las nuevas amenazas, están las partículas de plástico denominadas microplásticos (que miden menos de 5 mm); estudios recientes han demostrado las consecuencias ecológicas producidas por estos contaminantes en los ecosistemas marinos, y potencialmente en el lobo marino de California.

Entender la historia natural y las amenazas hacia esta especie es deber, no solamente de los científicos, sino de todos como ciudadanos. Pequeñas acciones como el uso adecuado de los recursos naturales, el desecho apropiado de residuos y el consumo responsable y sustentable de los productos pesqueros es fundamental para apoyar los esfuerzos de conservación y las acciones de manejo destinadas a conservar a este pinnípedo en el Golfo de California y los mares de México.



Hembra de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) nadando en zonas aledañas de la Isla San Pedro Nolasco, Sonora, México.
Fotografía: J. P. Gallo-Reynoso.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por los fondos otorgados y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por los permisos necesarios (SGPA/DGVS/06770/17 y SGPA/DGVS/005255/18) para poder realizar los monitoreos de esta especie y del cual se obtuvieron las imágenes fotográficas que acompañan al presente documento. Los autores dan agradecimiento especial a las pescadoras y los pescadores que nos llevan a las loberas reproductivas para llevar a cabo estudios científicos de esta especie. También a los estudiantes que han participado y colaborado en estos estudios, durante sus estancias y sus trabajos de tesis.

LITERATURA CONSULTADA

- Alava, J. J., y D. Aurióles-Gamboa. 2018. Introduction to tropical and subtropical pinnipeds. Pp. 1-11 in *Tropical pinnipeds: bio-ecology, threats, and conservation* (J. J. Alava, ed.). CRC Press-Taylor & Francis Group. Florida, EE UU.
- Gallo-Reynoso, J. P. 2019. Hacia el concepto ecológico de especies y/o áreas de interés mutuo. Pp. 127-239 in *Tendiendo puentes para una sustentabilidad integral* (Azamar Alonso, A., y J. Matus Parada, eds.). Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Xochimilco. Ciudad de México, México.
- Hernández-Camacho, C. J., L. Pelayo-González, y M. P. Rosas-Hernández. 2021. California Sea Lion (*Zalophus californianus*, Lesson 1828). Pp. 119-143 in *Ecology and Conservation of Pinnipeds in Latin America* (Heckel G., y Y. Schramm, eds.). Springer. Cham, Switzerland.
- Heckel, G., y Y. Schramm. 2021. Introduction: Pinnipeds in Latin America. Pp. 1-12 in *Ecology and Conservation of Pinnipeds in Latin America* (Heckel G., y Y. Schramm, eds.). Springer. Cham, Switzerland.
- Pelayo-González, L. *et al.* 2021. Effect of environmental variables on the number of births at California sea lion (*Zalophus californianus*) rookeries throughout the Gulf of California, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31:1-19.
- Zavala-González, A., y E. Mellink. 2000. Historical exploitation of the California Sea Lion, *Zalophus californianus*, in Mexico. *Marine Fisheries Review* 62:35-40.

Sometido: 16/ago/2022.

Revisado: 17/ago/2022.

Aceptado: 18/ago/2022.

Publicado: 15/sep/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.

EL LOBO QUE SE CONVIRTIÓ EN RATÓN

Sandra H. Montero-Bagatella* y Fernando A. Cervantes

Colección Nacional de Mamíferos. Pabellón Nacional de la Biodiversidad. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México. México. helenabagatella@gmail.com (SHMB), fac@ib.unam.mx (FAC).

*Autor de correspondencia

Dentro del diverso grupo de los roedores, existen unos singulares ratones que por su aspecto tierno y delicado podrían protagonizar alguna película infantil. Sin embargo, por sus hábitos cazadores y su carácter agresivo funcionarían mejor en una película de acción

Los ratones chapulineros también son conocidos como ratones hediondos o llamados en inglés “werewolf mouse”; su traducción al español sería ratón-lobo. Fueron nombrados así debido a que por su comportamiento, biología y alimentación han sido comparados con los lobos. Al igual que ellos, estos ratones son de hábitos nocturnos, territoriales y carnívoros. Además, emiten vocalizaciones (aullidos) para delimitar su territorio, atraer a su pareja y antes de consumir a sus presas.

Los ratones chapulineros pertenecen al género *Onychomys*, que traducido del latín al español significa ratón con garras. Este género está conformado por tres especies: *O. leucogaster* (ratón chapulinero del norte), *O. torridus* (ratón chapulinero del sur) y *O. arenicola* (ratón chapulinero de Chihuahua). Dichas especies habitan en los pastizales y matorrales de las zonas áridas y semiáridas de Norteamérica. Solamente en México se distribuyen las tres especies, donde *O. arenicola* es la de mayor área de distribución, al abarcar desde la franja del desierto Chihuahuense hasta el extremo oeste del estado de Veracruz. *Onychomys leucogaster* se distribuye en los estados de Coahuila, Nuevo León y noroeste de Tamaulipas. Por último, la distribución de *O. torridus* comprende el extremo noroeste de Baja California, Chihuahua, Sonora, Durango y norte de Sinaloa.



Ejemplar adulto del ratón chapulinero de Chihuahua (*Onychomys arenicola*). Se puede apreciar su tamaño comparado con la palma de una mano. Fotografía: A. González-Romero.



Individuo de ratón chapulinero del norte (*Onychomys leucogaster*) en posición vigilante. Fotografía: A. González-Romero.

El tamaño y peso de estos pequeños mamíferos varían dependiendo de la especie. *Onychomys leucogaster* es la de mayor tamaño y peso; puede llegar a medir hasta 16 cm de longitud y pesar hasta 60 g. Mientras que la más pequeña es *O. arenicola* con 12 cm de longitud y un peso de 30 g. No son roedores de gran tamaño como los agutíes o tepezcuintles, tampoco tienen su carácter bonachón, ni son dóciles como roedores de menor talla como las ratas canguro (*Dipodomys* spp.) o los ratones cosechadores (*Reithrodontomys* spp.). A los ratones chapulineros se les conoce por ser agresivos, valientes y audaces, como los tejones (*Taxidea taxus*) o los hurones (*Mustela nigripes*) pertenecientes al orden Carnívora.

La dieta del género *Onychomys* es diversa, la componen chapulines, escarabajos, lagartijas y otras especies de ratones (*Perognathus* spp.). También se alimentan de alacranes y ciempiés que producen potentes venenos capaces de matar a organismos de mayor talla que ellos. Han desarrollado estrategias de cacería basadas en la localización de las estructuras de defensa de sus presas. Por ejemplo, a los alacranes los intentarán capturar por el aguijón y a los ciempiés por la cabeza. Pero, esto no es una tarea sencilla; por el contrario, se generan intensas batallas en las que estos ratones realizan rápidos y certeros movimientos para evitar ser lastimados, contraatacar y lograr la captura de sus presas. Si los alacranes llegaran a picarlos, su vida no está en riesgo, ya que han desarrollado inmunidad al veneno. Por lo que, son capaces de seguir luchando hasta lograr capturarlos y continuar con su vida cotidiana sin secuelas. Otra ventaja que presentan estos roedores, son sus poderosas mandíbulas, las cuales están diseñadas para dar potentes y profundas mordidas, que para sus presas son letales. Con estas eficientes armas mortales y su apetito voraz, pueden llegar a regular poblaciones de insectos, como los chapulines, que por su alta abundancia en los cultivos son considerados como plagas.

Las distintivas vocalizaciones de los ratones chapulineros varían en duración, repetición y frecuencia. Inclusive realizan vocalizaciones ultrasónicas, las cuales no son perceptibles por el oído humano. Las vocalizaciones más características del grupo y a las que se les refiere su nombre (ratón-lobo), las realizan cuando están en una postura bípeda, apoyados con las patas traseras y las delanteras al aire. Al mismo tiempo su cabeza está hacia atrás y su nariz apunta al cielo. Posteriormente inhalan profundamente para emitir las largas vocalizaciones que han sido comparadas con los distintivos aullidos de los lobos y que pueden ser percibidas por el hombre.

Debido a las altas temperaturas diurnas en los desiertos que habitan, los ratones chapulineros permanecen resguardados en sus madrigueras durante el día. Éstas, les proveen de temperaturas de mayor benevolencia que el exterior y les brindan refugio de las lluvias. Además, en ellas cuidan de sus crías y almacenan sus alimentos. Pueden ser construidas por ellos mismos o son ocupadas tras ser abandonadas por otros individuos de su misma o de otra especie. Usualmente son compartidas por 2 o 3 hembras y un macho, quienes las defenderán celosamente de otros ratones tanto de su misma especie como de otras, a través de marcajes territoriales por medio de excretas, baños de arena y vocalizaciones. En caso de existir algún individuo de su misma o diferente especie que insista en entrar en sus territorios, se le ahuyentará por medio de vocalizaciones. Si estas advertencias no cumplieran con su objetivo, se desplegarían conductas más agresivas como lo son las persecuciones. De ser necesario, enfrentarán al invasor en violentas peleas, en las que pueden llegar a matar al intruso.

A los ratones chapulineros se les considera como raros por sus bajas abundancias en la naturaleza, las cuales van de 2-3 individuos por hectárea. Otros géneros de la misma Familia (Cricetidae) como los *Baiomys*, pueden tener abundancias de hasta 20 individuos por hectárea. A diferencia de estos, los *Onychomys* son depredadores que requieren de amplias extensiones de territorio, las cuales aumentan de 3 a 4 hectáreas durante el período reproductivo. El cual ocurre en el verano, cuando las condiciones ambientales y de su hábitat son más favorables para la gestación y cuidado de las crías, las cuales pueden llegar a ser hasta 6 por camada. Los juveniles buscarán de nuevos territorios para establecerse, lo que conlleva alto riesgo a ser depredados por otros vertebrados. El mismo riesgo se asume durante la búsqueda de pareja, lo cual podría requerir el recorrido de algunas hectáreas.

Las peculiaridades del ratón chapulinerero nos demuestran que los roedores son organismos con biología y ecología igual de interesantes que los mamíferos de mayor talla, por lo que se invita a no subestimar a estos seres sólo por su pequeño tamaño. Además, los roedores, proveen de múltiples beneficios a los sistemas en los que habitan, por lo que su importancia ecológica es fundamental para mantener los servicios ecosistémicos. Por ello, es importante el conocer a las especies que han sido menos estudiadas pero que poseen gran relevancia ecológica.

Los roedores son un grupo extraordinario y diverso. Así lo ha demostrado la ecología de los ratones-lobo. La conservación del grupo permitirá mantener los beneficios que les otorgan a los sistemas en los que habitan.

AGRADECIMIENTOS

SHMB con CVU 336120 agradece a CONACyT por la beca posdoctoral otorgada. Agradecemos a A. González-Romero por los comentarios para la mejora de este trabajo, así como por las fotografías otorgadas. A A. González-Gallina por su ilustración.



Individuo adulto de ratón chapulinerero del sur (*Onychomys torridus*).
Fotografía: A. González-Romero.



Ratón chapulinerero, o ratón lobo (*Onychomys* spp.) adulto emitiendo su característico aullido.
Ilustración: A. González-Gallina

LITERATURA CONSULTADA

- MacCarty, R. 1975. *Onychomys torridus*. Mammalian Species 59: 1-5.
- MacCarty, R. 1978. *Onychomys leucogaster*. Mammalian Species 87: 1-6.
- Pardiñas, U. F. J., et al. 2016. Family: Cricetidae. True Hamsters, Voles, Lemmings and New World Rats and Mice. Pp: 204-535 en Handbook of The Mammals of The World. (Wilson D. E., Lacher, T.E., Jr. y R. A. Mittermeier, R. A, eds). Lynx Edicions. Barcelona, España.

Sometido: 06/sep/2022.

Revisado: 09/sep/2022.

Aceptado: 14/sep/2022.

Publicado: 18/sep/2022.

Editor asociado: Dra. Leticia Cab-Sulub.

EL JAGUAR EN LA SELVA MAYA ¿DEIDAD O VILLANO?

Gabriela Méndez-Saint Martin¹, Fernando M. Contreras-Moreno^{2*}, Daniel Jesús-Espinosa¹, Khiavett Guadalupe Sánchez-Pinzón¹

¹Reserva de la Biosfera Calakmul/CONANP. Calakmul, Campeche, México. mendez.blue93@hotmail.com (GM-SM), danieljesus_esp@outlook.com (DJ-E), khiavettsanchez@gmail.com (KGS-P).

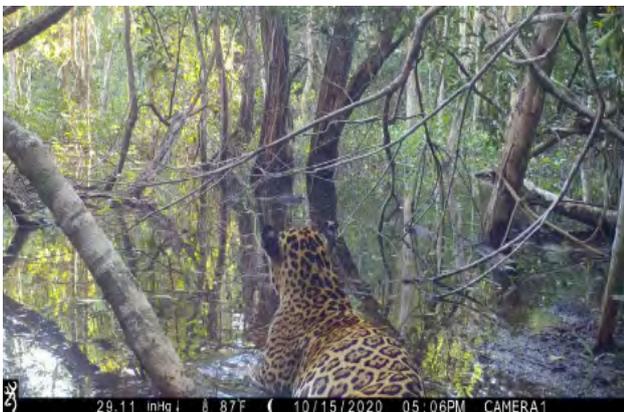
²World Wildlife Fund Inc México. Calakmul, Campeche, México. fernandom28@hotmail.com

*Autor de correspondencia

Es el cazador perfecto, camina sobre la hojarasca, pero sus pasos no se escuchan, con su pelaje amarillo como el sol y sus rosetas negras como estrellas, se pierden entre la selva, nosotros no lo vemos, pero él siempre nos observa.

El jaguar (*Panthera onca*) o “tigre” como se le conoce desde la llegada de los españoles a México, es el tercer felino más grande del mundo (después de los tigres y los leones) y el de mayor tamaño en América, siendo la única especie del género *Panthera* que habita en el continente americano. Su nombre proviene de la lengua Tupí – Guaraní y significa: “el que mata de un solo salto”. Los mayas lo conocían como “*balam*”, para ellos era un ser poderoso y lo relacionaban con el cielo nocturno y las estrellas, así como con la agricultura y la fertilidad. Era una criatura mítica y peligrosa, que estaba relacionada con los dioses del inframundo y los lugares donde el ser humano no puede llegar, como las profundidades de la selva y las oscuras cuevas. Los mayas también tenían la creencia de que sus rosetas representaban el cielo estrellado, ya que al moverse en la oscuridad tenía un vínculo muy fuerte con la noche.

Enclavado en la Península de Yucatán, se encuentra el bosque tropical más extenso del continente americano solo por detrás del Amazonas: “La Selva Maya”, que se extiende hasta



Individuo de jaguar (*Panthera onca*) registrado por medio de cámaras-trampa en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Fotografía: Gabriela Méndez-Saint Martin.

el sur de Belice y el norte de Guatemala. Esta selva representa uno de los sistemas ecológicos de mayor importancia a nivel mundial, cuenta con una superficie de más de 30,000 km² bajo alguna categoría de protección. Del lado de la frontera mexicana, la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC), en el estado de Campeche abarca una superficie de 723,185 hectáreas, es de carácter federal y la administra la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Adyacentes a Calakmul se encuentran además dos reservas estatales del estado de Campeche, Balam Kú con 4,092 km² y Balam Kin con 1,109 km²; ambas reservas estatales apoyan la protección del bosque continuo, por su parte en Belice, aporta Gallon Jug con 445 km² y Rio Bravo con 934 km², mientras que en Guatemala se encuentra la magnífica Reserva de la Biosfera Maya (RBM) con 20,834 km², que en conjunto forman la Selva Maya. Esta gran masa forestal, sirve de hábitat principal del jaguar, pues en un estudio del 2005 se consideró que en la región de Calakmul, habitaba la población más grande de jaguares de todo el país con cerca de 480 jaguares.

En México, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, el jaguar se encuentra en la categoría de riesgo: “En Peligro de Extinción” (P), mientras que a nivel internacional la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) clasifica a los jaguares como “Casi Amenazados” (NT). Por otra parte, de acuerdo a la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en todos los países en que se encuentra la especie, se prohíbe su comercio en todas sus formas (e.j. piel, carne, hueso, dientes).

Existen varias amenazas que perjudican la conservación del jaguar, una muy latente en la región de Calakmul es el conflicto con ganaderos. A pesar de que en el pasado esta especie fue una deidad, en los últimos años, el jaguar es visto como un “enemigo” que causa miedo y pérdidas económicas, para los que se dedican a criar animales domésticos como medio de subsistencia en la zona. Esto causa un enojo en los ganaderos ya que significa una pérdida económica, y en muchos de los casos se ven forzados a tomar la decisión de cazar al jaguar o utilizar métodos de control letales (envenenamiento) para no tener más pérdidas. En el pasado, en la región los afectados contrataban a un cazador conocido localmente como “tigrero”, quienes eran personas muy experimentadas en el rastreo de jaguares para matarlos, una vez que mataban al jaguar vendían la piel y los colmillos a visitantes o turistas.

En los últimos años, la RBC ha sumado esfuerzos con diversos actores para trabajar en conjunto con las comunidades rurales, que ahí habitan e implementar acciones y estrategias para conservar a esta especie, una de estas acciones, consiste en facilitar al productor el acceso al Seguro de Muerte por Ataque de Depredadores de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG), un programa de seguro nacional que cubre las pérdidas económicas de los propietarios de ganado por los ataques de depredadores. Si bien la estrategia ha sido debatida en diversos foros e incluso cuestionada por su efectividad, en Calakmul contribuye a reducir las represalias contra depredadores como los jaguares y pumas (*Puma concolor*). En caso de existir alguna depredación los productores deben llamar al número telefónico de la CNOG (+52 5591269400), donde deberán contar con información básica como nombre del dueño, nombre del predio, ubicación, clave única de registro de población (CURP) y un número de contacto.

Otro de los métodos utilizados para disminuir eventos de depredación en la región de Calakmul son los cercos eléctricos solares, estos cercos cuentan con una fuente de energía (que suele ser un panel solar), una fuente de almacenamiento (batería), un energizador (pulsador), que manda el pulso eléctrico a los alambres que cubren el cerco, de tal forma que cuando el depredador toca uno de los alambres, sentirá una descarga eléctrica que no es mortal. Esta medida ha demostrado ser muy efectiva para disuadir a los depredadores silvestres (entre ellos el jaguar) de posibles nuevos ataques al ganado bovino, ovino o porcino. Con ello se logra prevenir el conflicto entre ganaderos y fauna silvestre, que redunden en caza ilegal en la zona, disminuyendo casi por completo los eventos de depredación y la oportunidad de que genere el tráfico de partes de jaguar.

El estudio de los jaguares no es nada sencillo, pero los avances tecnológicos han permitido el uso de nuevas técnicas como son las cámaras-trampa, dispositivos remotos automáticos usados para capturar imágenes fotográficas de animales en vida libre, en la RBC. Una vez que hemos establecido un cerco eléctrico, colocamos una cámara-trampa, que nos permite documentar y evaluar el funcionamiento de los cercos, y así proponer nuevas alternativas para coexistencia de los jaguares y las personas.

La Selva Maya al ser tan basta y contar con la mayor población de jaguares de México, es un tesoro que debe protegerse, por eso es fundamental promover la coexistencia entre los habitantes de las comunidades y el jaguar, que ese respeto y admiración que por siglos existió, resurja. Pero también es necesario que como conservacionistas entendamos las necesidades de los productores rurales, el hecho de que un productor pierda un borrego o una vaca por un evento de depredación ocasionado por un jaguar, significa una gran pérdida económica para ellos, por lo que no podemos convertirlos en los villanos de la historia por realizar este tipo de prácticas. Por el contrario, es nuestro deber, fomentar la coexistencia con carnívoros, buscar un equilibrio: como en algún tiempo lo tuvieron nuestros antepasados mayas.

El jaguar es el rey de la Selva Maya, y de nosotros depende que lo siga siendo por muchas generaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto "Salvando al Jaguar: embajador de América", el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Reserva de la Biosfera Calakmul y a los guardaparques que ahí laboran, principalmente a Florentino Pérez-Méndez, Ernesto Gutiérrez-Cortez y Luis Tamay.



Hembra de jaguar (*Panthera onca*) con cría tomando agua de una sarteneja. Las sartenejas son cavidades en las rocas que se forman con el tiempo y captan agua de lluvia. Fotografía: Gabriela Méndez-Saint Martin.



Ejemplo del funcionamiento de los cercos eléctricos que ayudan a minimizar los eventos de depredación por carnívoros. a) Vaca adulta (*Bos taurus*) caminando a un costado del cerco, b) jaguar (*Panthera onca*) adulto caminando en el mismo sitio de la imagen a. Fotografías: Pedro Bautista Ramírez.

LITERATURA CONSULTADA

- Ceballos, G., *et al.* 2005. Ecología y conservación del jaguar en la región de Calakmul. *Biodiversitas* 62:1-7.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2015. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya. Segunda Actualización. Tomo I. Autor. <https://bit.ly/3Lq4Hmx>. Consultado el 3 de septiembre 2022.
- Hernández-Pérez, E. L. *et al.* 2020. Jaguars and roads in the Calakmul region: evidence of road crossing and collisions with vehicles. *Western North American Naturalist* 80:556-562.
- Méndez-Saint Martin, G. *et al.* 2022. Perception of ranchers about the predator attack insurance in the Calakmul region, Campeche, Mexico. *Agro Productividad* 15:143-152.
- Reyna-Hurtado, R. *et al.* 2022. Aguadas de la Selva Maya: Santuarios de vida silvestre que unen esfuerzos de conservación internacional. *Ciencia Nicolaita* 84:71-80.
- Simá-Pantí, D. *et al.* 2022. Predation of morelet's crocodile by jaguar in the Calakmul Biosphere Reserve in southeast ern México. *Therya Notes* 1:8-10.

Sometido: 04/ago/2022.

Revisado: 06/sep/2022.

Aceptado: 14/sep/2022.

Publicado: 18/sep/2022.

Editor asociado: Dr. Francisco Botello.

NOCHE DE COLORES: COMPORTAMIENTO HOMOSEXUAL EN MURCIÉLAGOS

Luis David Vargas-López

Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas.
Zacatecas, Zacatecas, México. luisdavid_vargaslopez@hotmail.com

Los murciélagos son uno de los grupos de mamíferos más exitosos en términos de riqueza de especies y diversidad ecológica. Además de...¿incluir especies que exhiben un comportamiento homosexual?

El comportamiento homosexual se entiende como conductas de cortejo, afectivas o de contacto o estimulación genital entre el mismo sexo biológico, macho-macho o hembra-hembra, en el que inclusive puede estar involucrada la crianza mutua de las crías. En animales, este comportamiento ha sido tema de discusión desde la antigüedad, y hasta hoy se ha documentado en una amplia variedad de taxones de vertebrados e invertebrados, tanto en cautiverio como en poblaciones de vida libre, en observaciones de más de 1,500 especies. Sin embargo, esta conducta sexual parece ser inconsistente con la teoría evolutiva al ser un comportamiento que no resulta en la procreación, que es la forma de interacción para incrementar el número de descendientes y con ello la frecuencia de los genes que serán transmitidos a las nuevas generaciones. Algunos científicos lo han llamado "paradoja darwiniana" porque no tiene como finalidad la reproducción sexual y de acuerdo con la frase del biólogo evolucionista Theodosius Dobzhansky "*Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution*", que se entiende como "Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución", proponer una justificación a la presencia de un comportamiento homosexual parece ser lo más adecuado.

Se han presentado diversas explicaciones adaptativas a la presencia y prevalencia de esa conducta en poblaciones animales, como el juego social, la formación de lazos sociales, la evitación de conflictos, el aprendizaje de habilidades de apareamiento, la facilitación de la selección de parientes, la regulación de la tensión social o el cuidado de las crías. También se han sugerido explicaciones no adaptativas, como la identificación errónea de la pareja o que es un rasgo que acompaña o evoluciona al modificarse otros (subproducto evolutivo). Todas estas propuestas se han fundamentado en especulaciones guiadas por ideologías o prejuicios.

En la actualidad, existen registros de este tipo de comportamiento en varios grupos de mamíferos, como primates, felinos y murciélagos. Los murciélagos (Orden Chiroptera) son el segundo grupo de mamíferos más diverso y a pesar de la alta riqueza de especies (1,456), se sabe poco sobre su comportamiento sexual. Esto se debe a características peculiares como su horario de actividad mayor, tamaño, capacidad de vuelo y por la dificultad para acceder a sus refugios. Sin embargo, el comportamiento sexual en murciélagos se ha estudiado desde el siglo XIX, y hasta ahora se han documentado 23 especies que presentan conducta homosexual, la cual se clasifica en seis grupos, que son: 1) aseo y lamido mutuo, 2) masturbación, 3) juego, 4) montaje, 5) cópula forzada y 6) sexo entre especies. Esta información se muestra organizada a continuación:

| Familia | Especie | Nombre común | Conducta homosexual | Literatura consultada |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Pteropodidae | <i>Pteropus livingstonii</i> | Zorro Volador de Comoro | 1, 3, 4 | I, J |
| Pteropodidae | <i>Pteropus medius</i> | Zorro Volador Indio | 1, 3 | G, K |
| Pteropodidae | <i>Pteropus poliocephalus</i> | Zorro Volador de Cabeza Gris | 1, 3 | E, F |
| Pteropodidae | <i>Pteropus pselaphon</i> | Zorro Volador de Bonin | 1 | J |
| Pteropodidae | <i>Pteropus rodricensis</i> | Zorro Volador de Rodrigues | 1, 3, 4 | I |
| Rhinolophidae | <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> | Murciélago Grande de Herradura | 4 | C, D |
| Rhinolophidae | <i>Rhinolophus hipposideros</i> | Murciélago Pequeño de Herradura | 4 | C, D |
| Phyllostomidae | <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago Vampiro Común | 1, 2 | D |
| Vespertilionidae | <i>Barbastella barbastellus</i> | Barbastela | 4 | C, D |
| Vespertilionidae | <i>Corynorhinus rafinesquii</i> | Murciélago Orejudo de Rafinesque | 5 | H |
| Vespertilionidae | <i>Eptesicus serotinus</i> | Murciélago Serotino | 4, 5 | C, D, I |
| Vespertilionidae | <i>Myotis bechsteinii</i> | Murciélago de Bechstein | 4 | C, D |
| Vespertilionidae | <i>Myotis capaccinii</i> | Murciélago de Dedos Largos | 4 | I |
| Vespertilionidae | <i>Myotis daubentonii</i> | Murciélago de Daubenton | 4, 6 | C, D, I |
| Vespertilionidae | <i>Myotis lucifugus</i> | Pequeño Murciélago Marrón | 5 | A, B |
| Vespertilionidae | <i>Myotis myotis</i> | Murciélago Orejudo Mayor | 4 | I |
| Vespertilionidae | <i>Myotis mystacinus</i> | Murciélago Bigotudo | 4 | C, D |
| Vespertilionidae | <i>Myotis nattereri</i> | Murciélago de Natterer | 4, 6 | C, D, I |
| Vespertilionidae | <i>Nyctalus leisleri</i> | Murciélago de Leisler | 4 | C, D |
| Vespertilionidae | <i>Nyctalus noctula</i> | Núctulo Común | 4, 5 | C, D, I |
| Vespertilionidae | <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Pipistrello Común | 4 | C, D |
| Vespertilionidae | <i>Plecotus auritus</i> | Murciélago Orejudo Pardo | 4 | C, D |
| Miniopteridae | <i>Miniopterus schreibersii</i> | Murciélago Común de Alas Torcidas | 4 | C, D |

Se enuncian los grupos de la clasificación de comportamiento homosexual y se explican en mayor detalle aquellos para los cuales se tiene más información y entendimiento. Se menciona en qué consisten las conductas y se dan ejemplos de las especies de murciélagos que las presentan.

Aseo y lamido mutuo (1), y masturbación (2): aunque es complicado diferenciar entre el lamido genital y el contacto social básico a través del acicalamiento (aseo), se ha documentado la felación homosexual (lamido genital macho-macho), la cual es considerada como un comportamiento sexual no reproductivo, en los zorros voladores y en el vampiro común. Para este último, fue descrito inicialmente como un comportamiento aberrante el que machos que se encontraban en cautiverio estuvieran lamiéndose y frotándose el cuerpo y los genitales. También se observó a un macho de esta especie masajear sus genitales con su pata (masturbación), mientras otro macho lo lamía de pies a cabeza. Es posible que la función de la felación homosexual proporcione recompensas psicofísicas a través del reforzamiento de relaciones, el placer y la regulación de la tensión social que podría explicarse por la alta sociabilidad de los murciélagos, incluida la separación de los sexos y la regulación de la temperatura en la interacción individuo(s)-individuo(s). Por ejemplo, los machos del zorro volador de Bonin son considerados como competidores potenciales al momento de aparearse, y pueden usar la estimulación genital para evitar conflictos y reducir la tensión social; sin embargo, la felación homosexual no ha sido observada después de las peleas entre los machos de harem y los machos intrusos.

Juego (3), montaje (4) y sexo entre especies (6): en el zorro de cabeza gris, los compañeros de acicalamiento son envueltos por las membranas de las alas del macho, donde el pecho, cuello y alas son mordidas y lamidas para así provocar, en ocasiones, una erección. Además, se ha documentado que, para los zorros volador indio, de Comoro y de Rodrigues los machos se montan unos sobre otros mientras juegan un tipo de lucha suave y prolongada que consiste en sujetar, montar y morder con un interés genital, es decir, este juego implica elementos de combate y comportamiento sexual que también se ha observado entre hembras maduras, madres-hijas y entre machos subordinados. Es posible que en el caso del zorro volador de Rodrigues y del zorro de Comoro, el montaje macho-macho sea una forma de afirmar el dominio, debido a que nunca se observó que los machos tuvieran el pene erecto lo que podría suponer que este comportamiento no tiene una función sexual. Asimismo, se han observado machos de murciélago de dedos largos y de murciélago común de alas torcidas que optan por la posición de montaje heterosexual macho-hembra, sujetando la parte dorsal del pelaje de otro macho. También se ha registrado comportamiento que involucra el montaje macho-macho asociado a las estaciones del año, por ejemplo, en individuos de 12 especies de murciélagos británicos, además de entre murciélagos de Natterer y de Daubenton, es más común en primavera y verano, que es cuando se encuentran sexualmente activos.

Copula forzada (5): el pequeño murciélago marrón y el nótulo común son murciélagos que además de exhibir comportamiento homosexual, producen un llamado que se ha identificado como "llamado de cópula", el cual consiste en un sonido chirriante y pulsado que es emitido continuamente por los individuos. En estos murciélagos el "llamado de cópula" es emitido cuando los machos montados se encuentran letárgicos. Particularmente, los machos de nótulo pueden comportarse como hembras, emitiendo sonidos fuertes y mostrando las glándulas de la boca. Este tipo de comportamiento es clasificado como sexo coercitivo, cópula forzada o violación, el cual puede definirse bajo tres criterios: a) cuando se monta al individuo sin consentimiento aparente, b) por uso de la fuerza física, coerción o engaño o, c) cuando la víctima está impedida físicamente, dormida o inconsciente (en letargo o en

hibernación). Esta conducta consiste en que los machos que se encuentran sexualmente activos (despiertos del letargo o hibernación), pueden estar involucrados en el apareamiento con machos letárgicos. Estos machos despiertos abrazan, sujetan e incluso intentan montar a otros machos agarrándolos por detrás y empujando su pene entre las patas.

Finalmente, aunque muchos registros son relatos de interpretaciones humanas y aunque hace falta observar con detenimiento la conducta de muchas especies, con estos ejemplos no cabe duda de que las conductas homosexuales están presentes en murciélagos. Estudiar estas conductas a detalle permitirá una comprensión más amplia y completa sobre la función que podrían desempeñar en la ecología y evolución de los animales.



Machos de la Familia Pteropodidae exhibiendo un comportamiento de felación. Ilustración: Daniel Jiménez Valadéz.

LITERATURA CONSULTADA

- Barclay, R. M. R., y D. W. Thomas. 1979. Copulation Call of *Myotis lucifugus*: A Discrete Situation-Specific Communication Signal. *Journal of Mammalogy* 60:632-634. (A)
- Barclay, R. M., M. B. Fenton, y D. W. Thomas. 1979. Social behavior of the little brown bat, *Myotis lucifugus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 6:137-146. (B)
- Bat Conservation Trust (BCT). 2022. Types of bats: UK Bats. <https://www.bats.org.uk/>. Consultado el 18 de septiembre de 2022. (C)
- Greenhall, A. M. 1965. Notes on behavior of captive vampire bats. *Mammalia* 29:441-445. (D)
- Mammal Diversity Database. 2022. Mammal Diversity Database. Version 1.9.1. <https://www.mammaldiversity.org/index.html>. Consultado el 15 de agosto 2022.
- Nelson, J. E. 1965. Behaviour of Australian pteropodidae (Megachiroptera). *Animal Behaviour* 13:544-557. (E)
- Nelson, J. E. 2010. Vocal Communication in Australian Flying Foxes (Pteropodidae; Megachiroptera). *Zeitschrift Für Tierpsychologie* 21:857-870. (F)
- Neuweiler, G. 1969. Verhaltensbeobachtungen an einer indischen Flughundkolonie (*Pteropus g. giganteus* Brunn). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 26:166-199. (G)
- Pearson, O. P., M. R. Koford, y A. K. Pearson. 1952. Reproduction of the lump-nosed bat (*Corynorhinus rafinesquei*) in California. *Journal of Mammalogy* 33:273-320. (H)
- Riccucci, M. 2011. Same-sex sexual behaviour in bats. *Hystrix The Italian Journal of Mammalogy* 22:139-147. (I)
- Simmons, N. B., y A. L. Cirriano. 2022. Bats Species of the World: A taxonomic and geographic database. <https://batnames.org/>. Consultado el 18 de septiembre 2022.
- Sugita, N. 2016. Homosexual Fellatio: Erect Penis Licking between Male Bonin Flying Foxes *Pteropus pselaphon*. *PLoS ONE* 11:e0166024. (J)
- Sundar, K. G., y S. Kittur. 2020. An observation of homosexual fellatio in the Indian Flying Fox *Pteropus medius* (Jemminck, 1825) (Mammalia: Chiroptera: Pteropodidae). *Journal of Threatened Taxa* 12:15945-15946. (K)

Sometido: 01/sep/2022.

Revisado: 17/sep/2022.

Aceptado: 08/oct/2022.

Publicado: 09/oct/2022.

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

MÁS QUE ROEDORES, LA DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Pablo César Hernández-Romero* y David A. Prieto-Torres

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
Tlalnepantla, Estado de México, México. pablohernandez@conbiodes.com (PCH-R),
davidprietorres@gmail.com (DAP-T)

*Autor de correspondencia

Los habitantes de la Ciudad de México comparten espacio con un gran número de mamíferos como vecinos. Ellos contribuyen a mantener las funciones ecológicas dentro de la gran ciudad y por ello es muy importante conocerlos y conservarlos.

Los mamíferos son un grupo fascinante de animales que inspiran y apasionan a muchos, tanto a biólogos como a conservacionistas y a la sociedad en general. Estas especies presentan grupos muy variados que cumplen importantes funciones ecológicas para el mantenimiento de los ecosistemas naturales, como son la depredación para el control de otras poblaciones de animales, la dispersión de frutos y semillas e incluso la polinización. Todo esto es importante porque los mamíferos ayudan a los procesos de regeneración natural de los ecosistemas.

Desafortunadamente, el hábitat de muchos mamíferos se ha reducido considerablemente por causas antropogénicas. Esto los ha vuelto especies muy susceptibles a la extinción y cerca de la mitad de los mamíferos muestran tendencias de declive en sus poblaciones, sobre todo porque muchas especies como los carnívoros necesitan de áreas muy extensas para sobrevivir.

Pero, ¿sabías que estos animales habitan entre nosotros incluso en las ciudades grandes del mundo como Ciudad de México? Ciertamente, los procesos de urbanización involucran múltiples impactos negativos en la biodiversidad, como el cambio de uso del suelo, la fragmentación del hábitat o el incremento de la contaminación. No obstante, las ciudades también juegan un papel importante en su conservación, principalmente mediante el manejo sustentable de las áreas verdes que contienen (parques, jardines, huertos urbanos, etc.), ya que estas ayudan a restaurar la conectividad del paisaje (características espaciales que permiten el movimiento de la fauna nativa entre zonas con vegetación) y mantener saludables a los ecosistemas. Por ello, la comunidad científica tiene un creciente interés en caracterizar las comunidades animales presentes en estos espacios urbanos e identificar los sitios de alto valor ambiental que contienen.

En la actualidad, gran parte de los mamíferos silvestres de México cohabita con millones de personas en zonas urbanas y en especial en una de las ciudades de mayor tamaño en el mundo: la Ciudad de México (CDMX). Al pensar en esta gran ciudad es inevitable imaginarse grandes edificaciones, avenidas, zonas habitacionales y mucha, pero muchísima gente. Al mismo tiempo, de seguro muy pocos de nosotros pensamos y sabemos que entre todas esas construcciones y condiciones de alteración del paisaje natural existe una gran variedad de mamíferos silvestres de diferentes tamaños y formas. Estos importantes componentes de la biodiversidad se han convertido en unos vecinos sigilosos que muchas veces pasan por desapercibidos para las personas ya que han generado adaptaciones para poder vivir aún en nuestra presencia. Por ejemplo, algunas especies han modificados sus horarios de actividad durante el día para buscar comida y refugios, así como para el cortejo con sus parejas o incluso la crianza. Muchas de estas actividades ocurren mientras nosotros estamos ocupados en nuestra vida cotidiana o cuando estamos dormidos.

En la CDMX, son pocos los estudios dedicados a evaluar los patrones de distribución y estados poblacionales de los mamíferos silvestres. Muchos de los trabajos se enfocan únicamente en reportar a las especies que se mantienen en determinados espacios verdes y los alrededores de la ciudad. De hecho, gran parte de estos estudios son realizados en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) dentro de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y en áreas protegidas localizadas en el norte de la ciudad (Sierra de Guadalupe). Actualmente, sabemos que



Bushnell

06-30-2021 01:27:43

Individuo de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la colonia Jardines de la Montaña, Talpan, Ciudad de México.

Fotografía: Pablo Hernández-Romero y David A. Prieto-Torres.

en CDMX habitan por lo menos 64 especies de mamíferos, los cuales en su mayoría (23 especies) son pequeños roedores silvestres como ardillas y ratones de campo, seguido por los murciélagos (16 especies). Pero también existe la presencia de mamíferos de tamaños medianos como los carnívoros (al menos 11 especies han sido confirmadas) y que son, de hecho, especies muy conocidas por las personas en general. Este es el caso del cacomixtle (*Bassariscus astutus*), la comadreja (*Mustela frenata*), el zorrillo rayado (*Mephitis macroura*) y, muy particularmente, de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Si bien la mayoría de estas especies habita en las periferias de la mancha urbana, en especial al sur de la CDMX a lo largo de la zona conocida como "Suelo de Conservación" (que es una categoría de protección a esta zona otorgada por el gobierno estatal), otra buena parte de ellos se pueden encontrar en zonas densamente pobladas como el centro de la alcaldía Coyoacán o Iztapalapa.

En nuestras azoteas o entre las paredes de casas continuas es muy frecuente encontrarse con los cacomixtles y los tlacuaches, especies de hábitos generalmente nocturnos que podemos encontrar en casi todas las alcaldías de la ciudad. El cacomixtle tiene un tamaño como de gato doméstico, con una cola larga y anillada, y se alimenta de pequeños animales como ratas y ratones, insectos y hasta frutos; mientras que el tlacuache es un marsupial (esos animales que como los canguros llevan a sus crías en una bolsa llamado marsupio) omnívoro, es decir, se alimenta de una gran cantidad de elementos: insectos, huevos, frutos, carne, semillas e incluso restos de comida en la basura. Además, sabemos que al menos seis especies de los mamíferos presentes en la CDMX son endémicas, es decir, que solo viven en la región del centro de México y por ello tenemos mayor responsabilidad de protegerlas; de no hacerlo podrían desaparecer del planeta por completo. Estas especies son el conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazii*), el conejo mexicano de monte (*Sylvilagus cunicularius*), la ardilla cuinique (*Notocitellus adocetus*), la musaraña coluda (*Sorex ventralis*), el ardillón (*Ictidomys mexicanus*) y la musaraña de orejas pequeñas (*Cryptotis alticola*).

¿Qué hace posible que pueda existir aún esta cantidad y particularidad de especies en CDMX? Una de las principales razones es la presencia de áreas verdes dentro de la mancha urbana y áreas naturales en las orillas de la ciudad, lo cual permite que los animales puedan conseguir elementos importantes para su supervivencia como refugio, alimento y zonas de reproducción. De hecho, muchas de estas áreas verdes se utilizan como corredores que les permiten desplazarse de un área natural hacia la ciudad y dentro de la ciudad, lo cual se conoce como conectividad ecológica en el paisaje. Esto favorece al mantenimiento de poblaciones sanas y evita las extinciones.

Recuerda que estos "vecinos" particulares desempeñan importantes funciones ecológicas que ayudan a que las personas tengamos una mejor calidad de vida. Por ejemplo, hay murciélagos que realizan la polinización de muchos árboles frutales y agaves, mientras que otros se alimentan de insectos nocivos (mosquitos y moscas) ayudando así a controlar plagas e incluso enfermedades. Por ello, es muy importante mantener las áreas verdes en buenas condiciones y conectadas, pues son esenciales para la supervivencia de los mamíferos y otras especies. En este sentido, es necesario fomentar más la participación de la ciudadanía tanto en los proyectos de investigación como en las actividades de manejo y conservación de los espacios verdes y la biodiversidad en general.

Ahora que sabes de la existencia de estos importantes habitantes de la ciudad comparte esta información que apoya a su conservación y mira con más detalle a tu alrededor, pues podrías tener la oportunidad de ver a estos, "nuestros", tan peculiares e importantes vecinos de la CDMX.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de "Estancias Posdoctorales por México, Modalidad 3 y 4" del CONACYT por el apoyo recibido para el proyecto del Dr. Pablo Hernández Romero, así como al Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la UNAM, por el financiamiento recibido para el proyecto "La megalópolis mexicana en la crisis climática: ¿existen oportunidades para la conservación de la biodiversidad?" Agradecemos la colaboración y el apoyo logístico prestado por la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel (REPSA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Secretaría de Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA). De igual manera, a los colonos de "Jardines de la Montaña" y "Jardines del Pedregal de San Ángel", por su apoyo durante la realización de las actividades de monitoreo realizadas desde 2020. A IdeaWild por la donación de cámaras-trampa y equipo para el desarrollo del estudio.



Individuo de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Bosque de Talpan, Talpan, Ciudad de México.
Fotografía: Pablo Hernández-Romero y David A. Prieto-Torres.

LITERATURA CONSULTADA

- Ceballos, G., y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista Actualizada de los Mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología. Nueva Época 2:27-80.
- Ceballos, G., y G. Oliva (eds.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal, México.
- Hernández-Romero, P. C., et al. 2022. La conectividad del paisaje y su importancia para los mamíferos de la Ciudad de México. Oikos 26:21-25.
- Herrera-Calvo, P. M. 2008. Infraestructuras de soporte de la Biodiversidad: Planificando el ecosistema urbano. Ciudades 11:167-188.
- Hortelano-Moncada, Y., F. A. Cervantes., y A. Trejo-Ortiz. 2009. Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F. Revista Mexicana de Biodiversidad 80:507-520.
- Hortelano-Moncada, Y., et al. 2021. Mammal species richness and new records in protected natural areas of the northern part of the metropolitan area of the Valley of México. Therya 12:537-551.
- Navarro-Frías, J., González-Ruiz, G., y S. T. Álvarez-Castañeda. 2007. Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: lista actualizada y consideraciones para su conservación. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 23:103-124.
- Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo, y A. Castro. 1986. Guía de los Mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. Distrito Federal, México.
- Reygadas, P. D. 2016. Delimitación del área de estudio y regionalización. Pp. 30-35 en: La biodiversidad en la Ciudad de México. Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría del Medio Ambiente. Ciudad de México, México.
- Vázquez, L. B., y K. J. Gaston. 2006. People and Mammals in Mexico: Conservation Conflicts at a National Scale. Biodiversity and Conservation 15:2397-2414.
- Villa, R. B., y F. A. Cervantes. 2003. Los Mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

Sometido: 06/sep/2022.

Revisado: 04/oct/2022.

Aceptado: 07/oct/2022.

Publicado: 10/oct/2022.

Editor asociado: Dr. Juan Pablo Ramírez-Silva.

DIME DÓNDE ANDAS Y TE DIRÉ CÓMO ERES, ASÍ FUNCIONA LA EVOLUCIÓN CONVERGENTE

Luis D. Verde-Arregoitia^{1,2*} y M. Julia Saravia Agulleiro³

¹Laboratorio de Macroecología Evolutiva, Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. luis@liomys.mx

²Laboratorio de Conservación y Bienestar Humano, Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). Chile.

³Laboratorio de Genómica y Ecología Molecular Antártica y sub-Antártica (LAGEMAS), Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile.

Valdivia, Los Ríos, Chile. saravia.julia@gmail.com

*Autor de correspondencia

En la naturaleza es frecuente encontrarnos con grupos de organismos que se parecen mucho, aunque no sean de la misma especie. El parecido puede ser tan notorio que se ve reflejado en los nombres comunes de algunos animales, y existen tantos ejemplos como seamos capaces de combinar: la rata topo, la rata conejo, la rata canguro, la musaraña topo, el ratón musaraña, y otras (muchas) tantas.

En algunos casos el parecido físico entre especies llega a confundir a biólogos y taxónomos, y es así como muchas veces organismos no emparentados han sido clasificados -erróneamente- como parientes estrechos. Por ejemplo, durante mucho tiempo se creyó que los colugos (Orden Dermoptera), unos pequeños mamíferos (35 a 40 cm, 1 a 2 kg) que habitan el sureste asiático, eran parientes cercanos de las musarañas arborícolas de esa región (11 a 18 cm, 40 a 300 g, Orden Scandentia). Esto porque comparten varios rasgos de valor diagnóstico (ej., la orientación hacia adelante de sus dientes inferiores), es decir, características distintivas que no comparten con otros grupos, y que sirven para identificar y diferenciar taxones. Tal era la confusión con los colugos que algunas veces se les llama "lémures voladores", aunque no son lémures (y tampoco vuelan). Por sus características tan particulares y su parecido con varios otros animales, la clasificación de estos pequeños animales fue por mucho tiempo motivo de controversia. No fue sino hasta el surgimiento de técnicas más modernas como la genómica que se logró identificar el verdadero lugar de estos curiosos animales en el árbol de la vida, esto es, junto a los primates.

Ya sea por algún rasgo físico, o por su estilo de vida, la tendencia lógica a agrupar especies por su parecido no es tan descabellada. Es más, puede que, sin saberlo, estemos ante el resultado de un fenómeno biológico llamado "evolución convergente".

La evolución convergente es un proceso que ocurre cuando especies no emparentadas (o con un ancestro común muy pero muy lejano), desarrollan características similares por haber estado sometidas a condiciones ambientales que influyeron en su capacidad de sobrevivir o dejar descendencia, moldeando sus características hacia formas similares, y que en conjunto se entienden como presión selectiva. Un claro ejemplo de la convergencia evolutiva son las aletas que poseen los peces y los cetáceos (como las ballenas). Éstas se desarrollaron de manera independiente por ambos linajes, y siguiendo caminos evolutivos muy distintos, pero convergieron en estructuras similares como consecuencia de la fuerte presión selectiva del ambiente en el que han habitado a lo largo de las generaciones. La causa última de la convergencia es la presión que ejerce el ambiente, ya que entornos similares favorecen rasgos similares en especies que ocupan el mismo nicho ecológico, es decir, el mismo rol y hábitat en un ecosistema, aun cuando tengan poco parentesco evolutivo.

Pero la convergencia evolutiva no necesariamente se refiere a un rasgo físico en particular, sino que puede ocurrir a otros niveles. Por ejemplo, determinados hábitos



Colugo (*Galeopterus variegatus*; izquierda) y musaraña arborícola (*Tupaia belangeri*; derecha). Fotografías: Lip Kee y Onkel Ramírez, licencias CC-BY.

alimentarios pueden ser convergentes, como alimentarse de frutas (frugivoría) que ocurre en mamíferos, aves, peces y reptiles y surgió independientemente en estos linajes; un rasgo locomotor como el vuelo que observamos en insectos, aves y mamíferos también es convergente; y hasta patrones de coloración brillantes que indican "¡PELIGRO!" han sido desarrollados por anfibios, insectos, y moluscos, en lo que colectivamente llamamos aposematismo.

Los roedores, al ser un grupo tan diverso y con tiempos generacionales relativamente cortos, son un excelente grupo para estudiar la convergencia evolutiva y ofrecen casos muy interesantes para ilustrar este proceso. Las ratas canguro (género *Dipodomys*), habitan diferentes ambientes secos y arenosos, con climas áridos y con muy poca agua en México y parte de Norteamérica. Su apariencia es muy similar a los ratones saltadores australianos (género *Notomys*), a la mal llamada liebre saltadora (*Pedetes capensis*) de África, y a algunos jerbos (subfamilia Dipodinae) de Asia y África. Todos ellos poseen un cuerpo muy similar: patas delanteras cortas, patas traseras muy largas, y una larga cola con un pincel de pelo en la punta. Se desplazan dando grandes saltos usando su cola para mantener el equilibrio, y lo hacen así independientemente de la especie y el continente en cuestión. Si bien todos ellos son roedores, y como tales poseen un ancestro común, éste es muy -pero muy- lejano en el tiempo (más de 30 millones de años), y los rasgos que comparten hoy son más bien el resultado de un largo tiempo evolutivo en distintos continentes, pero bajo condiciones ambientales muy parecidas. El peculiar cuerpo de los roedores saltadores ilustra cómo surgen soluciones similares cuando distintos linajes evolutivos se enfrentan con el mismo problema, en este caso, la vida en el desierto.

En un grupo tan diverso como los roedores, que además incluye cientos de especies poco estudiadas, es posible que existan muchos otros grupos de especies que por el efecto de la selección natural se asemejan, tal vez, de manera más sutil. Por ésto, también es importante entender la relación entre la morfología de una especie y la manera en la que se desenvuelve en su entorno. Por ejemplo: conocer la relación entre la forma de la mandíbula y la dieta nos puede ayudar a detectar e interpretar casos de especies con poco parentesco pero con mandíbulas similares.

Entonces ¿la similitud entre especies se debe o al parentesco (filogenia) o por el hecho de habitar ambientes similares (convergencia)? Ojalá fuera tan simple, pero no, ¡aún hay más! Las especies pueden llegar a parecerse mucho simplemente por acción del azar, y es un factor muy importante que también debemos considerar ¿Entonces cómo sabemos si dos o más especies se parecen por filogenia, por convergencia, o simplemente por azar?

La fórmula para saber si dos o más especies son convergentes tiene tres pasos. Primero, necesitamos un árbol filogenético que nos permita conocer las relaciones evolutivas entre las especies en cuestión. Por definición no consideramos que el parecido entre miembros de un mismo género, entendido como categoría taxonómica, es resultado de convergencia ya que, a ese nivel, las especies conservan características que heredaron de un ancestro común más reciente. Por lo tanto, no buscaríamos convergencia dentro del género *Canis*, es decir entre lobos, coyotes y chacales, porque entendemos que su gran similitud se debe más a un ancestro común muy cercano (menos de 3 millones de años en este caso) que a evolución en ambientes similares. Segundo, debemos cuantificar su fenotipo, es decir, aquellas características físicas observables de un organismo. Para ello tomamos medidas corporales (ej. largo del antebrazo, ancho del cráneo, número de dedos, etc.), hacemos descripciones cualitativas de algún rasgo (ej. su dieta: granívoro, omnívoro, etc.; uso del sustrato: arborícola, terrestre, fosorial, etc.), o incluso analizamos atributos genéticos y moleculares (ej., proteínas con la misma función). Por último, reunimos toda esta información en modelos estadísticos capaces de determinar si estas especies son más parecidas de lo que se esperaría simplemente por acción del azar, dado su escaso parentesco evolutivo.

Hasta hace algunos años, el método para determinar si dos o más especies eran convergentes consistía en primero suponer que sí lo eran, y luego comparar la similitud fenotípica (i.e., todos los rasgos medidos) con el grado de parentesco evolutivo (i.e., árbol filogenético) para entonces saber si estábamos en lo cierto o no. Gracias a los avances tecnológicos, informáticos y teóricos hechos en el campo, actualmente es posible ajustar modelos para encontrar grupos de especies que han evolucionado a parecerse entre sí, sin necesidad de especificarlos previamente.



Rata canguro (*Dipodomys ordii*; izquierda superior), jerbo (*Dipus sagitta*; izquierda inferior), y ratón saltador australiano (*Notomys fuscus*; derecha). Fotografías: Andy Teucher, Aleksandr Popov, y Yingyod Lapwong, licencias CC-BY.

Dentro del campo de métodos para analizar y comparar muchas especies usando filogenias y datos fenotípicos, un tipo de modelo muy utilizado es el de Ornstein-Uhlenbeck (OU). En pocas palabras, el modelo OU se utiliza para modelar cómo cambian los rasgos de los organismos a través del tiempo, y toma en cuenta que los rasgos no cambian descontroladamente, sino que la selección natural impone limitaciones sobre qué tanto cambiarán. Los modelos tipo OU incorporan parámetros que permiten simular el efecto (intensidad y dirección) de la selección natural sobre los rasgos, de tal manera que si encontramos grupos de especies con parámetros similares en el modelo significa que éstas podrían estar respondiendo de la misma forma a fuerzas selectivas parecidas. Es decir, es indicio de que son convergentes. Las tuzas de Norte y Centroamérica (familia Geomyidae) y los tuco-tucos sudamericanos (familia Ctenomyidae) son roedores excavadores que se asemejan mucho. Estas especies comparten tendencias evolutivas en uno o más rasgos por el hecho de vivir en entornos similares: tienen garras grandes y poderosas, dientes anchos, orejas reducidas, y brazos fuertes. Si ajustáramos modelos de cómo cambiaron en el tiempo (evolutivo) los valores para, por ejemplo, el ancho y largo de las garras delanteras, seguramente encontraríamos que para los dos grupos la tendencia es hacia garras más anchas y robustas que les permiten llevar una vida subterránea exitosa. Por otro lado, siendo que no comparten un ancestro común reciente podemos afirmar que se trata de dos grupos convergentes.

La evolución convergente está presente en todo el árbol de la vida, y esa universalidad nos muestra cómo la selección natural y la presión del ambiente pueden conducir hacia soluciones repetibles y predecibles para desafíos evolutivos compartidos. El estudio de la evolución convergente ha progresado a lo largo de los años, desde identificar subjetivamente organismos que se parecen por llevar estilos de vida similares hasta poder detectarla y cuantificarla sin sesgos.

La Biología Evolutiva tiene como misión conocer cómo se genera, mantiene y modifica la diversidad biológica. Por esto, entender mejor la convergencia evolutiva es imprescindible para comprender el papel de la adaptación y la selección natural en los patrones de biodiversidad a gran escala.

AGRADECIMIENTOS

LDV-A agradece al Programa de Estancias Posdoctorales por México (BP-PA-20210507174010734-948446) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). LDV-A y MJSa agradecen a A. Ortiz Medrano, C. González Wevar y J. Bustamante por sus comentarios.

LITERATURA CONSULTADA

- Bini, L.M., F. Villalobos y J.A.F. Diniz-Filho. 2014. Explorando patrones en rasgos macroecológicos utilizando regresión secuencial de autovectores filogenéticos. *Ecosistemas* 23:21-26.
- García, C.L. 2017. Paralelismo, convergencia y homología profunda en la biología: una propuesta conceptual. *Metatheoria* 8:57-69.
- Mares, M. 1993. Desert rodents, seed consumption, and convergence. *BioScience* 43:372-379.
- Mason V.C., *et al.* 2016. Genomic analysis reveals hidden biodiversity within colugos, the sister group to primates. *Science Advances* 2:e1600633.
- Page, C. y N. Cooper. 2017. Morphological convergence in 'river dolphin' skulls. *PeerJ* 5:e4090.



Tuco tuco (*Ctenomys* sp.; izquierda y derecha inferior), y tuza (*Thomomys bottae*; derecha superior).
Fotografías: Ezequiel Racker y Katja Schulz, licencias CC-BY.

Sometido: 08/sep/2022.

Revisado: 29/sep/2022.

Aceptado: 25/oct/2022.

Publicado: 27/oct/2022.

Editor asociado: Dra. Susette S. Castañeda-Rico.

ABRIÉNDOSE PASO ENTRE LOS RÍOS Y LAGOS, EL TLACUACHE ACUÁTICO *CHIRONECTES MINIMUS*

José Juan Flores-Martínez¹, Víctor Sánchez-Cordero¹ y J. Vladimir Rojas-Sánchez^{1,2*}

¹Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México. jj@ib.unam.mx (JJF-M), victor@ib.unam.mx (VS-C), vladimir.rojas@st.ib.unam.mx (JVR-S).

²Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia

Cuando escuchamos la palabra “tlacuache”, inmediatamente imaginamos a ese particular marsupial que se hace el muerto para despistar a sus depredadores. Quién diría que estos curiosos animales fueran tan astutos como para colonizar ambientes como los acuáticos.

Los marsupiales son mamíferos sumamente interesantes en muchos sentidos. Se caracterizan por presentar un desarrollo embrionario “incompleto”, es decir a diferencia de los mamíferos placentados (como los humanos) no nacen totalmente desarrollados. En su lugar; las crías nacen en etapas tempranas de su desarrollo embrionario e inmediatamente se abren camino hacia el vientre de sus madres donde se alimentarán de sus glándulas mamarias que generalmente están contenidas en una bolsa protectora llamada marsupio.

Tanto el momento como el lugar de origen de los marsupiales es tan interesante como controversial, y por lo pronto es un tema que está lejos de ser resuelto. Sin embargo, las evidencias paleontológicas muestran que los marsupiales más antiguos conocidos son los encontrados en depósitos al oeste de Norteamérica, los cuales datan de finales del periodo Cretácico tardío (~110 millones de años), una era en la que la Tierra aún era dominada por los grandes reptiles.

Tiempo después, entre 72 a 100 millones de años (MA), los marsupiales se habían diversificado y extendido a lo largo del antiguo supercontinente Laurasia (que incluía a la tierra emergida de Europa, Asia y Norteamérica). Los procesos de migración y extinción que moldearon su distribución actual es un campo que depende en gran medida del descubrimiento de nuevos fósiles que iluminen el camino de la evolución de los marsupiales, ofreciendo un área emocionante y fértil para la ciencia.

Hoy en día, existen aproximadamente 375 especies de marsupiales, con una distribución restringida a la región australiana y la americana. Se sugiere que los marsupiales llegaron a Australia e islas periféricas desde una Antártida subtropical y, actualmente, están representados por 251 especies, de las cuales el canguro, el koala y el demonio de Tasmania son algunos de los organismos más populares.

En lo que respecta a los marsupiales americanos o también llamados del “Nuevo Mundo”, hasta hoy están representados por 124 especies englobadas en tres órdenes. De ellos, el orden Didelphimorphia es el más diverso con 116 especies y se compone de los organismos que comúnmente conocemos como tlacuaches o zarigüeyas.

Los didélfidos (nombre que hace referencia al orden de los tlacuaches) tuvieron un origen sudamericano en un momento cuando tal región aún se encontraba separada de Norteamérica. Fue hasta el Oligoceno (hace ~ 34 MA) cuando las dos regiones se empezaron a conectar promoviendo una gran migración faunística, el cual fue un evento que se conoce como el “Gran Intercambio Biótico Americano”. En tal intercambio, fauna norteamericana colonizó territorios sureños y viceversa, ocasionando que los didélfidos actualmente estén presentes tanto en el norte como en el sur de América.

Otro resultado de tal proceso fue un periodo en la cual organismos que antes no se conocían, empezaron a coincidir, impulsando eventos sumamente interesantes. Por ejemplo, el encuentro de tlacuaches antiguos con algunas serpientes venosas seguramente fue trágico para una gran cantidad de didélfidos. Sin embargo, poco a poco esta presión



Tlacuache acuático (*Chironectes minimus*), en su mano derecha se observa la extensión del hueso pisiforme conformando el llamado sexto dígito.
Fotografía: brandyconrad bajo licencia CC BY-NC-ND 4.0.

promovió el desarrollo de la resistencia al veneno de serpientes que ahora caracteriza a algunos tlacuaches actuales.

Por otro lado, la migración de carnívoros norteamericanos como los prociónidos (familia de los mapaches, cacomixtles y coatíes), incrementó el riesgo de depredación en los tlacuaches, por lo que una estrategia para afrontar tal situación fue el ajuste de su comportamiento. De tal manera, actualmente los tlacuaches son conocidos por exhibir un mecanismo llamado tanatosis, comúnmente conocido como “hacerse el muerto”, que si bien parece estar mejor desarrollado en *Didelphis virginiana*, no se descarta que también se presente en otras especies del mismo género.

Otro efecto del aumento en el riesgo de depredación para los tlacuaches fue el agotamiento de los mejores sitios de refugio, aumentando la competencia por los mismos. Tal competencia fue tanto intraespecífica (entre tlacuaches) como interespecífica (con otros mamíferos no marsupiales), y partiendo de la hipótesis de que algún antepasado común entre los tlacuaches únicamente habitaba tierra firme y que el riesgo de depredación era mayor a nivel de piso, cabe la posibilidad de que algunos de ellos se vieran en la necesidad de colonizar nuevos ambientes por lo que algunos individuos empezaron a explorar nuevos hábitats.

Así, algunos desarrollaron la habilidad de trepar a los árboles, dando origen a especies de hábitos terrestres y ocasionalmente arborícolas como el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*); del mismo modo otras encontraron una alternativa en adoptar un estilo de vida especializado a lo alto de las copas de los árboles, dando origen a organismos arborícolas como el tlacuachillo dorado (*Caluromys derbianus*).

Sin embargo, con gran perspicacia una parte de estos individuos aventureros, empezaron a asociarse a los cuerpos de agua dulce, un ambiente que incluso en la actualidad no es explotado intensivamente por los mamíferos medianos. De tal manera se abrió un nuevo capítulo en la historia evolutiva de los marsupiales, dando como resultado el surgimiento del único marsupial semiacuático del mundo; una especie de tlacuache capaz de habitar ríos y lagos, el tlacuache acuático (*Chironectes minimus*).

También conocido como yapok, es un didélfido con una longitud corporal que va de los 27 a los 40 cm, tiene una cola de entre 31 y 43 cm y pesa de 604 a 790 gramos, por lo que es una especie un poco más pequeña y ligera que el tlacuache



Distribución potencial del tlacuache acuático (*Chironectes minimus*). Ilustración: J. Vladimir Rojas Sánchez con datos del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>



Tlacuache acuático, se observa en sus patas traseras su membrana interdigital. Título original: *Chironectes minimus*. Fotografía: Juan Carlos Sánchez bajo licencia CC BY-NC-ND 4.0.

común (*Didelphis marsupialis*) el cual mide de 31 a 46 cm de largo, con una cola de 33 a 45 cm. Aunque el rango de peso de este último es mayor que el del tlacuache acuático (525-2040 g para *D. marsupialis*), para diferenciarlo de manera clara de sus parientes terrestres basta con prestar atención a sus adaptaciones a la vida acuática.

En primer lugar sus patas traseras cuentan con una extensión de piel que cubre casi por completo sus dedos llamada membrana interdigital, su función es actuar como remos que le permiten empujarse con mayor fuerza debajo del agua. Sus palmas están cubiertas de escamas planas sobre las cuales tienen papilas altamente sensitivas llamadas órganos de Brinkmann.

Sus manos son muy grandes, rosas y rugosas, con dedos largos que terminan en garras vestigiales bastante reducidas. Tanto juveniles como adultos de ambos sexos cuentan con un sexto dedo rudimentario en la palma, que no se encuentra en otras especies de tlacuache y que más que un dedo, en realidad es una prolongación del hueso pisiforme. Aunque su función es desconocida se piensa que en conjunto con otras características le permite detectar o distinguir a sus presas debajo del agua y mejorar la sujeción a las rocas resbaladizas.

Con su cuerpo esbelto y alargado, le es posible desplazarse ágilmente entre los ríos usando únicamente sus patas traseras alternadamente para impulsarse. Durante el nado mantiene sus manos juntas y extendidas debajo de su barbilla, con los dedos estirados para no crear resistencia ni perder fuerza al desplazarse.

Su cola tiene pocos pelos en los primeros 5 cm; posteriormente, se compone de piel desnuda de color negro que cambia a un tono pálido en el último tercio. En proporción es bastante larga, ya que mide más que su cuerpo y cabeza juntos. Además, es gruesa y cilíndrica y le permite dirigir su trayectoria bajo el agua como si fuera un timón.

Al igual que la mayoría de los tlacuaches, las hembras cuentan con un marsupio donde resguardan a sus crías (el género *Marmosa*, presente en México es una de las excepciones a la regla). Por su naturaleza semiacuática podría pensarse que al momento de sumergirse, tal bolsa se llene de agua poniendo en riesgo a los pequeños tlacuaches en crecimiento. Sin embargo, el marsupio de esta especie cuenta con particularidades que evitan la infiltración de agua. La primera es que a diferencia de lo que sucede en la mayoría de los tlacuaches, el marsupio está orientado hacia la parte de atrás y cuenta con músculos especializados capaces de cerrarlo fuertemente; con ayuda del pelaje y secreciones aceitosas sellan muy eficientemente su bolsa manteniendo a sus crías secas y seguras durante el nado.

Las hembras comúnmente tienen entre dos y tres crías por camada, aunque se ha llegado a reportar cinco como máximo. Después de nacer, las crías pasan alrededor de 48 días en el marsupio antes de alcanzar un tamaño que les permita

independizarse paulatinamente de su madre. Sin embargo, la aparente vulnerabilidad de los recién nacidos contrasta con su alta resistencia a las bajas en las concentraciones de oxígeno y en la temperatura debido a las múltiples inmersiones de las madres. Tanto una disminución en su tasa metabólica, así como la transmisión del calor corporal de la madre ($\pm 34^\circ \text{C}$) son dos fenómenos que pueden explicar esta particularidad de las crías.

Otra curiosidad de esta especie es que ambos sexos cuentan con un marsupio desarrollado, y aunque los machos tienen los mismos músculos encargados de la apertura y el cierre de esta bolsa, no tienen la misma fuerza para sellarse completamente. En este caso, la función del marsupio es distinta, ya que funciona como un reservorio para sus órganos sexuales durante el nado.

Su pelaje es corto, denso y semi-impermeable, tanto en hembras como en machos tienen un patrón predominantemente negro en la espalda que se extiende a la parte externa de sus extremidades, intercalándose con un pelaje grisáceo formando bandas redondeadas. Tal combinación de colores es similar al de su rostro, el cual es mayoritariamente negro a excepción de una delgada línea gris por encima de sus ojos que asemeja a una sola ceja que se extiende hasta la base de sus orejas. Su vientre, incluyendo la parte interna de sus extremidades, es de un tono blanco el cual también se extiende hasta su barbilla. Este patrón de coloración no se parece al de ningún otro mamífero semi-acuático conocido hasta ahora. Aunque no hay una explicación clara a las ventajas que tal coloración pueda darle, posiblemente se trata de un sistema que le ayuda a evitar ser reconocido por depredadores.

El tlacuache acuático es una especie predominantemente nocturna; la mayoría de su tiempo activo lo pasa en ambientes acuáticos donde con ayuda de sus diferentes sistemas sensoriales tiene la capacidad de localizar presas en los cuerpos de agua a oscuras. Respecto a sus hábitos alimenticios, tiene una dieta basada principalmente en peces, ranas, crustáceos y moluscos; además, su función como depredador tiene importantes implicaciones ecológicas ya que influye en el control poblacional y el comportamiento de sus presas. Haciendo gala de su pasado totalmente terrestre, también tiene la capacidad de desplazarse con facilidad en tierra firme, donde construye madrigueras subterráneas cerca de los cuerpos de agua con alta cobertura vegetal. Además en la periferia de tal guarida, instala sitios de descanso construídos con hojas donde pasa parte del día.

Generalmente, las técnicas utilizadas para el monitoreo de mamíferos medianos como el tlacuache acuático consisten en la colocación de trampas en forma de jaula (por ejemplo, trampas Tomahawk), que al detectar la presencia del animal se cierran automáticamente atrapando al ejemplar en su interior sin hacerle daño. Sin embargo, dado sus hábitos semi-acuáticos y su patrón de actividad nocturno, el acceso a puntos para la colocación de tales sistemas de captura o la observación directa de los ejemplares es complicado. Por ello, gran parte de la información sobre esta especie se deriva de observaciones en cautiverio.

Por otro lado, eventos de sequía o inundaciones extremas, así como procesos de contaminación química y física de cuerpos de agua impactan con severidad a los organismos acuáticos. Tales afectaciones se dan de manera directa, promoviendo enfermedades y alteraciones fisiológicas, e indirecta mediante la perturbación del equilibrio de las comunidades e interacciones bióticas en los ecosistemas donde viven.

Esta especie de tlacuache se puede encontrar desde Argentina hasta Tamaulipas. El por qué su distribución no se extiende más allá de tal estado puede ser explicada por la transición entre la región meso y aridoamericana. Al ser una especie altamente dependiente de los cuerpos de agua, la escasez de los mismos en regiones áridas como las que se encuentran en el norte de México podría funcionar como un

tipo de barrera que ha impedido su dispersión a territorios norteños.

Cabe mencionar que a pesar del gran rango de distribución potencial que tiene, sus registros son escasos. Lo cual, en conjunto con las presiones ambientales antes mencionadas, hacen que esta especie esté catalogada como en peligro de extinción según la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las increíbles adaptaciones del tlacuache acuático son una prueba de que las especies frecuentemente encontrarán el modo de enfrentar los retos de los cambios ambientales y adaptarse a ellos. Sin embargo, la mitigación del impacto ambiental por parte de los humanos requiere forzosamente el involucramiento de la sociedad e incluso la industria para asegurar la conservación de la biodiversidad.

El avance tecnológico en la mejora de dispositivos de monitoreo autónomos como las foto-trampas, representan una gran oportunidad para descubrir los misterios del estilo de vida de esta y otras especies de mamíferos. Por lo cual, la aplicación de nuevas técnicas de monitoreo es vital para definir la situación actual de los mamíferos mexicanos, y así tomar acciones contundentes para su conservación.

En plena era de la información, tenemos a la mano una gran cantidad de datos y herramientas para disminuir el impacto negativo de nuestra actividad sobre la biodiversidad. Ahora, la tarea es incorporar hábitos menos perjudiciales para la naturaleza a nuestra vida diaria y desde la ciencia, aplicar métodos que faciliten el estudio y la preservación de seres tan curiosos e increíbles como el único y particular tlacuache acuático.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CONACyT por la beca nacional brindada, con número de apoyo 813752 para el estudiante del Posgrado en Ciencias Biológicas, José Vladimir Rojas Sánchez.

LITERATURA CONSULTADA

- Ardente, N., et al. 2013. Mammalia, Didelphimorphia, Didelphidae, *Glironia venusta* Thomas, 1912 and *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780): Distribution extension for eastern Amazonia. Check List 9:1104-1107.
- Bodmer, R., et al. 2017. Major shifts in Amazon wildlife populations from recent intensification of floods and drought. Conservation Biology 32:333-334.
- De Souza-Leite, M., et al. 2013. Activity patterns of the water opossum *Chironectes minimus* in Atlantic Forest rivers of south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 29:261-264.
- Marshall, L. G. 1978. *Chironectes minimus*. Mammalian Species 109: 1-6.
- Mondolfi, E., y G. M. Padilla. 1958. Contribución al conocimiento del "perrito de agua" (*Chironectes minimus* Zimmermann). Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 17:141-155.
- Rink, R. y J. Miller. 1967. Temperature, weight (=age), and resistance to asphyxia in pouch-young opossums. Cryobiology 15:4-6.
- Vallejo, A. F. y C. Boada. 2021. *Chironectes minimus*. En: Mamíferos del Ecuador, PUCE Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bit.ly/2HAWryF>. Consultado el 31 de julio de 2022.
- Voss, R. S. y S. A. Jansa. 2021. Opossums: An Adaptive Radiation of New World Marsupials. Johns Hopkins University Press. Maryland, EE.UU.

Sometido: 19/ago/2022.

Revisado: 09/sep/2022.

Aceptado: 28/oct/2022.

Publicado: 31/oct/2022.

Editor asociado: Dra. Mariana Munguía Carrara.

BIOSENSORES, ¿PODRÁN SERVIR PARA DETECTAR ENFERMEDADES EN CARNÍVOROS SILVESTRES?

Luis Daniel Moreno-Figueroa¹, Luis Hernández-Adame^{1, 2} y Alina Gabriela Monroy-Gamboa^{3*}

¹ Grupo de Nanotecnología y Biocontrol Microbiano, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz. Baja California Sur, México. morenofidaniel@gmail.com (LDM-F); ladame@cibnor.mx (LH-A)

² CONACYT-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz. Baja California Sur, México.

³ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz. Baja California Sur, México. beu_ribetzin@hotmail.com (AGM-G).

*Autor de correspondencia

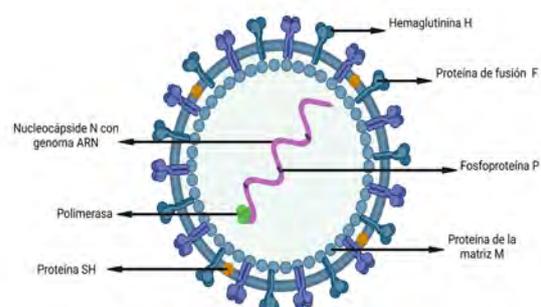
Los carnívoros silvestres son propensos a infectarse de enfermedades altamente virulentas y mortales que pueden extinguir poblaciones completas. ¿Podrían herramientas como los biosensores con nanopartículas, ayudar a detectar las enfermedades de este grupo de manera rápida y en campo?

La enfermedad del distemper canino, comúnmente llamada "moquillo", es un padecimiento altamente contagioso que puede transmitirse de manera intraespecífica (es decir, entre diferentes especies) y es provocado por el virus del distemper canino o CDV por sus siglas en inglés. El CDV pertenece al género *Morbillivirus* de la Familia Paramyxoviridae, es de alta importancia para la vida silvestre y particularmente para los carnívoros, ya que su alta tasa de mortalidad ha provocado la extinción local de algunas poblaciones de especies como hienas (*Crocuta* sp.) y coyotes (*Canis latrans*). Su rápida propagación entre el Orden Carnivora se debe mayormente a hábitos conductuales como comunicarse por medio de señales olfativas y a la capacidad del virus para estar presente en todas las secreciones del organismo infectado, incluyendo los aerosoles producidos por secreciones respiratorias, orina y heces; aunque también puede ocurrir por el consumo de especies infectadas.

Cuando un individuo se contagia con distemper canino, el virus descompensa el buen funcionamiento del organismo, ocasionado la falla de varios sistemas del cuerpo hasta inducir la muerte al poco tiempo de presentar los síntomas. Los síntomas más comunes, que son diarrea, esclerosis múltiple y fallas respiratorias y renales, pueden desarrollarse en especies de carnívoros, como león (*Panthera leo*), tigre (*Panthera tigris*), lince Ibérico (*Lynx pardinus*), hiena moteada (*Crocuta crocuta*), panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*), foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*), foca del Caspio (*Pusa caspica*) y nerpa

(*Pusa sibirica*). Y es importante mencionar que, en la lista de hospederos susceptibles, también hay órdenes que incluyen a especies herbívoras, como los roedores. Es por la diversidad de especies que infecta y por su letalidad (se ha documentado que ha causado la extinción local de algunas poblaciones de carnívoros silvestres), que es necesario un diagnóstico rápido que permita una eficiente respuesta en el biocontrol y monitoreo en poblaciones silvestres.

Hasta ahora, la técnica más usada para la detección del virus es por medio de sangre, lo que significa que se debe capturar a los individuos para obtener una muestra. En este sentido, para atrapar a los individuos es necesario tener conocimiento sobre las especies, lugar para su contención y manejo, personal calificado para el uso correcto de equipo especializado como trampas tipo Tomahawk o cepos y tiempo, desde días hasta meses; por lo tanto, la obtención de muestras para la detección no solamente es tardado, sino que resulta en un alto costo económico aún sin incluir las pruebas de detección.



Esquema del virus del distemper canino (CDV por sus siglas en inglés). Ilustración: Luis Daniel Moreno-Figueroa.

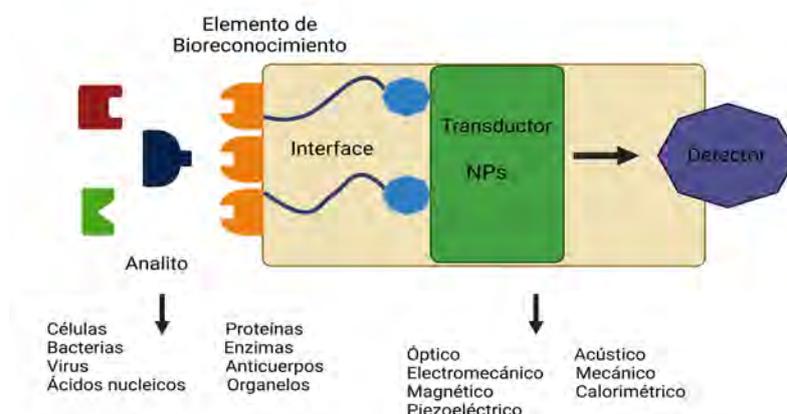
Como alternativa innovadora a los métodos convencionales para el muestreo y detección de enfermedades en especies de carnívoros, destaca la posibilidad de usar biosensores constituidos a base de nanopartículas. Una nanopartícula (NP) es una partícula que mide aproximadamente una mil millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Las NPs tienen propiedades fisicoquímicas únicas que las hacen diferentes a los materiales en la macroescala. Son diversas sus aplicaciones e incluyen áreas como la electrónica, óptica, cosmetología, biotecnología, materiales y medicina. En relación con el campo biomédico, las NPs se han utilizado en la construcción de biosensores para la detección de diferentes enfermedades virales como las causadas por el virus del papiloma humano (VPH), virus de inmunodeficiencia humana (VIH) e incluso el SARS CoV 2 (COVID-19). Un biosensor es un sistema formado por tres principales componentes: un transductor, que puede ser una nanopartícula, un elemento de reconocimiento biológico que debe ser selectivo para interactuar con el analito de interés (enzimas, DNA, anticuerpos, células, virus etc.) y un detector.

De manera práctica, los biosensores permiten identificar eficazmente y de forma indirecta, es decir, no invasiva (sin necesidad de atrapar a los organismos), la presencia de diferentes virus. Además, gracias a sus propiedades ópticas, también tienen la capacidad de reconocer cualitativa o cuantitativamente un patógeno en específico para el cual estén diseñados. Actualmente, los biosensores son ampliamente utilizados para la detección y diagnóstico de enfermedades virales debido a su alta selectividad, sensibilidad y capacidad de detección; sin embargo, cuando se diseñan, se deben tener en cuenta algunas consideraciones como la concentración mínima detectable del virus y tiempo de degradación de la muestra que pueden limitar su eficacia.

El CDV ha sido diagnosticado en diferentes especies de mamíferos domésticos y en experimentos de laboratorio utilizando biosensores. Los biosensores más usados, están conformados de NPs de oro (GNPs, por sus siglas en inglés) debido principalmente a su gran versatilidad. Entre las características más destacadas de estos biosensores, se encuentran las propiedades ópticas, que le permiten producir un cambio de color cuando se pone en contacto con el CDV en un lapso de tiempo relativamente corto (algunos minutos) en

comparación con el tiempo y trabajo que se invierte al llevar la muestra a procesar a un laboratorio. Estos biosensores son muy prácticos debido a que el cambio de color indica de manera cualitativa la presencia de virus sin necesidad de equipos o técnicas adicionales, el resultado puede ser interpretado de manera sencilla y sin ser experto, o de manera cuantitativa mediante la determinación de la longitud de onda a la cual la muestra presenta la mayor absorción (λ_{max}) ya que su intensidad en el espectro se puede relacionar con la carga viral. Este tipo de dispositivos son fáciles de usar, eficientes, portables y la muestra que se use puede no ser exclusivamente sangre. En el caso de los carnívoros silvestres, una de las muestras indirectas más sencillas de conseguir y en donde puede ser detectado el CDV, son las heces.

Algunos puntos importantes a considerar para el diseño de biosensores a partir de las muestras biológicas a las que nos referimos, son los ligandos selectivos al virus; como pueden ser la hemaglutinina o las proteínas de fusión; así como la estabilidad y asequibilidad del virus. Además, varios estudios en la literatura han reportado que la distancia entre las nanopartículas cuando son depositadas en un sustrato, así como su forma y tamaño, inciden sobre la sensibilidad del biosensor. Nanopartículas con formas complejas como el caso de una estrella, resultan ser más sensibles que NPs con forma de esfera debido a su interacción distinta con la luz; de manera que el diseño de la forma de la NP dependerá del grado de eficiencia que se desee en el biosensor. El CDV es un virus muy inestable y una vez que se encuentra fuera de su hospedero, su viabilidad en el ambiente puede ser solamente de algunas horas (dependiendo de la temperatura del lugar, mientras menor sea la temperatura es mejor para la estabilidad del virus), por lo que para usar una muestra de heces lo ideal sería hacer recorridos en lugares focalizados con ayuda de modelos predictivos de distribución para estimar la presencia de las especies y correlacionar sus variables climáticas para analizarlas con la estabilidad del virus. Una vez establecido el sitio de muestreo se pueden coleccionar heces lo más frescas posible. Los biosensores pueden o no usar sustratos, que son la parte del dispositivo de detección utilizados para fijar las NPs y que puede reaccionar a un componente biológico como los virus. Cuando se usan sustratos el desafío es importante, debido a que afecta directamente la sensibilidad de detección del biosensor; hay parámetros, como la distancia entre NPs, que deben ser muy específicos para incrementar las señales



Esquema de las partes de un biosensor.
Ilustración: Luis Daniel Moreno-Figueroa.

de detección. Una alternativa a este reto es utilizar las NPs en solución, aunque se pierda un poco la sensibilidad, puede ser una ventaja para analizar este tipo de muestras, ya que las heces tendrían que disolverse en agua para poder exponer el CDV. Una vez colocada la gota en el biosensor, los ligandos se anclan a la cápside viral del CDV, lo que permitiría detectar la presencia del virus por el biosensor e inducirá un cambio de color en el dispositivo, usualmente al color rojo.

Conocer la presencia del virus permitiría sugerir el estado de salud de los organismos y es información que puede servir como estadística para determinar el grado de infección en las especies asociadas al lugar. Incluso la señal cualitativa (presencia/ausencia) producida por el biosensor, como el cambio de color, podría ser enviada a un celular para que la información quede almacenada en un espacio virtual.

El desarrollo y la aplicación de biosensores puede servir para estimar el estado de salud de los ecosistemas. La detección temprana de virus en especies de carnívoros silvestres contagiadas permitirá establecer planes de contención del CDV de manera oportuna y efectiva, evitando altos costos en la conservación, manejo y protección de las especies y ecosistemas en el largo plazo, sobre todo, el evitar la propagación de virus entre diferentes especies de mamíferos, incluyendo el humano.

AGRADECIMIENTOS

LDM-F y AGM-G agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por las becas postdoctorales (CVU 336817 y 204067, respectivamente). LH-A agradece por el financiamiento al proyecto Infraestructura-CONACYT 316934. Los autores agradecen a la editora asociada y a un revisor externo anónimo quienes contribuyeron a mejorar el texto.

LITERATURA CONSULTADA

- Basso, C., *et al.* 2015. A fast and highly sensitive method for the detection of canine distemper virus by the naked eye. *Analytical Methods* 7:2264-2267.
- De la Rosa, E., *et al.* 2020. Algunas aplicaciones de la nanofotónica en la biomedicina. *Mundo Nano, Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología* 13:e0011.
- Dong, J., *et al.* 2021. Nanoparticles of conformation-stabilized canine distemper virus hemagglutinin are highly immunogenic and induce robust immunity. *Virology Journal* 18:229.
- Funk, S. M., *et al.* 2001. The role of disease in carnivore ecology and conservation. Pp. 443-466 *in* *Carnivore Conservation* (Gittleman, J. L., S. M. Funk, D. W. Macdonald, y R. K. Wayne, eds.). Cambridge University Press. London, England.
- Karki, M., *et al.* 2022. Optimization of competitive lateral flow assay for detection of canine distemper virus antibody. *The Pharma Innovation Journal* 11:1568-1572.
- Loots, A., *et al.* 2017. Advances in canine distemper virus pathogenesis research: a wildlife perspective. *Journal of General Virology* 98:311-321.
- Martinez-Gutierrez, M., y J. Ruiz-Saenz. 2016. Diversity of susceptible hosts in canine distemper virus infection: a systematic review and data synthesis. *BMC Veterinary Research* 12:7617-7627.
- Moreno-Figueroa, L. D., L. Hernández-Adame y A. G. Monroy-Gamboa. 2022. Use of nanoparticle biosensors to evaluate carnivore health: A new approach. *Therya* 13: 345-354.
- Wu, Y., *et al.* 2018. Challenges and solutions in developing ultrasensitive biosensors. *Journal of the American Chemical Society* 141:1162-1170.



Coyote (*Canis latrans*) capturado con un cebo en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México.
Fotografía: Francisco Botello.

Sometido: 25/oct/2022.

Revisado: 08/nov/2022.

Aceptado: 14/nov/2022.

Publicado: 14/nov/2022.

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

EL TEMAZATE ROJO: ENTRE EL DESCONOCIMIENTO Y SU APROVECHAMIENTO EN LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO

Mauricio Javier Mezhua-Velazquez^{1*} y Beatriz del Socorro Bolívar-Cimé²

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. mezhuamj01@gmail.com*

²Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. bbolivar@uv.mx

*Autor de correspondencia

El temazate rojo ha formado parte importante de la cosmogonía dentro de las comunidades rurales e indígenas de México. Esta relación hombre-animal ha logrado una alianza de supervivencia para la especie.

El temazate rojo (*Mazama temama*) es el más pequeño de las cuatro especies de venados que se tienen registrados en el territorio mexicano, se distribuye desde Tamaulipas hasta el sureste del país, abarcando Chiapas y la península de Yucatán, está presente en Centroamérica hasta el norte de Colombia. Es una especie considerada carismática en los diferentes pueblos de México, su conocimiento e importancia datan de la época precolombina y continúan siendo importantes hasta el día de hoy en ámbitos sociales, culturales, económicos y ecológicos.

El temazate rojo por muchos años, ha sido considerado como un elemento importante en el sustento alimenticio de las comunidades rurales e indígenas en México, se ha estimado que junto con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) componen hasta un 80% del total de la biomasa de cacería de subsistencia. También, ha sido clave para el desarrollo de la economía rural, principalmente en los pueblos del sureste mexicano, a partir de la venta de su carne, así como el uso de sus pieles para la elaboración de prendas y artesanías (llaveros, amuletos etc.). Esta especie ha mantenido una relación histórica con comunidades rurales e indígenas, sin embargo, también ha tenido un uso y manejo inapropiado, por lo que algunas poblaciones de temazate rojo están siendo diezgadas en diferentes localidades de su distribución, principalmente por factores como la cacería ilegal, fragmentación y pérdida de su hábitat, así como la depredación por perros ferales.

Debido a que la información sobre su biología y dinámica poblacional de *M. temama* es aún escasa a lo largo de sus áreas de distribución, persiste el desconocimiento sobre su estado de conservación actual en determinadas zonas del país, y se conoce muy poco en regiones montañosas

dominadas por bosques mesófilos y templados. Por lo que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), considera que se tienen datos insuficientes para incluir a *M. temama* en la Lista Roja, que es donde se nombran a las especies que se encuentran bajo alguna amenaza de riesgo. De forma similar en México, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (actualización 2019) considera escasos los estudios donde evalúan si la especie se encuentra bajo riesgo.

Un ejemplo de lo anterior es la región denominada Las Altas Montañas de la zona centro de Veracruz, situada entre las regiones fisiográficas Sierra Madre Oriental y Faja Volcánica Transmexicana, donde se ha reportado la presencia de temazate rojo. Su presencia se debe a un paisaje heterogéneo que brinda a esta especie las condiciones ambientales aptas para la sobrevivencia de sus poblaciones. En esta región, la especie encuentra sitios de mayor humedad, reportado en diversos estudios su preferencia por estos sitios, una alta disponibilidad de alimento que le asegura su sobrevivencia, espacios estables para su reproducción, así como coberturas tanto de dosel como vertical que le da a la especie protección y rutas de escape ante sus depredadores.



Individuo de temazate rojo (*Mazama temama*) en el municipio de Zongolica Veracruz, México. Fotografía: M. J. Mezhua-Velazquez

Estudios pioneros en la Sierra de Zongolica situada en esta región, han estimado una abundancia relativa de temazate rojo de hasta 9 rastros, huellas o evidencia de su presencia por cada 1, 000 metros recorridos, por lo cual se considera que su presencia es frecuente en gran parte del territorio de la Sierra. En el caso particular del municipio de Zongolica, el temazate rojo o también conocido localmente como *mazatl* o *maçatl* en idioma náhuatl, forma parte de la dieta de los pobladores, quienes mencionan que la carne del temazate rojo es uno de los alimentos más conocidos y ricos dentro del municipio. La manera más común de prepararlo es como barbacoa y el enchilado, además de algunos otros guisados, como adobado y asado.

Esta especie tiene un valor económico dentro del municipio, debido a la comercialización de su carne a través de círculos de mercados locales, o en algunos casos por la venta de cervatillos (o bulto como se conoce localmente). Así mismo, algunos cazadores del municipio de Zongolica utilizan al temazate rojo como trofeo de caza, y generalmente coleccionan algunas partes de la especie, como las astas, patas y cola, o en otros casos, capturan ejemplares para tenerlos como mascotas. Sin embargo, para algunos pobladores del municipio la presencia de esta especie representa una amenaza, esto se debe a que el temazate rojo se acerca alimentarse a los cultivos tradicionales de maíz, frijol y chile que hay en la sierra, lo que ha llevado a que los pobladores consideren a *M. temama* como una especie dañina para sus cultivos, propiciando su cacería ilegal.

Aunado a los factores antes mencionados, se destaca también la presencia de perros ferales (*Canis lupus familiaris*) registrados mediante el monitoreo con cámaras-trampa, siendo este un factor más de presión antrópica potencial, no solo para las poblaciones de temazate rojo, sino también para otras especies que se distribuyen en la región, por ejemplo, algunos roedores como los cuaqueches o seretes (*Dasyprocta mexicana*) y tepezcuintles (*Cuniculus paca*), tlacuaches (*Didelphis sp.*), conejos (*Sylvilagus sp.*), entre otras especies.

A pesar de la caza ilegal y los diferentes factores de presión antrópica, que están repercutiendo en las poblaciones del temazate rojo, aún existe una alta abundancia de la especie en el municipio de Zongolica, así como dentro de la región de las Altas Montañas de la zona centro de Veracruz. Por lo que es importante lograr un manejo agroecológico en los sitios con cultivos debido a la gran demanda en los últimos años, a manera que la especie pueda aprovechar los recursos que permitan su presencia y sobrevivencia en estos sitios. Además, es importante enforzar acciones que ayuden a disminuir la cacería clandestina, principalmente con el temazate rojo, para minimizar el impacto poblacional sobre este grupo, y de esa manera lograr mantener una relación armónica entre la sociedad y el temazate rojo.

En estudios posteriores, es importante incorporar a la sociedad en el manejo de la especie, así como de la fauna en general a través de programas de educación ambiental. Esto permite integrar a los pobladores y concientizarlos sobre la presión que la cacería ilegal ejerce sobre las especies o bien, aprovechar de manera adecuada los recursos de la zona y evitar cambios poblacionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los pobladores del municipio de Zongolica por su amable colaboración en las entrevistas. A la fundación IDEA WILD por las cámaras proporcionadas.



Presencia de perros ferales (*Canis lupus familiaris*) en el municipio de Zongolica, Veracruz México. Fotografía: M. J. Mezhuva-Velazquez.

LITERATURA CONSULTADA

- Euán-Oy, J., R. Montes-Pérez., J. Santos-Flores., y L.G. Cantón-Castillo. 2017. Simulación bio-económica de la producción intensiva de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) en Yucatán México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 41:778-787.
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venado en México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:211-251.
- Mezhua-Velazquez *et al.*, 2022. Diversidad de mamíferos medianos y grandes del Ejido Zomajapa, Zongolica, Veracruz, México: implicaciones de manejo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9:e3316.
- Salazar-Ortiz *et al.*, 2022. Populational attributes of the central american red brocket deer (*Mazama temama*) in the Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico. *Agrociencia* 56:e2805.
- Salazar-Ortiz, J., M. Barrera-Perales., G. Ramírez-Ramírez., R. Serna-Lagunes. 2020. Diversidad de mamíferos del municipio de Tequila, Veracruz, México. *Abanico Veterinario* 10:e121.
- Portillo *et al.*, 2018. Valor de uso, importancia cultural y percepciones sobre mamíferos silvestres mediano y grandes de la mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 34:e3412131
- Weber, M. 2014. Venados temazate y venado cola blanca. Pp. 1-38 *in* Ecología y manejo de fauna silvestre en México (Valdez, R. y J. A. Ortega-S., eds). Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.

Sometido: 24/oct/2022.

Revisado: 09/nov/2022.

Aceptado: 14/nov/2022.

Publicado: 16/nov/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.

KING KONG ERA NUESTRO PRIMO HERMANO

Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. sticul@cibnor.mx

Los gorilas están clasificados dentro de la familia Hominidae al igual que nosotros. Esto implica que desde el punto de vista taxonómico, somos de la misma familia.

En la isla Calavera habita Kong, un gran gorila de aproximadamente 20 metros de altura y con un peso de 55 toneladas, que rige sobre las otras criaturas antediluvianas.

Kong es representado como un gorila macho y es considerado como el dios de los humanos de la isla y rey de los animales. Los habitantes de la isla le ofrecen tributo para dominar su furia, lo que les permite llevar una relación de equilibrio con Kong.

Es la ambición humana de Carl Denham, quien decide capturar a Kong para llevarlo a exhibir a la ciudad de Nueva York y con ello volverse millonario. En el fondo, además de ser una historia de ambición desmedida de los humanos, lo es también de celos, en el que existe un triángulo romántico entre Carl Denham y Kong al enamorarse de Ann Darrow. La situación se escala cuando Ann es ofrecida como tributo por los aldeanos a Kong. Al final Ann se convierte en la única aliada de Kong.

Esta historia escrita en 1933 por Delos W. Lovelace, tiene implícita en su trama, la ambición humana del uso de especies animales, en particular de los gorilas, para el beneficio económico de unos cuantos y la posible extinción de la especie. Hoy en día, esta explotación irracional continúa y la amenaza más grande que tienen los gorilas es la caza furtiva, sobre todo para el comercio de algunas de sus partes y la venta de su carne en mercados internacionales de comidas exóticas. Otra afectación son las enfermedades, como la del virus del ébola que se registró a principios del siglo XXI Parque Nacional Odzala, en la República del Congo, en el centro de África, causando una alta mortandad de gorilas, prácticamente desapareciendo toda la población.

Las dos especies de gorilas, el occidental (*Gorilla gorilla*) y el oriental (*G. beringei*), junto con el chimpancé (*Pan troglodytes*), el bonobo (*Pan paniscus*) y el humano (*Homo sapiens*) forman la subfamilia Homininae. Si consideramos a las diferentes especies de orangutanes (*Pongo* spp.), en conjunto conforman a la familia Hominidae, que si se retira al género *Homo* son considerados como los grandes simios. En pocas palabras, en términos taxonómicos, los orangutanes, gorilas, chimpancés, bonobos y nosotros, los humanos somos de la misma familia. Esto quiere decir que, son los seres más parecidos a nosotros y con los que compartimos gran parte de nuestra historia evolutiva, pero ¿qué tan parecidos somos?

Los estudios genéticos han permitido tener datos cuantificables del porcentaje de diferenciación genética que pueden presentar las diferentes especies. Un estudio en el que se analizó el porcentaje de variación genética entre diferentes roedores y murciélagos, concluyó que aquellos grupos que tienen entre 3 y 5% de diferencia para un gen específico asociado a la respiración celular, se pueden considerar como especies diferentes. En el caso de los homínidos no se podría aplicar, debido a que por la información que se tiene en la actualidad del porcentaje de diferenciación para el gen antes mencionado, entre los géneros *Pan* (chimpancés) y *Homo* (humanos) es de aproximadamente un 1.2% y entre *Gorilla* (gorilas) y *Homo* la diferencia es próxima al 2.8%.

Los diferentes estudios genéticos que se han realizado han contribuido a un gran cambio en la taxonomía del grupo de los homínidos, debido a que anteriormente solamente las especies de los géneros *Homo*, *Australopithecus* y *Paranthropus* (los dos últimos fósiles de los antecesores humanos) eran considerados como integrantes de la familia Hominidae, mientras que ahora nos acompañan los considerados como grandes simios. Las calibraciones de la edad de la separación entre los linajes evolutivos (entendiendo por linaje evolutivo secuencia de especies que forman una línea directa de descendencia, donde la nueva especie el resultado directo de la evolución de la ancestral inmediata) que dieron origen a los chimpancés y a los humanos, se ha estimado que sucedió hace



Gorila (*Gorilla gorilla*) en cautiverio dentro de un zoológico para que pueda ser observado por los humanos. Fotografía: Sergio Ticul Álvarez-Castañeda.

unos 6.5 millones de años, mientras que con los gorilas, cerca de 9 millones de años. En los tiempos geológicos y evolutivos esta cantidad de millones de años es muy pequeña. Solamente si consideramos que el grupo de los mamíferos tiene su origen aproximadamente al inicio del Cretácico, aproximadamente 145 millones de años, la historia de los homínidos es de menos del 6.2% de la historia de los mamíferos.

Los homínidos son originarios de África desde donde se dispersaron, solo teniéndose registros de las especies asociadas al género Homo, que invadieron Asia, Oceanía, Europa y luego América. Aunque el género Pongo en la actualidad se encuentra restringido a Asia tropical, por lo que debió dispersarse de África a través de la región tropical de Asia hasta su hábitat actual. Los homínidos se caracterizan por ser grandes, con un peso mínimo de 45 kilogramos, siendo los machos más grandes que las hembras y con una tendencia a la posición vertical con desplazamiento bípedo y sin cola. El desplazamiento vertical y desuso de las extremidades anteriores les permitió tener un mayor desarrollo de las manos por lo que tienen una alta funcionalidad que les ha permitido desarrollar habilidades como el uso de herramientas. La caja craneal se ha expandido aumentando su volumen con relación a la de los otros primates, lo que permite tener una mayor cantidad de centímetros cúbicos de encéfalo, lo que ha hecho posible un incremento del cerebro y un mayor desarrollo de todas sus capacidades. Por diferentes que parezcan las especies, todas tienen características en común como dos pares de incisivos, uno de caninos, dos de premolares y tres de molares, y su alimentación es omnívora, lo que implica que comen diferentes tipos de alimento. Algo particular de los homínidos es el lenguaje facial, con el cual, a través de sus expresiones pueden transmitir diferentes emociones, lo que en conjunto con el lenguaje del cuerpo permiten una comunicación universal independientemente de la población, que incluso puede llegar a ser reconocida entre diferentes especies.

La novela de King Kong, varias veces llevada al cine, es en esencia una historia de cómo el humano explota la fauna de manera comercial sin miramientos y que cuando se sale de sus estándares, por mal manejo, es considerada como nociva.

LITERATURA CONSULTADA

- Benton, M. J. 2004. Vertebrate Paleontology, tercera edición. Blackwell Science Ltd. Hoboken, EE. UU.
- Gagneux, P., y A. Varki. 2001. Genetic differences between humans and great apes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 18:2-13.
- Rose, R, y J. A. Creelman. 1933. King Kong. RKO Pictures. Hollywood, EE.UU.
- Smithsonian National Museum of natural history. 2022. Genetics. The Smithsonian Institution's Human Origins Program <https://humanorigins.si.edu/evidence/genetics>. Consultado el 19 de mayo de 2022.

Sometido: 28/oct/2022.

Revisado: 14/nov/2022.

Aceptado: 18/nov/2022.

Publicado: 21/nov/2022.

Editor asociado: Dr. Eduardo Felipe Aguilera-Miller.

“PERRO QUE LADRA NO MUERDE” ... PERO SÍ PERTURBA A LA FAUNA SILVESTRE

Ariadna Rangel Negrín y Pedro A. D. Dias*

Primate Behavioral Ecology Lab, Instituto de Neuro-etología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. ari_rangel@hotmail.com (ARN), pedroaddias@gmail.com (PADD)

*Autor de correspondencia

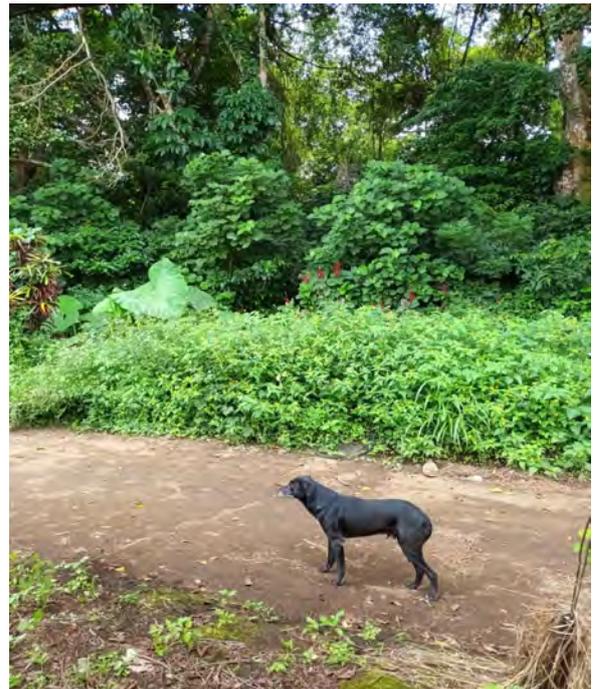
Los perros (*Canis lupus familiaris*) son la mascota más popular a nivel mundial y cumplen con otros roles en las sociedades humanas. Sin embargo, son también una especie exótica invasora con un fuerte impacto en la fauna silvestre, incluidos los mamíferos. En esta nota revisamos esta problemática con especial énfasis en la interacción entre perros y primates.

Es difícil pensar en una relación entre dos especies más entrañable que la que los humanos mantenemos con los perros. Los perros, canes, chuchos, entre muchas otras denominaciones, llevan al menos 30,000 años interactuando con los humanos, y la naturaleza de esa relación ha ido cambiando a través del tiempo. Muy probablemente empezó como una interacción que beneficiaba tanto a los ancestros de los perros (lobos) como al humano. Nos ayudaban en la cacería y recibían comida a cambio, pero se ha diversificado enormemente, y hoy en día los perros cumplen roles importantes como rescatistas (¿quién no recuerda a la perrita Frida?), lazarillos, pastores e incluso astronautas. Sin embargo, en la historia de la dispersión de los perros, no todo son colas felices y besos mojados: en la actualidad los perros son una de las especies exóticas invasoras que más impacta negativamente a la fauna silvestre.

Para que se considere una especie como exótica invasora, debe cumplir con tres criterios: ser introducida en un ambiente diferente a su área de distribución geográfica original; reproducirse con rapidez, normalmente gracias a su alta capacidad para adaptarse a nuevos ambientes; y perjudicar a los organismos nativos. Los perros cumplen con estos criterios. Primero, al ser una especie domesticada, se podría argumentar que los perros no tienen un área de distribución geográfica original. Bajo este argumento, su presencia en cualquier localidad es exótica. Segundo, los perros pueden llegar a ser una especie invasora al tener en promedio siete cachorros por camada y tres camadas al año. Considerando un periodo reproductivo de 8 años, una hembra podría tener 168 cachorros a lo largo de su vida. Obviamente no todas las hembras tienen esta cantidad de cachorros, pero en la actualidad se estima que hay unos 900 millones de perros en el mundo y viven en todos los continentes a excepción de la Antártida (aunque sí lo hicieron, y fueron extirpados de ese continente a finales del siglo XX por el impacto negativo que estaban teniendo en el

entorno). Tercero, los perros afectan negativamente al menos a 199 especies de animales que están amenazadas de extinción, de las cuales el 48 % son mamíferos. Este impacto se relaciona principalmente con la depredación, pero los perros también perturban (e.g., acoso), transmiten enfermedades, compiten con otros animales y se hibridizan con otros cánidos, como los coyotes. Por lo tanto, los perros son una especie invasora y desde hace algunos años empezaron a ser considerados como un factor amenazante para la fauna silvestre.

En la actualidad la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza reconoce la existencia de 522 taxones de primates (*v. gr.*, especies y subespecies). De estos, el 65 % está amenazado de extinción y el 85 % tiene poblaciones en disminución. Las principales amenazas para la supervivencia de los primates están asociadas a la perturbación antropogénica, como la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat provocadas por actividades como la agricultura, la ganadería y



Un perro (*Canis lupus familiaris*) vagabundo en un camino adyacente a un fragmento de bosque ocupado por monos aulladores de manto en Los Tuxtlas, Veracruz. Fotografía: A. Coyohua Fuentes.

la urbanización. El impacto de los perros en los primates ha sido poco documentado. Esto se podrá deber a dos principales causas: por un lado, el 80 % de las especies son arborícolas (v. gr., viven exclusivamente en los árboles), por lo que los primates no deberían ser particularmente susceptibles de ataques por perros; por otro lado, la investigación en biología de la conservación se ha enfocado en aquellas amenazas que tienen un impacto evidente en la supervivencia y la calidad del hábitat de los primates, como por ejemplo la cacería y la pérdida o fragmentación de los bosques. Sin embargo, existen reportes anecdóticos de interacción entre perros y 40 taxones de primates. Estas interacciones corresponden principalmente a especies de primates con hábitos terrestres (p. ej., babuinos, macacos) y varían entre ataques de perros a primates y ataques de primates a perros, pero en general, coinciden en que los primates reaccionan conductualmente a la presencia de los perros, huyendo, vigilando, o vocalizando, entre otros. ¿Qué pasa en nuestro país?

México es el país de América, exceptuando Estados Unidos de América y Canadá, con mayor población de perros, entre 20 y 30 millones. Sin embargo, se estima que solamente el 30 % de los perros tiene un propietario. Esto significa que la gran mayoría de los perros vive en las calles o en espacios naturales donde son vulnerables a enfermedades y maltrato, pero a la vez amenazan a la fauna silvestre. Todo perro que no tiene un propietario que se haga responsable de él, se llama vagabundo. Los perros vagabundos pueden ser (i) errantes con propietario, cuando están libres de vigilancia o restricción, (ii) errantes sin propietario, o (iii) asilvestrados, cuando vuelven a su estado salvaje y no dependen del humano. El perro es una de las 170 especies invasoras que CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) considera de alto riesgo para los ecosistemas mexicanos y están presentes en varias áreas naturales protegidas del país. Tal es el caso de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, donde interactúan con la fauna silvestre, incluidos los monos aulladores de manto (*Alouatta palliata mexicana*).

Los monos aulladores de manto son uno de los tres taxones de primates silvestres presentes en México. Al igual que todos los platirrininos (i.e., primates que viven en América), son arborícolas. Están presentes en varios estados del sur del país, como Oaxaca, Chiapas y Tabasco. En Veracruz, la región de Los Tuxtlas representa el límite norte de su distribución natural. Ahí viven en los bosques perennifolios desde el nivel del mar hasta los 700 msnm. A partir de la segunda mitad del siglo XX, la expansión de las actividades agropecuarias en la región determinó la pérdida y fragmentación del bosque tropical y, con ello, la desaparición de diversas especies de flora y fauna. Los monos aulladores de manto resistieron a esa perturbación, pero en la actualidad ocupan fragmentos de bosque con tamaño, aislamiento y abundancia de recursos variables, lo que representa un fuerte desafío para su persistencia. Desde hace más de 30 años se han realizado diversas investigaciones que han documentado las respuestas de los monos aulladores a diferentes tipos de amenazas, pero apenas empezamos a conocer el impacto de los perros en estos primates.

Aunque son de hábitos arborícolas, los monos aulladores de manto se pueden desplazar por el suelo entre fragmentos de bosque cuando su hábitat deja de aportar los recursos que necesitan como, por ejemplo, el alimento. En ese contexto, es que son particularmente vulnerables a ataques y depredación por perros, además de exponerse a enfermedades, como las parasitosis gastrointestinales. Gracias a las investigaciones, ahora tenemos evidencia de que la presencia de perros y sus ladridos afectan al comportamiento y fisiología de estos primates. En un estudio con cinco grupos de monos aulladores en diferentes localidades de Los Tuxtlas, se registraron ladridos de perros en casi la mitad de los días de observación, a una tasa de un ladrido de perro por cada 3.7 horas de observación. En el 75 % de las ocasiones, los ladridos de perro suscitaron una respuesta conductual en los monos aulladores de manto. Las respuestas fueron principalmente vigilancia y vocalizaciones de alarma y, menos frecuente, huida. Asimismo, la intensidad sonora de los ladridos varió entre 40 y 80 decibeles (dB), lo que equivale al sonido normal



Un mono aullador de manto (*Alouatta palliata*) hembra con su cría.
Fotografía: P. Dias.

de un hogar y al ruido de una podadora, respectivamente. Para determinar si las respuestas conductuales de los monos aulladores se debían efectivamente a los ladridos de perros, se reprodujeron experimentalmente ladridos en dos intensidades (40 y 80 dB). Estos experimentos confirmaron las observaciones en condiciones naturales: frente a los ladridos simulados, los monos aulladores desplegaron la conducta de vigilancia con mayor probabilidad, comparado con días sin ladridos de perro; vocalizaron con mayor probabilidad al ser expuestos a ladridos a 80 dB que a ladridos a 40 dB y en días sin ladridos de perro; y huyeron con mayor probabilidad al exponerse a ladridos a 40 dB que en las otras condiciones.

Estas respuestas conductuales estuvieron acompañadas de cambios en los metabolitos fecales de hormonas glucocorticoides, que son indicadores de estrés fisiológico: las concentraciones de estas hormonas aumentaron un 50 % en los días en que los primates fueron expuestos a ladridos reproducidos a 40 dB, y el incremento fue de 240 % cuando se expusieron a ladridos con 80 dB, comparados con los días sin ladridos. Aunque no podemos saber si los monos aulladores de manto reaccionan de esta manera porque perciben al ladrido de perro como una señal de riesgo de depredación o como un estímulo sonoro nocivo, en conjunto, esta evidencia demuestra que el ladrido de perros afecta a la conducta y fisiología de los monos aulladores de manto, pero ¿qué implicaciones tienen esas afectaciones?

Por una parte, el despliegue de una respuesta conductual al ladrido de perros implica un costo de oportunidad para los monos aulladores, ya que abandonan la actividad que realizan en el momento en que perciben el ladrido de perro como, por ejemplo, dejar de dormir para vocalizar. Por otra parte, es posible que existan costos metabólicos asociados a los cambios conductuales: el despliegue de conductas que implican un gasto energético significativo, como las vocalizaciones o la huida, y la interrupción de actividades que favorecen la ganancia o la conservación de energía, como la alimentación y el descanso, modifican el balance energético de los individuos. Asimismo, la activación repetida de la respuesta de estrés fisiológico puede resultar en un decremento en la adecuación biológica de los individuos, ya que se asocia a efectos nocivos en la salud, reproducción y bienestar en general. Es entonces evidente la necesidad de implementar acciones que limiten la presencia de perros en el hábitat de este primate que está en peligro de extinción.

Dice el refrán que “perro que ladra no muerde”, para destacar que no siempre un gran alarido corresponde a un gran peligro. Sin embargo, los perros y sus ladridos sí perturban a la fauna silvestre, por lo que esta es una problemática conservacionista que debemos atender.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a E. E. Gómez-Espinosa y a A. Coyohua-Fuentes por su compromiso con el trabajo en campo con los monos aulladores de manto en Los Tuxtlas. Agradecemos al COVEICYDET (proyecto 15 1529/2021), Leakey Foundation, Instituto de Neuro-etología y Posgrado en Neuro-etología por el financiamiento del estudio mencionado sobre las respuestas de los monos aulladores al ladrido de perros.

LITERATURA CONSULTADA

Anderson, J. R. 1986. Encounters between domestic dogs and free-ranging non-human primates. *Applied Animal Behaviour Science* 15:71-86.

Doherty, T. S. *et al.* 2017. The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation* 210:56-59.

Hughes, J., y D. W. Macdonald. 2013. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation* 157:341-351.

IUCN. 2022. Primates. En: IUCN 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022-1. www.iucnredlist.org. Consultado el 2 de noviembre 2022.

Rangel-Negrín, A., *et al.* Aceptado. Dog barks influence the behavior and physiological stress of a wild primate. *Animal Conservation*.

Sometido: 03/nov/2022.

Revisado: 18/nov/2022.

Aceptado: 19/nov/2022.

Publicado: 21/nov/2022.

Editor asociado: Dr. Francisco Botello.

EL PECULIAR, PERFUME DE LOS MURCIÉLAGOS DE SACOS

Isabela Vivas-Toro^{1*}, Edwin Paredes², y Jorge Ortega²

¹Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México. isavivas94@gmail.com

²Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencias Químico-biológicas, Departamento de Zoología, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, Ciudad de México, México. sedwin879@gmail.com (EP), artibeus2@aol.com (JO)

*Autor de correspondencia

La comunicación entre los murciélagos es importante porque facilita la relación y el reconocimiento entre individuos y la interacción con el mundo que los rodea. Es por ello que los murciélagos de sacos desarrollaron una estrategia muy especial, la de producir sus mezclas aromáticas particulares. Pero ¿cómo lo hacen?

Al igual que los humanos, los murciélagos se comunican mediante diferentes señales, pueden ser visuales, olfatorias, táctiles y acústicas, que están estrechamente relacionadas con su comportamiento y sus estrategias de vida. Estas formas de comunicación transmiten información sobre la identidad de las especies y los individuos, tales como la edad, el sexo, e incluso la relación que mantienen dentro de los grupos, por lo que son clave para las interacciones sociales de los murciélagos.

La comunicación mediante olores es esencial para los murciélagos debido a que puede tener mayor alcance y persistencia respecto a otros tipos de comunicación, como las señales visuales o táctiles, dado el medio en el que habitan y considerando que la mayoría de los murciélagos tienen una vida nocturna. Además, el olfato es de gran importancia para la reproducción y la selección sexual, al estar relacionado con la detección de olores particulares para elegir una pareja ideal. Es por ello, que los murciélagos cuentan con múltiples estructuras corporales asociadas con la producción y captación de señales olfativas. Por ejemplo, tienen glándulas ubicadas en diferentes partes del cuerpo, que secretan sustancias utilizadas para el reconocimiento, las interacciones sociales y el marcaje del territorio. También, poseen bulbos olfatorios grandes (ubicados en el cerebro y la parte superior de la nariz) en proporción al tamaño corporal, que facilitan la detección e interpretación de los mensajes de olor.

Los murciélagos de la familia Emballonuridae, también conocidos como murciélagos de sacos, se integra por 14 géneros y 55 especies. Estos murciélagos se alimentan de artrópodos,

principalmente insectos de tamaño mediano a pequeño, y se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Poseen estilos de vida variables, pueden ser solitarios o conformar grupos de un macho con varias hembras, también conocidos como harems, o bien pueden formar colonias de cientos de individuos de ambos sexos. Los murciélagos de sacos utilizan una gran variedad de refugios, como las entradas de las cuevas, árboles, hojas anchas y troncos huecos, e incluso termiteros y construcciones urbanas como edificios y puentes. Un comportamiento típico de ellos y con el cual pueden reconocerse fácilmente, es que dentro de sus refugios suelen posarse con el vientre pegado a la superficie.



Murciélago de saco del sureste (*Balantiopteryx io*) perchedo sobre una rama. Fotografía: María Cristina Mac Swiney González.

Los murciélagos de sacos reciben su nombre debido a que la mayoría de sus especies, particularmente las del Nuevo Mundo (América), tienen sacos que se ubican en la parte anterior del ala, o en la base de la membrana que conecta las patas posteriores, que sirven para almacenar secreciones. Algunos géneros dentro de la familia Emballonuridae tienen sacos alares rudimentarios que se conforman por una membrana simple; otros tienen sacos más complejos constituidos por diversos pliegues que pueden abrir y cerrar a voluntad. Estos sacos son meticulosamente aseados y llenados diariamente con secreciones provenientes de una glándula ubicada en la garganta, y también con orina, saliva u otros fluidos corporales. Posteriormente, todos los ingredientes aromáticos son cuidadosamente mezclados y almacenados hasta obtener la combinación deseada y lista para utilizar, similar a los perfumes que usamos los humanos. Se ha observado que los machos invierten más tiempo, además que sus sacos y glándulas son más grandes y desarrollados que los de las hembras, siendo más prominentes durante las temporadas de apareamiento. Es por ello, que su función se ha asociado a la comunicación entre los miembros del grupo y con el marcaje del territorio.

Muchas especies de murciélagos de sacos suelen compartir su refugio de manera total o parcial con otras especies de la misma familia u otras diferentes. Por ejemplo, el murciélago rayado mayor (*Saccopteryx bilineata*) y el murciélago rayado menor (*Saccopteryx leptura*) tienden a compartir refugios diurnos. Estas dos especies son muy parecidas físicamente; sin embargo, con la producción de sus secreciones y señales olfativas se distinguen fácilmente a los integrantes de su misma especie y evitan cualquier tipo de confusión. En otras palabras, pueden parecerse por fuera, pero huelen completamente diferente.

Los perfumes aromáticos de los murciélagos de sacos pueden ser aún más fascinantes llegando a producir olores y composiciones químicas únicas para cada murciélago, por lo que pueden ser reconocidos individualmente dentro de sus grupos. Los mensajes olfativos pueden ser tan detallados, que pueden describir los cambios hormonales estacionales para identificar el estado reproductivo de una pareja potencial. De hecho, también se ha demostrado que estos perfumes, particularmente el de los machos, puede informar sobre su estado de salud y la respuesta a enfermedades, siendo estos dos rasgos fuertemente considerados por las hembras para la elección de la pareja.

Las formas de comunicación no son independientes entre sí, muchas de las interacciones entre los murciélagos implican la utilización de diferentes señales simultáneamente. La dispersión de los olores se realiza mediante diferentes estrategias, desde las más simples, como el frote directo

sobre una superficie, hasta las más complejas, como las del murciélago rayado mayor que exhibe la apertura de los sacos alares, seguido por movimientos vigorosos del ala o por posiciones de vuelo dirigidos hacia una hembra o integrante del grupo. Se considera que este comportamiento se utiliza para dispersar la secreción aromática almacenada en sus sacos, y se cree que dicho despliegue de aromas sirve tanto como marcaje al impregnar a la hembra o integrante del grupo, como para delimitar su territorio.

En general, se puede decir que los murciélagos de sacos desarrollaron estructuras especializadas para producir y almacenar sus perfumes aromáticos, los cuales trabajan de la mano con otros rasgos y comportamientos particulares, que permiten a las especies enviar señales químicas de olor con mensajes compuestos. Por lo tanto, la comunicación mediante olores es un elemento muy importante dentro de las interacciones de los murciélagos de sacos porque permite transmitir mensajes de diferentes tipos, desde el marcaje territorial hasta señales permanentes de identificación individual.

Así que, aunque no hablen como nosotros, los murciélagos de sacos se comunican activamente, y por más increíble que parezca, pueden llegar a compartir más información entre ellos de lo que podríamos pensar mediante la elaboración de aromas particulares.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. María Cristina Mac Swiney González por la fotografía utilizada en este manuscrito.

LITERATURA CONSULTADA

- Bradbury, J. W., y L. Emmons. 1974. Social organization of some Trinidad bats. I. Emballonuridae. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 36:137-183.
- Chaverri, G., Ancillotto, L., y D. Russo. 2018. Social communication in bats. *Biological Reviews* 93:1938-1954.
- Dechmann, D. K. N., y K. Safi. 2005. Studying communication in bats. *Cognition, Brain, Behavior* 9:479-496.
- Nowak, R. M. 1994. *Walker's Bats of the World*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- Simmons, N. B., y A. L. Cirranello. 2022. *Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database*. <https://batnames.org/family/=Emballonuridae>. Consultado el 11 de noviembre de 2022.
- Scully, W. M., M. B. Fenton, y A. S. Saleuddin. 2000. A histological examination of the holding sacs and glandular scent organs of some bat species (Emballonuridae, Hipposideridae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, and Molossidae). *Canadian Journal of Zoology* 78: 613-623.
- Voigt, C. C., y O. Von Helversen. 1999. Storage and display of odour by male *Saccopteryx bilineata* (Chiroptera, Emballonuridae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 47:29-40.
- Voigt, C. C. 2002. Individual variation in perfume blending in male greater sac-winged bats. *Animal Behaviour* 63: 907-913.



Saco alar abierto de macho de murciélago rayado mayor (*Saccopteryx bilineata*).
Fotografía: modificada de Karin Schneeberger alias Felineora
bajo licencia CC BY-SA 3.0.

Sometido: 16/nov/2022.

Revisado: 18/nov/2022.

Aceptado: 21/nov/2022.

Publicado: 23/nov/2022.

Editor asociado: Dra. Leticia Cab-Sulub.

¿UN PERRO QUE VIVE EN EL AGUA?

Luis David Pérez-Gracida* y M. Cristina MacSwiney G.

Centro de Investigaciones Tropicales. Xalapa, Veracruz, México.

lapg.xl@gmail.com (LDP-G) cmacswiney@uv.mx (MCMG).

*Autor de correspondencia

En muchos ríos a lo largo del país podemos encontrar a un animal de patas cortas y cuerpo alargado que suele perderse rápidamente en el agua, le llaman por muchos nombres, pero es más conocido como: perro de agua o nutria.

Después de caminar largo tiempo entre los densos remanentes de selva y los cultivos temporales, soportando la fiebre de los mosquitos, la caliente humedad típica de un día soleado posterior a una intensa lluvia, quitándonos con la mano las telarañas y las hojas que cubrían nuestros rostros, llegamos a una zona con una amplia poza en un río con mucha historia, que ha atravesado por una transformación gigantesca en los últimos años, el llamado el Río Atoyac, que se ubica en el centro de Veracruz, México. Nos detuvimos a refrescarnos un poco con el agua fría, pero grande fue nuestra sorpresa cuando encontramos sobre las piedras heces y restos de un cangrejo a medio comer, fue inevitable preguntarnos si ¿tendríamos la suerte de observar al responsable de aquellos rastros? Fue entonces, después de caminar por unos minutos en la amplia poza arbolada, observamos a dos animales nadando y jugando en el agua, eran dos perros de agua que se sumergían y volvían a salir a la superficie, después de un rato estos sacaban los ojos del agua para mirarnos, al parecer les causábamos la misma curiosidad que ellos generaban en nosotros”.

En diferentes ríos a lo largo del país, entre las aguas más limpias y arboladas, podemos ser testigos, si tenemos suerte, de un encuentro como el mencionado con anterioridad, con un animal de patas cortas y cuerpo alargado que se pierde en un segundo en el agua, hablamos de la nutria neotropical o mejor conocido en gran parte de México y Centroamérica como perro de agua. Este mamífero pertenece al orden Carnívora, corresponde a la familia Mustelidae (que alberga a los hurones, comadrejas y tlalcoyotes), ha sido famoso desde tiempos prehispánicos por su insaciable hambre y se le asociaba con diferentes mitos y leyendas.

¿Pero... realmente es un perro? A pesar de que se le conoce como perro de agua, la nutria no pertenece a la misma familia de los perros (Canidae) que hoy en día ampliamente conocemos. Para conocer el significado de porqué le llaman así, tenemos que realizar un viaje en el tiempo hasta hace 500 años, durante el periodo prehispánico, cuando *Hueyi Tlatoani* de Tenochtitlan reinaba, y llamaban *aizcuintli* a la nutria neotropical que deriva de *atl* que significa agua e *izcuntli* que significa perro, o le llamaban el espinoso del agua *atl* significa agua y *huitzili* que significa aguante o espina, haciendo alusión a su pelaje que parece tener “espinas” cuando sale del agua, estos nombres derivan del náhuatl.

Otra incógnita que llega hasta nuestras mentes, es, ¿realmente vive en el agua? Bien, el perro de agua cuenta con características físicas para poder vivir tanto en la tierra como en el agua: cuenta con una cabeza achatada y una cola que utiliza como un remo, tiene una dos capas de piel lo que le permite aislar el frío de las aguas, por lo que podemos observarlos o a sus rastros en pozas arboladas de los ríos. Además, utiliza los cuerpos de agua para llevar a cabo actividades, tales como la alimentación basada principalmente de peces y cangrejos, y como medio para desplazarse o escapar de sus depredadores, que pueden ser jaguares, pumas, entre otros carnívoros. Prefiere los lugares con amplia vegetación ribereña, porque los utiliza como método de escape ante las amenazas, donde realiza diversas conductas como marcar su territorio en las letrinas. Mientras que en tierra, sus patas cortas hacen que camine de manera “graciosa” siendo un poco lenta dejando sus huellas en el lodo. Suele llevar a cabo actividades como el frotamiento de su cuerpo en el sustrato, actividades de marcaje con heces, orinas en ramas, piedras y en la vegetación ribereña. Además podemos escucharle utilizando vocalizaciones (que suenan parecido a ladridos de perro) cuando están acompañadas, es decir una cría y su madre o una pareja en actividad de cortejo, durante la época reproductiva.

¿Y... cuándo podemos ver una mayor cantidad de cachorros de nutrias? La reproducción de las nutrias es muy interesante. Usualmente se puede ver una mayor cantidad de nutrias con una o más crías durante la temporada de secas (marzo, abril, mayo), esto es debido a que tratan de sincronizar los nacimientos con esta temporada, con lo cual no solo hay aguas más tranquilas donde las crías aprenden a pescar y a nadar, sino que evitan que con los crecimientos de agua inunden las madrigueras que se encuentran a la orilla de los ríos, con lo que se disminuye el riesgo de que los cachorros puedan ahogarse.



Retrato del “perro de agua” (*Lontra longicaudis*).
Ilustración: Luis David Pérez-Gracida.

¿Y podemos verlas a simple vista? Las nutrias son mamíferos tímidos y escurridizos por naturaleza, lo que hace que sea complicado poder observarlas. Sin embargo, debido a que la frontera humana se expande cada vez más, se ha invadido el hábitat de esta especie, y los eventos casuales de observación han aumentado. Pero si no tenemos esta suerte, es probable que podamos al menos saber de su existencia de manera indirecta, por medio de sus tan características heces compuestas por caparazones de cangrejos y escamas de peces que además les brindan un olor muy característico, sus comederos se encuentran en las piedras dentro y a las orillas del río. O bien, observar sus huellas en las zonas lodosas y aquellas que tengan diversos troncos y raíces que le sirven como madrigueras.

Lamentablemente esta especie al requerir una combinación de ambiente acuático y terrestre, se ha convertido en una especie vulnerable a los cambios sobre estos ecosistemas. Diversas amenazas como la contaminación de los mantos acuíferos, la cacería, hasta la presencia de perros, o la extracción de los cachorros para utilizarlos como mascotas, han diezmando las poblaciones de esta especie, lo cual la ha llevado a catalogarla como Amenazada bajo la legislación mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Tal parece que la actual relación humano/nutria no es la más beneficiosa para esta última, por lo tanto, para poder conservarla, es necesario considerar a la nutria como estandarte o especie bandera, y de esa manera preservar el ecosistema, manteniendo los cuerpos de agua y su vegetación circundante.

Así que ya sabes, cuando vayas caminando a las orillas o nadando en riachuelos o ríos y te encuentres con heces y cangrejos a medio comer en piedras dentro del río, puede que estés en el territorio del “perro que vive en el agua”.



Rastros del perro de agua: Heces, huella, restos de cangrejos y nutria macho restregando su cuerpo sobre una roca. Fotografías. Luis David Pérez-Gracida.



“El espinoso del agua”. Nutria saliendo del agua con el cuerpo “erizado”. Ilustración. Luis David Pérez-Gracida.

LITERATURA CONSULTADA

- Botero-Botero, A., P. Delgado, y R. Gamba. 2017. Distribución, abundancia y hábitat de la nutria de río Neotropical (*Lontra longicaudis*) en la cuenca del río Guaroco, Alto Magdalena, Colombia. *Revista de Biodiversidad Neotropical* 7:243-252.
- Gallo-Reynoso J. P. 2013. Perspectiva histórica de las nutrias en México. *Therya* 4:191-199.
- Gallo-Reynoso, J. P. y M. Meiners. 2018. Las nutrias de río de México. *Biodiversitas* 140:1-7.
- Mayor-Victoria, R. y A. Botero-Botero. 2010. Habitat use by the neotropical river otter *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) in the lower Roble River, Cauca, Colombia. *Boletín Científico, Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 14:121-130.
- Mosquera-Guerra, F. *et al.* 2018. Plan de manejo y conservación de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Fundación Omacha, Bogotá, Colombia.
- Monterrubio-Rico, T. C. y J. F. Charre-Medellín. 2014. Distribución geográfica y ecológica de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*) en Michoacán, México. *Therya* 5:277-288.
- Restrepo, C. A., *et al.* 2018. El caso de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) como mascota en el río Magdalena (Colombia). *Boletín Científico del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas* 22:76-83.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* (segunda sección) del 30 de diciembre de 2010.

Sometido: 11/nov/2022.

Revisado: 28/nov/2022.

Aceptado: 01/dic/2022.

Publicado: 01/dic/2022.

Editor asociado: Dr. Juan Pablo Ramírez-Silva.

¿Y SI UN DÍA REGRESA EL LOBO?

Rafael Omar Sánchez Vidal* y Pedro A. D. Dias

Primate Behavioral Ecology Lab, Instituto de Neuro-etología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

mvz.rsv@gmail.com (ROSV), pedroaddias@gmail.com (PADD)

*Autor de correspondencia

Imagina que eres un animal que vive en un hermoso bosque y desde que naciste has vivido con tu familia en completa tranquilidad. Gracias a la extinción del lobo han estado seguros. Y es que, desde hace muchos años ningún miembro de tu familia ha sido atacado por quien era su peor depredador. Pero, ¿y si un día el lobo regresa reclamando el territorio que le pertenecía?

A inicio del siglo pasado la ganadería comenzaba a crecer rápidamente, pero tenía un gran enemigo: el lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*). Más que un enemigo, era un animal incomprendido. Los ganaderos de Estados Unidos de América y México, consideraron a este carnívoro como una gran amenaza para sus animales, por lo que hubo una campaña con la meta de erradicarlos. Para finales de la década de 1980, el lobo gris mexicano se declaró extinto en la vida silvestre. Afortunadamente, y gracias al enorme esfuerzo de un gran número de personas, instituciones y los gobiernos de estos dos países, poco a poco se ha logrado la reproducción y reintroducción de los lobos a su medio natural. Muchas personas hemos recibido esta noticia con alegría y orgullo, pero ¿qué pasa con las presas de los lobos que llevaban años sin ver a sus depredadores?

Existen varias posibles respuestas para esta pregunta. Algunos animales han demostrado ser capaces de responder a depredadores desconocidos cuando dichos depredadores comparten con depredadores conocidos ciertas características morfológicas o conductas relacionadas con la cacería. Generalmente, estas similitudes se presentan entre las especies que conforman un grupo taxonómico (por ejemplo, los cánidos); de este modo las presas pueden generalizar sus conductas antipredatorias. Esta capacidad es resultado de un proceso de coevolución de presas y depredadores. También es posible que las presas lleguen a percibir pistas de sus depredadores y con ellas, puedan identificarlos. Las pistas aportan información sobre un organismo, aunque son el resultado de un proceso biológico no relacionado con la comunicación animal, como el aroma de las heces o de la orina. Por ejemplo, los castores de montaña (*Aplodontia rufa*) evitan acercarse a su alimento cuando perciben el aroma de orina de carnívoros, aun cuando nunca se hayan enfrentado a alguna de estas especies. Sin embargo, los castores no muestran esta respuesta cuando perciben aromas de orina de herbívoros.

Para ahondar más en este tema, un equipo de científicos de la Universidad de California estudió la conducta antipredatoria de las marmotas de vientre amarillo (*Marmota flaviventris*) en la región de las Montañas Rocosas en el noroeste de Estados Unidos de América. Como parte de su investigación, utilizaron fotografías de tamaño natural de diferentes especies de carnívoros: lobos (*Canis lupus*), zorros (*Vulpes vulpes*), coyotes (*Canis latrans*) y pumas (*Puma concolor*). Si bien, todas estas especies son depredadores de las marmotas, las colonias de las

Montañas Rocosas nunca habían tenido contacto con pumas ni lobos. Los pumas están presentes en las Montañas Rocosas, pero este grupo de científicos no los ha observado en el sitio de estudio, por lo que se piensa que estas marmotas no tienen experiencia evitándolos. En el caso de los lobos, éstos se habían extinto desde hacía unos 70 años, por lo que es posible que alrededor de unas 35 generaciones de marmotas hayan vivido sin conocer a este depredador.

Al ver las fotografías, las marmotas respondieron de forma distinta a cada depredador, acorde al grado de amenaza que cada uno representa. Las marmotas invirtieron poco tiempo en vigilar su entorno ante la presencia de los zorros. A los zorros, aunque son sus depredadores, ya los conocen y les son fáciles de evadir, por lo que su presencia no representa un gran riesgo para las marmotas. Al encontrarse frente a la fotografía de un puma dedicaron más tiempo a vigilar. Sin embargo, al observar la fotografía del lobo, las marmotas optaron por huir y esconderse en lugar de vigilar. Esta diferencia en las conductas efectuadas por las marmotas coincide con el tipo de estrategia de caza del puma y el lobo. Los felinos recurren al acecho para capturar sus presas y generalmente desisten del ataque cuando son descubiertos. Los lobos, por el contrario, son cazadores sociales y ellos no se detienen cuando son descubiertos por sus presas. Debido a esto, huir y esconderse es una conducta más adecuada cuando las presas se enfrentan a este tipo de carnívoros, en lugar de solo vigilar. Los resultados de esta investigación son importantes debido a que las marmotas despliegan conductas antipredatorias que parecen ser específicas al tipo de depredador al que se enfrentan, incluso si han vivido en un sitio donde ni los lobos ni los pumas habitan. Las diferentes conductas observadas en las marmotas se pueden explicar gracias a la hipótesis



Ejemplar de lobo gris (*Canis lupus baileyi*). Zoológico de San Juan de Aragón, Ciudad de México.
Fotografía: Rafael Omar Sánchez Vidal.

multidepredador. Esta hipótesis sugiere que las respuestas antipredatorias no se pierden por completo, aún cuando un depredador se haya extinto, sino que se conservan respuestas antipredatorias vestigiales.

Desde hace años existe un fuerte debate entre los científicos acerca de cómo pueden las presas reconocer a sus depredadores. Hay quienes consideran que las presas deben aprender a reconocer a sus depredadores conviviendo con ellos, por lo que, si un depredador desaparece, la capacidad de reconocerlo también se perderá. Otros argumentan que la capacidad de identificar a los depredadores se mantiene como parte del proceso de evolución de las presas, no importando si hay o no depredadores. Los resultados de este experimento demostraron que las marmotas de vientre amarillo conservan esta habilidad y es posible que sea debido a que siguen enfrentándose a otros depredadores, como los zorros y los coyotes.

Sin embargo, los venados bura (*Odocoileus hemionus*) tienen una historia contraria a la de las marmotas de vientre amarillo. Estos venados, actualmente son depredados por pumas en el norte de California y en algún momento también fueron presa de unos felinos similares a los jaguares contemporáneos (*Panthera onca*), los jaguares europeos (*P. gombaszoegensis*) que se extinguieron hace 1.6 millones de años. Cuando estos venados fueron expuestos a fotografías de pumas se comportaron como era esperado, bufando, golpeando fuertemente el suelo con sus patas y realizando caminatas de alarma, mostrando una respuesta clara de amenaza. Pero al observar fotografías de un jaguar, su conducta se alteró muy poco y fue muy similar a lo que los científicos observaron al exponer a los venados a fotografías de otros herbívoros, quienes desde luego no representan una amenaza de depredación.

En diferentes obras de la literatura popular, los lobos han recibido el papel de villanos despiadados. Basta con recordar cuentos como Capercucita Roja, Pedro y el Lobo o Los Tres Cochinitos. Precedidos por esta mala reputación, el declive de sus poblaciones durante el siglo pasado no es una gran sorpresa. Pero los grandes depredadores son también una pieza importante dentro del equilibrio ecológico de los ecosistemas. En 1995, se reintrodujo dentro del Parque Nacional Yellowstone, Estados Unidos de América, a un grupo de lobos grises y las consecuencias para el ecosistema fueron sorprendentes. Durante los 70 años de ausencia de lobos, la depredación de los alces (*Cervus elaphus*) se redujo drásticamente, permitiendo que la población de estos herbívoros creciera a tal grado que los sauces y álamos no lograban proliferar debido a que son el alimento preferido de estos animales. Al llegar los lobos comenzaron a cazar alces, entonces los alces comenzaron a evitar ciertas zonas del parque (donde era más probable ser atacados). Este cambio en la conducta de los alces fue solo en inicio de una reacción en cadena sin precedentes.

Rápidamente los valles comenzaron a regenerarse gracias a la ausencia de los alces y poco a poco los nuevos sauces y álamos atrajeron a diferentes especies de aves y a los castores (*Castor canadensis*), quienes se alimentan de estos árboles. Las represas construidas por los castores funcionaron como refugio para un gran número de animales como patos, peces, anfibios y reptiles. Los lobos también redujeron la cantidad de coyotes, dándole un respiro a los conejos y roedores quienes, al multiplicarse, atrajeron a algunas aves de presa.

Como si de un juego de ajedrez se tratara, el movimiento de una pieza de la red trófica impactó en todas las demás. Antes del regreso de los lobos la principal causa de muerte de los alces y venados eran las bajas temperaturas del invierno. Gracias a la cacería por parte de los lobos, ahora las muertes de estos herbívoros podían ocurrir durante todo el año, lo cual benefició a diversas especies como cuervos (*Corvus corax*), águilas calvas (*Haliaeetus leucocephalus*), coyotes e incluso osos pardos (*Ursus arctos*) y negros (*U. americanus*), ya que ahora tienen una mayor disponibilidad de alimento y de fácil acceso.

El estudio de la conducta predatoria se ha desarrollado desde hace décadas, y cada día parece ser más importante debido a los cambios que el ser humano está generando en los ecosistemas. Quizás, una de las mayores aspiraciones de las personas que trabajan para conservar a las especies en peligro de extinción es ver a estos animales de regreso en los sitios donde habitaban. Sin embargo, la reintroducción de depredadores es un gran desafío en diferentes escalas ya que esto podría inducir una reestructuración de las interacciones entre las especies que actualmente habitan en un ecosistema. Algunas especies depredadas podrían verse en graves problemas si no tienen la capacidad de detectar y evadir a los nuevos depredadores, pero otras también podrían experimentar cambios favorables. Aún queda mucho por descubrir acerca de la manera en la que las presas y los depredadores se relacionan, pero a través de este tipo de investigaciones la ciencia avanza hacia el entendimiento y la protección de los animales silvestres.

El regreso de los lobos a su hogar podría afectar la supervivencia de sus presas si éstas han perdido la capacidad de reconocerlos. Sin embargo, la reintroducción de estos carnívoros demostró que son fundamentales para el equilibrio ecológico del ecosistema que habitan.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa y un revisor anónimo por sus valiosos comentarios al manuscrito.

LITERATURA CONSULTADA

- Blumstein, D. T., E. Ferando, y T. Stankowich. 2009. A test of the multipredator hypothesis: yellow-bellied marmots respond fearfully to the sight of novel and extinct predators. *Animal Behaviour* 78:873-878.
- Blumstein, D. T. 2006. The 'multi-predator' hypothesis and the evolutionary persistence of antipredator behaviour. *Ethology* 112:209-217.
- Lahti, D. C., et al. 2009. Relaxed selection in the wild. *Trends in Ecology and Evolution* 24:487-496.
- Laidre, M. E. y R. A. Johnstone 2013. Animal signals. *Current Biology* 23:R829-R833.
- Ripple, W. J. y R. L. Beschta. 2011. Trophic cascades in Yellowstone: The first 15 years after wolf reintroduction. *Biological Conservation* 145:205-213.
- Stankowich, T., y R. G. Coss. 2007. The re-emergence of felid camouflage with the decay of predator recognition in deer under relaxed selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274:175-182.

Sometido: 10/nov/2022.

Revisado: 21/nov/2022.

Aceptado: 28/nov/2022.

Publicado: 02/dic/2022.

Editor asociado: Dra. Alina Gabriela Monroy-Gamboa

DEL MEDIO SILVESTRE A TU MESA: CONSUMO DE RATAS DE CAMPO DEL GÉNERO *NEOTOMA* EN MÉXICO

Luis Daniel Moreno-Figueroa¹ y Leticia Cab-Sulub^{2*}

¹ Grupo de Nanotecnología y Biocontrol Microbiano, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz. Baja California Sur, México. morenofidaniel@gmail.com (LDM-F)

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. lety.cs90@gmail.com

*Autor de correspondencia

Desde tiempos inmemorables, la fauna silvestre ha sido un recurso vital para los humanos. Con el paso del tiempo, el consumo de algunas especies perduró y quedaron incluidas en los usos y costumbres de grupos étnicos en diferentes partes del mundo.

A lo largo de la historia evolutiva de los humanos, la caza de subsistencia se ha enfocado en diferentes especies. Por ejemplo, cuando los humanos eran nómadas, la caza se centraba principalmente en especies de gran tamaño, como mamuts y bisontes. Con el paso del tiempo, el establecimiento del sedentarismo humano y de la extinción de la megafauna, las especies de fauna silvestre que se consumen, en su mayoría son de tamaño medio como el venado, pecarí y jabalí, relativamente similares a los tamaños de los mamíferos que actualmente se producen en la industria cárnica. No obstante, los mamíferos de menor tamaño, como ardillas, conejos, tuzas y ratas de campo, también han formado parte importante en la dieta de los humanos y también son especies apreciadas por su valor nutricional y cultural.

En México, algunas de las especies de ratas de campo que se consumen pertenecen a los géneros *Neotoma*, *Oryzomys* y *Peromyscus*. Por ahora, escribiremos únicamente de las *Neotoma*. Las especies del género *Neotoma* son comúnmente conocidas como ratas cambalacheras o ratas de campo, son de tamaño similar a las temidas ratas de alcantarilla (*Rattus* spp.) o inclusive más grandes, pero con el cuerpo más grueso, orejas más grandes, cola corta y colores que van del gris pálido al castaño-rojizo. Las ratas de campo son vegetarianas, por lo que se alimentan principalmente de hierbas y semillas, que en ocasiones almacenan en sus madrigueras. Suelen tener dos periodos de reproducción, aunque algunas especies pueden reproducirse durante todo el año, la gestación dura alrededor de 38 días y tienen entre dos a tres crías por camada.

El consumo de ratas cambalacheras es común en ciertas regiones de México, por ejemplo, en la región del altiplano central, que incluyen partes de los estados de Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Guanajuato, en donde se

consume la rata magueyera (*Neotoma leucodon*) en caldo con verduras. El caldo de rata es considerado una joya culinaria y apreciado en sobremanera por el turismo gastronómico, opinión respaldada por los autores. En otra región de México, como la del sureste que incluyen los estados de Chiapas y Oaxaca, las ratas cambalacheras se consumen principalmente en brochetas asadas al carbón.

Por otro lado, hablemos ahora un poco sobre el valor nutricional de las ratas de campo. El porcentaje del contenido proteico de la rata de campo es muy similar a la de la carne de pollo, res y cerdo. No obstante, la carne de rata posee menos grasa total que los tres tipos de carne mencionados anteriormente, además de contener vitamina B3 (6.2 mg/100 g) y vitamina C (5 mg/100 g). Es por ello que su consumo se puede considerar más saludable.

Valor nutricional comparativo entre las principales carnes consumidas en México y las ratas de campo.

| Valores por cada 100 g de carne | Rata de campo | Pollo | Res | Cerdo |
|---------------------------------|---------------|-------|------|-------|
| Proteína (%) | 20.8 | 20.6 | 22.3 | 20.0 |
| Grasas (%) | 2.6 | 3.4 | 4.1 | 4.0 |
| Calorías (Kcal) | 112 | 113 | 105 | 132 |

Ahora bien, ¿qué tanto se consume las ratas de campo? Estos mamíferos actualmente se consumen por etnias específicas y comensales que buscan lo exótico o fuera de lo común. Por ejemplo, la rata montera mexicana (*Neotoma mexicana*) es una de las principales fuentes de proteína alternativas en algunas comunidades de la etnia Tzeltal en Chiapas. Es por ello que su aprovechamiento, inicia desde la recolecta y comercialización hasta el consumo de la misma involucrando a gran parte de la población en cuestión. El kilogramo en canal circunda los \$184.00 MXN (dato del 2015) y debido a que es posible encontrar proteínas a más bajo costo se considera que la compra radica más en usos y costumbres que en el ahorro económico. Por lo que, el consumo de la rata de campo se considera como parte intrínseca del legado socio-cultural y gastronómico de la etnia Tzeltal para México y el mundo.



Caldo de rata (*Neotoma* spp.) en Chiapas, México.
Fotografía: Guadalupe Ricaud Solórzano.

Una de las razones por la que el consumo de especies de *Neotoma* o ratas de campo no son aprovechadas con fines alimenticios o nutricionales, es por la falta de información o sensibilización social. Al escuchar el término «rata» inmediatamente se asocia con las ratas de alcantarilla que pueden ser vectores o reservorios de enfermedades, por lo que se les suele temer. Sin embargo, las ratas de campo no tienen parentesco cercano con las ratas de alcantarilla y suelen ser saludables y nutritivas.

Como hemos mencionado, las ratas del género *Neotoma* tienen un valioso aporte nutricional. Sin embargo, el consumo desmedido de las especies de *Neotoma* de vida silvestre podría ocasionar inestabilidad ecológica, por lo que en el presente artículo nos cuestionamos si ¿son especies con potencial productivo? Pocos han sido los trabajos de reproducción en cautiverio de ratas de campo. Algunos datos que han sido publicados hacen referencia en que el crecimiento de neonatos de la rata magueyera (*Neotoma leucodon*) no son uniformes, en el caso de las hembras a los 40 días de nacidas pesan más que los machos, el destete puede realizarse a los cinco o seis semanas y al cuarto mes pesan el 80% de la masa corporal de un adulto promedio, por lo que son de crecimiento rápido. Alcanzan su madurez sexual a los nueve meses (o antes si las condiciones ambientales son favorables).

Si bien, aún no se tienen datos específicos sobre la dieta de las ratas *Neotoma* en cautiverio, las características de crecimiento de la rata de campo conllevan a especular que puede ser candidata para ser cultivada con fines productivo-comerciales. No es una idea descabellada, tomando en cuenta que la ganadería tradicional es una actividad con un impacto negativo en el ambiente (generación de CO₂, grandes extensiones de suelo utilizadas, alto factor de conversión alimenticia, uso excesivo de agua, entre otros). Por lo que la incursión en el desarrollo de nuevas biotecnologías en pro del cultivo de nuevas especies debería ser una prioridad en países, como México, donde la seguridad y soberanía alimentaria son uno de los ejes principales en el crecimiento económico y social.

Para concluir con este documento, les dejamos una receta para preparar un buen caldo de rata al estilo Sinaloa:
Ingredientes: 1 kg de carne de rata en trozos (3 ratas de campo adultas en promedio), 3 tomates, 1 cebolla (grande), 3 dientes de ajo, 1 chile Anaheim o verde, 2 calabazas, 2 zanahorias, 1 papa grande, 1 chayote grande, 1 elote, 1 taza de garbanzo, 250 g de ejote, 1/2 manojo de cilantro, sal y pimienta al gusto.

Preparación: primero, dejar remojando el garbanzo (1 taza) en agua durante toda la noche (de preferencia) o mínimo durante 3 horas, retirar el agua pasado el tiempo de remojo. Segundo, cortar las verduras en rodajas o trozos pequeños y guisar con media cucharada de aceite, 1/2 de tomate, 1/3 de cebolla, 1 chile Anaheim o verde, agregar sal y pimienta al gusto. Tercero, en una olla exprés cocer los trozos de carne de rata de campo en agua por 30 minutos o hasta que la carne esté semi-cocida, se le agrega sal y pimienta al gusto, 3 dientes de ajo y 2/3 de cebolla. Cuarto, destapar la olla exprés y retirar la espuma formada en la superficie y añadir el guisado preparado en el segundo paso, además de los trozos de elote, el garbanzo previamente remojado y las verduras (cebolla, calabazas, tomate, zanahorias, papa, chayote y cilantro). Quinto, tapar nuevamente la olla exprés y dejar a fuego medio durante 20 minutos más (aproximadamente) o hasta que la cocción tanto de las verduras como de la carne haya terminado.

Las ratas de campo son una fuente valiosa de proteína, pero la extracción y consumo de estas especies del medio silvestre preferentemente debe ser revisada y analizada para lograr un uso sustentable. Asimismo, el potencial productivo-comercial de estas especies es prometedora, por lo que en unos años, no sería sorpresa poder encontrar en el supermercado carne de rata de campo cultivada en granjas, ¿te atreverías a comerla?



Caldo de rata (*Neotoma* spp.) del menú del restaurant "El Jefe" en Escalerillas, San Luis Potosí, México.
Fotografía: Leticia Cab-Sulub.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Irma Yolanda Figueroa López por compartir la receta de caldo de rata estilo sinaloense. Al M. en C. L. Ernesto Pérez Montés por donar la fotografía de un espécimen de *Neotoma goldmani*. A Guadalupe Ricaud Solórzano por compartir las fotografías de un caldo de rata del sur de México. LDM-F (CVU 336817) y LC-S (CVU 636320) agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por las becas postdoctorales otorgadas.

LITERATURA CONSULTADA

- Acosta-Ochoa, G. 2011. El poblamiento de las regiones tropicales de México hace 12 500 años. *Anales de Antropología-UNAM* 45:227-235.
- Cortés-Gregorio, I., *et al.* 2013. Etnozoología del pueblo Mayo-Yoreme en el norte de Sinaloa: uso de vertebrados silvestres. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 10:335-358.
- Del Villar-González, D. 2000. Principales vertebrados plaga en México: situación actual y alternativas para su manejo. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 6:41-54.
- Gómez, P. P. 2015. Fuentes alternativas de proteína en comunidades de la etnia Tzeltal, Chiapas, México. Memoria XIV World Forestry Congress. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Durban, Sudáfrica.
- Márquez-Olivas, M. 2002. Características reproductivas de la rata magueyera (*Neotoma albigula*) en cautiverio. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie* 86:139-144.
- Marquéz-Olivas, M. 2003. Peso de neonatos de rata magueyera (*Neotoma albigula leucodon*) en cautiverio, del nacimiento a los 40 días de edad, en México. *Agrociencia* 37:231-235.
- Medina-Torres, S. M., I. Cortés-Gregorio, E. Lara-Ponce, y E. A. Sandoval-Forero. 2016. Uso de mamíferos silvestres entre yoremes y yoris de El Fuerte, Sinaloa, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 13:529-545.
- Tejeda-Cruz, C., E. J. Naranjo-Piñera, L. M. Medina-Sanson, y F. Guevara-Hernández. 2014. Cacería de subsistencia en comunidades rurales de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Quehacer Científico en Chiapas* 9:59-73.



Rata de campo del Altiplano (*Neotoma goldmani*) de Santo Domingo, San Luis Potosí, México
Fotografía: L. Ernesto Pérez-Montés.

Sometido: 21/nov/2022.

Revisado: 05/dic/2022.

Aceptado: 06/dic/2022.

Publicado: 06/dic/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.

REMANENTES DE VEGETACIÓN ORIGINAL: UN HOGAR PARA RATONES SILVESTRES

Jorge Vázquez*, Luisa Rodríguez-Martínez y Eduardo Felipe Aguilera-Miller

Estación Científica La Malinche, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlaxcala, México.

jorge.vazquezp@uatx.mx (JV); marialuisa.rodriguez.m@uatx.mx (LR-M);

aguileramiller.ed@gmail.com (EFA-M).

*Autor de correspondencia

El centro de México, a pesar de presentar un elevado impacto ambiental causado por actividades humanas, es una región con diversas especies de ratones. Pero ¿dónde se refugian? La respuesta es... en remanentes de vegetación original.

Es común la frase que hace referencia a que una de las mayores amenazas a las que se enfrenta la biodiversidad es la pérdida de hábitats. Tal disturbio tiene consecuencias catastróficas, ya que inevitablemente el resultado es la fragmentación de las áreas naturales. El aumento desmedido de la población mundial ha propiciado el cambio o la eliminación de las condiciones favorables para la sobrevivencia de las poblaciones naturales de las especies que habitan el planeta. Esto, debido a que cada vez necesitamos más espacio, sobre todo, más alimento para satisfacer nuestras necesidades como humanidad. Como consecuencia, tenemos la desaparición de importantes extensiones de vegetación original (por ejemplo, selvas tropicales, bosques templados o caducifolios, pastizales, etc.) para el establecimiento de campos agrícolas y ganaderos. El resultado son áreas naturales fragmentadas, con algunos parches de vegetación original dispersos en el paisaje observado. Sin embargo, el verdadero impacto se hará notar en la estructura de las poblaciones naturales, que a su vez, afectará de manera directa su composición, abundancia y demografía. Uno de los efectos negativos de la fragmentación es el aislamiento de las poblaciones, lo que a su vez da lugar a subpoblaciones con un número menor de individuos, una reducción en el número de migrantes entre poblaciones, discontinuidades genéticas y eventualmente una reducción en la diversidad genética.

Entonces surge la pregunta obligada, ¿en dónde se encuentran ahora todos los seres vivos que habitaban esas áreas naturales de las que hablamos anteriormente? La respuesta es... desaparecieron, fueron extirpados o en el mejor de los escenarios parte de los individuos que conformaban las poblaciones naturales migraron a otras áreas con menos presión antrópica o mejor calidad de hábitat. En este sentido, resulta ser acertada la asociación que generalmente se hace sobre el daño a la biodiversidad con la pérdida de especies o individuos. Sin embargo, somos poco conscientes de pérdidas subyacentes, como la de las interacciones ecológicas (por

ejemplo, las relaciones depredador-presa, polinizador-planta o parásito-hospedero), las cuales representan el efecto de complejos procesos evolutivos que han tenido lugar desde hace varios millones de años.

La parte central del territorio mexicano es un ejemplo muy interesante de dinamismo físico y biológico. Ambas características son resultado del encuentro de las regiones biogeográficas (grandes extensiones con flora y fauna características debido a la dinámica geológica de la tierra) Neártica y Neotropical y la presencia de eventos geológicos y climáticos remotos (que sucedieron hace mucho tiempo, por ejemplo, desde la época del Mioceno medio hace 15 millones de años). Tales rasgos, han fomentado una conspicua complejidad ecológica y han dado lugar a un importante sistema montañoso conocido como Faja Volcánica Transmexicana, la cual se extiende transversalmente a lo ancho del país, desde Nayarit y Jalisco hasta Veracruz. Esta área es reconocida mundialmente por su riqueza biótica y de paisajes. En ella encontramos multitud de ecosistemas, así como poblaciones naturales endémicas (que solamente habitan en este lugar) e interacciones ecológicas sobresalientes, como las descritas anteriormente. El centro del país, también puede ser ejemplo de degradación ambiental. Desde 1996, la llamada megalópolis del centro de México (integrada por los estados de Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala), se ha extendido por 240 municipios, incluyendo 14 metrópolis en las que habitan alrededor de 35 millones de personas. Ésta



Ratón de orejas negras (*Peromyscus melanotis*), típico de los bosques de pino. Fotografía: Eduardo Felipe Aguilera-Miller.

representa uno de los conglomerados humanos más grandes del mundo y genera una gigantesca presión antrópica sobre las áreas naturales circundantes y sus poblaciones originales, amenazando seriamente la diversidad de especies, ambientes y procesos biológicos.

Los roedores representan un grupo que ha sido influenciado por las condiciones físicas y biológicas del centro de México. Son de vital importancia para los ecosistemas en los que habitan, ya que representan la base de la dieta de muchas especies, no solamente otros mamíferos, sino también aves, reptiles e incluso algunos invertebrados como las tarántulas. Adicionalmente, ofrecen ciertos beneficios al ambiente al dispersar semillas, depredar hongos y plántulas, controlar ciertas plagas de invertebrados y airear el suelo, entre otros. Algunas especies no presentan serios problemas de conservación dadas ciertas características de sus historias de vida, como una alta tasa de natalidad y supervivencia o su adaptación a ambientes antropizados. No obstante, existen especies que se encuentran en riesgo inminente, dada su baja tasa de supervivencia, su distribución restringida o sus hábitos muy especializados, lo que no les permite adaptarse a sitios perturbados.

Un rasgo común en el paisaje agrícola del estado de Tlaxcala es la presencia de parches o fragmentos remanentes de vegetación original que con frecuencia se encuentran en zonas de terreno irregular como depresiones o pequeñas barrancas y hondonadas. Estos fragmentos varían en tamaño, tipo de vegetación asociada, ubicación (planicies o laderas de cerros y montañas), orientación, proximidad a zonas urbanas o suburbanas, etc. Como resultado de diversos estudios mastofaunísticos, es decir, estudios con mamíferos, se ha identificado que dentro de estas áreas es posible registrar varias especies de ratones.

Existe un lugar en la región que se encuentra entre los Parques Nacionales Iztaccíhuatl-Popocatepetl y La Malinche, donde las áreas de cultivos se encuentran entre las montañas, rodeadas por barrancas y pequeños fragmentos de vegetación. Los cultivos transformaron el paisaje natural, cambiando los bosques constituidos de encinos (*Quercus* sp.), sabinos (*Juniperus* sp.) y matorrales en zonas agrícolas. Hoy en día, el paisaje es dominado por estas áreas de cultivo, las cuales cambian su fisonomía durante los periodos de lluvia y seca. Lo anterior, se debe principalmente a que en estas zonas se utiliza el sistema de riego conocido como de temporal. Durante el período de lluvias, las zonas agrícolas se cubren de vegetación con los sembradíos y diversas herbáceas que crecen asociadas al cultivo, mientras que en el periodo de secas la vegetación

desaparece al ser removida por los campesinos, dejando el suelo desnudo – al descubierto – durante varios meses. Sin embargo, la vegetación original que queda en los pequeños fragmentos y dentro de las barrancas, se mantiene a lo largo del año casi sin variación estacional. Incluso puede encontrarse vegetación diversa, constituyendo así microambientes relativamente bien conservados.

En esta región, tanto en los sitios que colindan con los bosques templados de los Parques Nacionales como con las zonas agrícolas y de vegetación original, es posible encontrar al menos 14 especies de ratones. Dichas especies no están distribuidas de forma homogénea, sino que se asocian a alguna zona en particular o a cierto tipo de vegetación. En los Parques Nacionales hay especies típicas de regiones de alta montaña y que además son endémicas, como lo es el ratón mexicano de los volcanes (*Neotomodon alstoni*). Otro ejemplo, es el ratón de orejas negras (*Peromyscus melanotis*) que, aunque no es endémico de la región, su distribución se encuentra restringida a zonas templadas en las montañas. En los campos agrícolas hay especies que son más abundantes que en las zonas de vegetación original, lo que sugiere que son tolerantes a los cambios causados por las actividades agrícolas. Otras especies sólo están presentes en las zonas de cultivo, lo que podría indicar que se trata de especies adaptadas a modificaciones antrópicas o posiblemente especies invasoras. Por ejemplo, el ratón casero (*Mus musculus*) es una especie exótica invasora, asociada a los cultivos. El ratón espinoso mexicano (*Heteromys irroratus*) puede ser encontrado tanto en remanentes de vegetación original como en zonas de cultivo, donde a menudo es muy abundante a lo largo del año, incluso más que en zonas con vegetación original. En las zonas donde aún persiste vegetación original, podemos encontrar especies como el ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*), el ratón piñonero (*Peromyscus gratus*), el ratón patas blancas (*Peromyscus leucopus*), el ratón ciervo (*Peromyscus maniculatus*), el ratón cosechero de volcán (*Reithrodontomys crysopsis*) y el ratón cosechero de montaña (*Reithrodontomys sumichrasti*), mismas que también tienen distribución en los Parques Nacionales. Otras de las especies que fueron encontradas en toda la región, es decir, tanto en los Parques Nacionales como en los remanentes de vegetación original e incluso las zonas agrícolas, son el meteorito mexicano (*Microtus mexicanus*), el ratón cosechero leonado (*Reithrodontomys fulvescens*) y el cosechero común (*Reithrodontomys megalotis*). Por otro lado, el ratón mexicano (*Peromyscus mexicanus*) sólo se encuentra en los remanentes de vegetación y no en la zona de los Parques Nacionales. Un aspecto interesante en la distribución de este último es su presencia permanente en las zonas de remanentes de vegetación. Sin embargo, hay periodos donde también se puede encontrar en los campos agrícolas, sobre todo cuando éstos se hallan cercanos a barrancas y fragmentos de vegetación original. Su presencia se asocia a cultivos maduros o listos para ser cosechados, donde se puede registrar abundante vegetación herbácea, mientras que su ausencia se asocia a periodos donde la vegetación es escasa y los suelos se encuentran desnudos. Estos datos pueden sugerir que el ratón busca refugio fuera de las zonas de cultivo durante los meses en que los cultivos son removidos en su totalidad. De esta forma, se puede inferir que a pesar de que el establecimiento de zonas de cultivo haya causado un gran impacto sobre la vegetación original y dado lugar a cambios en la distribución local de las especies de ratones, ciertas especies han logrado adaptarse al encontrar algún tipo de beneficio en dicho cambio. Varias especies aún persisten en los remanentes de vegetación y más aún, hay especies que involucran a las zonas agrícolas, al menos en algunos periodos de tiempo como parte de su distribución, lo que ha permitido una dinámica asociada a la presencia de los cultivos.



Ratón espinoso mexicano (*Heteromys irroratus*), común en zonas agrícolas y matorrales de la región entre los Parques Nacionales del Iztaccíhuatl-Popocatepetl y La Malinche. Fotografía: Jorge Ivan Fernandez Meza.

Los remanentes de vegetación son zonas que pueden ayudar a mantener la diversidad de las especies de ratones, por lo que es necesario evitar actividades que impacten su estabilidad. A menudo los campesinos realizan quemas de sus parcelas para reducir vegetación no deseada, actividad que frecuentemente se sale de control, provocando incendios en las zonas naturales. Los incendios no solo inducen la muerte inmediata de los ratones, sino que destruyen sus refugios y disminuyen la disponibilidad de su alimento, provocando la disminución de sus poblaciones y a largo plazo la pérdida de la diversidad. Tal escenario conlleva a la pérdida de las funciones ecológicas de los ratones en estos ecosistemas. Preservar sus refugios, evitando los incendios descontrolados y permitiendo el crecimiento de vegetación original, incluso en los bordos entre las parcelas, pueden ser acciones que contribuyan a conservar estas especies.

Es necesario reconocer que en la región entre los Parques Nacionales del Iztaccíhuatl-Popocatepetl y La Malinche hay una fuerte amenaza a la diversidad de roedores silvestres por las perturbaciones antrópicas. Por lo tanto, es necesario promover la conservación de los remanentes de vegetación original y prácticas agrícolas que sean amigables con el ambiente para mantener la diversidad biológica de la región, en especial, la de estos carismáticos ratones.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Sectorial de Investigación SRE-CONACYT por el financiamiento recibido para el proyecto "Análisis de la conectividad funcional entre los Parques Nacionales La Malinche e Iztaccíhuatl-Popocatepetl e identificación de áreas prioritarias para la conservación" con número 286794. Al Cuerpo Académico UATLX-CA-227 "Ecología y conducta animal en ambientes naturales y antropizados". Agradecemos también el apoyo en el trabajo de campo a los colegas: M. Flores, F. Aguilar, L. E. Osorio, J. I. Fernandez y J. A. Fuentes.



Paisaje encontrado entre los Parques Nacionales del Iztaccíhuatl-Popocatepetl y La Malinche con zonas agrícolas inmersas entre barrancas y parches con remanentes de vegetación original.

Fotografía: Eduardo Felipe Águilera-Miller.

LITERATURA CONSULTADA

- Arita, T. H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128 in *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. (Medellín R. A. y G. Ceballos, eds.). Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Distrito Federal, México.
- Ceballos, G. y G. Oliva (coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal, México.
- Mastretta-Yanes A., *et al.* 2015. Biodiversity in the Mexican highlands and the interaction of geology, geography and climate within the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Journal of Biogeography* 42:1586-1600.
- Tylianakis J. M., R. K. Didham, J. Bascompte y D. A. Wardle. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 11:1351-1363.
- Wilson E. O. 1997. Introduction. Pp. 1-6 in *Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources*. (Reaka-Kudla M., D.E. Wilson y E. O. Wilson, Eds). Joseph Henry Press. Washington, DC, EE. UU.
- Wu J. 2013. Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park Workshop. *Landscape Ecology* 28:1-11.

Sometido: 07/nov/2022.

Revisado: 20/nov/2022.

Aceptado: 09/dic/2022.

Publicado: 12/dic/2022.

Editor asociado: Dra. Susette S. Castañeda-Rico.

MURCIÉLAGOS, SOCIOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS

Cintya A. Segura-Trujillo*, y Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos

Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México. c.a.biolsegura@gmail.com (CAS-T);

liniguez@academicos.udg.mx (LII-D)

*Autor de correspondencia

En el universo de los murciélagos, la artropodofagia (alimentación a base de insectos, arácnidos, ciempiés y milpiés) es el tipo de dieta que predomina en las más de 1,447 especies conocidas de murciélagos. En esta ocasión abordaremos la importancia de los murciélagos como controladores naturales de artrópodos plaga que afectan a los cultivos y bosques de importancia para la economía humana.

Los artrópodos son uno de los grupos con mayor diversidad de organismos, se estima que representan el 80% de los animales vivos. Entre ellos se encuentran los insectos (mariposas, mosquitos, escarabajos, etc.), arácnidos (arañas, ácaros y alacranes), quilópodos (ciempiés) y diplópodos (milpiés), de los cuales se alimentan los murciélagos artropodófagos. Estos organismos se caracterizan por tener ciclos de vida cortos con altas tasas reproductivas que les permiten ser abundantes en determinadas estaciones del año, ante cambios ambientales, o en la estructura de la vegetación que les favorece su reproducción; en consecuencia, pueden proliferar al grado de convertirse en plagas que afectan a bosques y cultivos de interés para la economía humana

Se estima que las plagas de artrópodos causan una pérdida de alrededor del 35% de los cultivos a nivel mundial. Para evitar estas pérdidas, en la industria agroalimentaria y forestal se emplean principalmente pesticidas sintéticos para su erradicación. No obstante, estos causan efectos adversos a la naturaleza y a la salud humana debido a su toxicidad. Dada esta problemática, se ha visibilizado la necesidad de fomentar el control de plagas por medio de organismos vivos (biocontrol), como los murciélagos artropodófagos.

Por otro lado, las técnicas moleculares de nueva generación han sido un parteaguas para estudios de la ecología trófica de los murciélagos. Mediante el análisis del ADN de las heces de los murciélagos se ha conseguido identificar qué especies de artrópodos depredan y cuáles son sus patrones de alimentación. Estos estudios han sido la base para confirmar la función de los murciélagos como controladores de plagas. Así mismo, estos estudios han permitido identificar a las especies de murciélagos que consumen los diferentes tipos de plagas.

El cambio climático y las actividades humanas dentro de bosques naturales han propiciado que el problema de insectos que son plagas forestales se agudice. Diversos estudios han reportado que algunos murciélagos europeos (*Barbastella barbastellus* y *Plecotus auritus*) que sólo viven en bosques y áreas aledañas a estos, son de importancia para el control de las plagas forestales al alimentarse de especies como el escarabajo de la madera (*Arhopalus* spp.). Al aumentar las poblaciones de escarabajos afectan árboles de importancia maderera como los son el abeto, el cedro y el pino, entre otros. Debido a que las larvas de estos escarabajos barrenan o perforan la superficie adyacente a la madera y forman profundas e intrincadas galerías, por lo que pueden afectar la supervivencia de los árboles y disminuir su valor maderable. En América se ha encontrado que el murciélago colorado cola peluda (*Lasiurus borealis*), el murciélago orejas de ratón (*Myotis velifer*), el pipistrello del este americano (*Perimyotis subflavus*), y el murciélago cola de ratón (*Tadarida brasiliensis*) se alimentan de las polillas del gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*), cuya larva se alimenta de los frutos recién polinizados del árbol del nogal pecanero, lo que resulta en la afectación en la producción de la nuez pecana. Para México se ha reportado que el daño a la producción de la nuez, originada por el mismo gusano barrenador (*A. nuxvorella*), puede ir de 40% a 60% si no se controla la plaga.



Murciélago colorado cola peluda (*Lasiurus borealis*), este murciélago prefiere refugiarse de manera solitaria en huecos de árboles, se alimenta de insectos al vuelo en espacios abiertos. A) vista dorsal del murciélago. Fotografía: Cintya A. Segura-Trujillo y B) vista del rostro Fotografía: Jesús Carlos Cuevas González.

De igual manera, la deforestación y el aumento de las áreas agrícolas han propiciado que los artrópodos plaga prevalezcan. Por ejemplo, las chinches del género *Lygus* afectan una amplia gama de cultivos como el algodón, alfalfa, frijol, jitomate, y manzana. Estas chinches se alimentan de la savia de las plantas dañando sus hojas y yemas, en consecuencia, afectan el crecimiento de la planta y su producción de flores y frutos. Otro ejemplo es la plaga originada por escarabajos del género *Diabrotica*, cuyas larvas se alimentan las raíces de las plantas y afectan principalmente a los cultivos del maíz, eliminando hasta el 90% de sus raíces, lo que puede reducir la producción de las cosechas de maíz hasta un 70%. Se han identificado dos murciélagos que se alimentan de estos artrópodos plaga y son el murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*) y el murciélago colorado cola peluda (*Lasiurus borealis*) que son asiduos a forrajear en áreas de cultivos. Estudios que analizaron las heces de estas dos especies de murciélagos reportaron que alrededor del 90% de las muestras lo conforman especies de artrópodos plaga, es decir, su dieta se basa en el consumo de artrópodos nocivos para la agricultura. Por lo que, estudios sugieren que las especies comunes, abundantes, de amplia distribución y de hábitos de dieta generalistas como *E. fuscus*, pueden jugar un importante papel como supresores de plagas. Por ejemplo, para esta especie se han reportado que hasta 160 especies de artrópodos plaga forman parte de su dieta.

Otro ejemplo específico es el de las plantaciones de uva en Chile donde se han realizado estudios para evaluar la importancia de los murciélagos para la industria vitivinícola. Por medio de experimentos en campo se encontró que en parcelas en las que los murciélagos forrajean presentan un 7% menos daño causado por insectos plaga, en comparación con parcelas en las que se aisló el forrajeo de murciélagos. Por lo que se estimó que el beneficio económico brindado por los murciélagos es de US \$188-\$248/ha/año por el servicio de depredación de insectos plaga.

Los estudios moleculares de las últimas dos décadas nos han permitido conocer con mayor precisión de qué especies de artrópodos plaga se alimentan los murciélagos. Sin embargo, es necesario realizar estudios más especializados para conocer mejor los patrones de depredación de los murciélagos sobre plagas que sean de interés en la producción de cultivos en específico, para poder plantear acciones de manejo a escala local que puedan fomentar el servicio de control de plagas proporcionado por los murciélagos e incidir en soluciones de problemáticas agroalimentarias y forestales a nivel local, como opción para la disminución del uso de agroquímicos.

Conocer qué especies plaga los murciélagos comen ha sido clave para cambiar la percepción que tenemos de los murciélagos, de verlos como seres desconocidos que acechan a la obscuridad a reconocerlos como socios que nos benefician controlando artrópodos que nos afectan.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Conacyt por la estancia posdoctoral aprobada (488818) otorgada a CAS-T. Los autores agradecen a la Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales, y al Departamento de Ecología y Recursos Naturales, del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara, por el apoyo brindado.



Murciélago moreno, forma pequeñas colonias en huecos de árboles, grietas de rocas. Captura a sus presas durante el vuelo generalmente en espacios abiertos o al borde de la vegetación. A) Murciélago perchando (*Eptesicus* sp.). Fotografía: aquatarkus de Getty Images, bajo licencia de Canva y B) rostro de murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*). Fotografía: Cintya A. Segura-Trujillo.

LITERATURA CONSULTADA

- Ancillotto, L., *et al.* 2022. Bats as suppressors of agroforestry pests in beech forests. *Forest Ecology and Management* 522:120467.
- Braun de Torrez, E. C., V. A. Brown, G. F. McCracken, y T. H. Kunz. 2019. Sympatric bat species prey opportunistically on a major moth pest of pecans. *Sustainability* 11:6365.
- Maslo, B., *et al.* 2022. Bats provide a critical ecosystem service by consuming a large diversity of agricultural pest insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 324:107722.
- Rodríguez-San Pedro, A., *et al.* 2020. Quantifying ecological and economic value of pest control services provided by bats in a vineyard landscape of central Chile. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 302:107063.
- Savary, S., *et al.* 2019. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3:430-439.
- Tarango, R. S. H., H. A. González, y N. G. García. 2014. Manejo del barrenador de la nuez en Chihuahua. Conacyt. Chihuahua, México.
- Whitby, M. D., T. J. Kieran, T. C. Glenn, y C. Allen. 2020. Agricultural pests consumed by common bat species in the United States corn belt: the importance of DNA primer choice. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 303:107105.

Sometido: 12/dic/2022.

Revisado: 16/dic/2022.

Aceptado: 23/dic/2022.

Publicado: 30/dic/2022.

Editor asociado: Dra. Leticia Cab-Sulub.

UN RATÓN QUE NADA Y COME PECES

Natalia Martín-Regalado* y Miguel Briones-Salas

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
nataliamartinregalado@gmail.com (NM-R), mbriones@ipn.mx (MB-S).

*Autor de correspondencia

Sabemos que los ratones tienen hábitos terrestres o arborícolas, que comen hierbas o semillas, pero que naden y se alimenten de peces e insectos acuáticos sí que es increíble de imaginar, pero existen y viven en México.

El ratón acuático mexicano, cuyo nombre científico es *Rheomys mexicanus*, es el único roedor acuático que vive en Oaxaca, y el único que presenta una distribución geográfica restringida a México. Vive en los márgenes de los ríos y arroyos que presentan un flujo continuo de aguas claras y bien oxigenadas. Este roedor pertenece a la Familia Cricetidae, es de hábitos nocturnos y se alimenta, principalmente, de peces e insectos acuáticos, ocupando un lugar en el ecosistema (nicho) muy distinto al resto de los ratones que habitan en Oaxaca, que son de hábitos terrestres o arborícolas. Actualmente, no se tienen más datos sobre la dieta de *R. mexicanus*; sin embargo, análisis de contenido estomacal presentaron escamas de una pequeña especie de mojarra.

Rheomys mexicanus tiene un cuerpo robusto y orejas muy pequeñas, su pelaje es largo y suave al tacto, es de color pardo a negruzco en el dorso y grisáceo en el vientre; su cola es más larga que el cuerpo, puede llegar a medir 300 mm de largo incluyendo la cola y pesa alrededor de 40 g. Entre las características más notables de este ratón acuático, se encuentran las membranas interdigitales que presenta entre los dedos de las patas traseras, las cuales tienen una línea de pelos largos (otros mamíferos como las nutrias y castores también presentan estas membranas, que les ayudan a la vida semiacuática).

En México y Centroamérica, existen cuatro especies de ratones acuáticos. *Rheomys raptor* que se encuentra en Costa Rica y Panamá, *R. thomasi* que se distribuye en el Salvador, Guatemala, Honduras y México (Chiapas), *R. underwoodi* que habita Costa Rica y Panamá y, finalmente, *R. mexicanus* que se encuentra en Oaxaca, México.

En Oaxaca, se ha registrado a *R. mexicanus* en cinco localidades, San José Lachiguiri, Unión Hidalgo, Totontepec, Santa María Yavesía, y San Pablo Macuiltianguis. En las primeras tres localidades mencionadas no se ha registrado al ratón

acuático hace más de 30 años por lo que, probablemente, su densidad poblacional sea muy baja o su presencia en esas áreas esté extirpada, debido principalmente a la contaminación de los ríos.

Los registros más recientes de *R. mexicanus* son los siguientes: 1) dos ejemplares que fueron colectados en el 2001 en Santa María Yavesía, Oaxaca, los cuales fueron encontrados atrapados en el sistema de agua potable de la comunidad; la vegetación principal en esta área es bosque de pino-encino, la altitud es de 2,000 msnm y el tipo de clima es templado subhúmedo. Uno de estos ejemplares está depositado en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el otro en la Colección Mastozoológica del CIIDIR-Instituto Politécnico Nacional, unidad Oaxaca. 2) en el año 2014 en la localidad de San Pablo Macuiltianguis en un bosque de pino-encino a 2,532 msnm, el espécimen se encuentra depositado en la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias, UNAM. Curiosamente este roedor fue encontrado por investigadores que buscaban ranas arborícolas y el ejemplar fue capturado a mano mientras nadaba en un estanque natural de aguas profundas que se formó por un camino de terracería.

Aunque en estas dos últimas localidades predomina el bosque de pino, anteriormente se había registrado en ríos que cruzaban otros tipos de bosques como bosques de encino, mesófilo de montaña y bosque tropical caducifolio. Esto hace de este organismo un animal con preferencias muy amplias.



Ejemplar en cautiverio de *Rheomys mexicanus* alimentándose de una trucha (*Oncorhynchus mykiss*).
Fotografía: Alejandro Pérez Hernández.

El ratón acuático *Rheomys mexicanus* se considera una especie en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT y por la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) debido a que la extensión de su presencia es menor a 5,000 km², su distribución está severamente fragmentada y existe una continua disminución en la extensión y la calidad de su hábitat.

Es raro observar a esta especie de roedor y casi no hay información de su historia natural, por lo tanto, los registros y la información que se tenga de este mamífero son importantes para aumentar el conocimiento y proponer acciones de conservación. Aquí mencionamos algunas acciones de conservación que podemos tomar en cuenta para cuidar nuestros ríos:

1. Reducir la huella hídrica: optimizar la cantidad de agua que se usa en el hogar y de preferencia reusarla sería mejor.

2. Depositar la basura en su lugar: una causa muy fuerte de contaminación de los ríos es la basura que ha llegado a parar ahí, por lo tanto, se debe evitar arrojar basura o residuos tóxicos a los ríos.

3. Sembrar árboles cerca de los ríos: los árboles son un excelente sistema para retener agua de lluvia; además brindan sombra e incluso alimento.

4. Usar detergente no abrasivos o ácidos: al limpiar tu casa utiliza detergentes biodegradables.

5. Alzar la voz: realiza y participa en eventos en tu comunidad para hablar sobre el uso y cuidado del agua.

El ratón acuático mexicano es una especie más que podría desaparecer de nuestro país en poco tiempo. Tratemos de cuidar su entorno: el agua y el bosque para que podamos disfrutar de su presencia, no olvidemos que al igual que todos los seres vivos, este organismo realiza funciones importantes en los ecosistemas que contribuyen a su salud.

Y recuerda, la próxima vez que nades en un río limpio y cristalino es probable que lo hagas al lado de este interesante y bello animal.



Río Espíritu Santo, Unión Hidalgo, Oaxaca, donde se colectó a *Rheomys mexicanus* hace más de 60 años.
Fotografía: Víctor Fuentes.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que facilitaron las fotografías que se presentan en este documento. El primer autor agradece al CONACYT por la beca "Estancias Posdoctorales Mujeres Indígenas 2022".

LITERATURA CONSULTADA

- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in Biodiversidad de Oaxaca (García-Mendoza, J. A., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas, eds.) Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México. Distrito Federal, México.
- Caviedes-Solis, I. W., I. Solano-Zavaleta, Y. A. Gómez-Jiménez, y L. León-Paniagua. 2017. Northernmost record and notes on the natural history of *Rheomys mexicanus* (Goodwin, 1959). The Southwestern Naturalist 62:92-94.
- Ceballos, G. et al. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- García, E. 1998. Climas (clasificación de Köppen, modificado por García) Escala 1:1000,000. CONABIO. Distrito Federal, México.
- Santos-Moreno, A., M. Briones-Salas, G. González-Pérez, y T. de J. Ortiz. 2003. Noteworthy records of two rare mammals in Sierra Norte de Oaxaca, Mexico. Southwestern Naturalist 48:312-313.
- IUCN. 2022. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN. Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Sánchez-Cordero, V. 2003. Ficha técnica de *Rheomys mexicanus*. Estado actual del conocimiento biológico de algunas especies de roedores de las familias Muridae, Geomyidae, Heteromyidae y Scuriidae (Rodentia: Mammalia) incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W036. Distrito Federal, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, Que establece especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 31 de enero de 2001.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México. 30 de diciembre de 2010.
- Timm, R., S. T. Álvarez-Castañeda y T. Lacher. 2018. *Rheomys mexicanus*. En: IUCN 2018. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T19484A22354600. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T19484A22354600.en>. Consultado el 28 de diciembre 2022.

Sometido: 15/dic/2022.

Revisado: 28/dic/2022.

Aceptado: 05/ene/2023.

Publicado: 05/ene/2023.

Editor asociado: Dra. Alina Gabriela Monroy-Gamboa.