

Therya

ixmana

ISSN 2954-3606

Volumen 1

Número 2

Mayo 2022



AMMAC

www.mastozoologiamexicana.com

AMMAC

En la portada:

Cynomys mexicanus comúnmente llamado perrito llanero mexicano. Es una especie endémica de México que se encuentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. Es un roedor que pertenece a la Familia Sciuridae. La fotografía fue tomada en el Rancho Los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Coahuila, México. Fotografía: Gabriela Castellanos-Morales.

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 Ozomatin 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 Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Jalisco, 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. 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.

Dr. Gerardo Sánchez Rojas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.

Therya *ixmana* volumen 1, número 2, mayo-agosto 2022. 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

36-37

EL TAPIR, UN VECINO POCO CONOCIDO

Fernando Contreras-Moreno, Rafael Reyna-Hurtado, Gabriela Méndez-Saint Martín y David Simá-Pantí

45-47

CONCEPTO UNIFICADO DE ESPECIE Y EL VENADO BURIA

Gerardo Sánchez-Rojas, Sonia Gallina y Dante Alfredo Hernández Silva

54-55

LA DINÁMICA DE LAS TROPAS DE MONOS SARAGUATOS EN EL DOSEL DE LOS ARBOLES

Edgar G. Gutierrez, Nadia Tamayo y Jorge Ortega

65-66

JUEGO DE TRONOS DE LOS MURCIÉLAGOS. MYOTIS LA CONQUISTA DE LOS NICHOS

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

74-76

EL ÚNICO E INIGUALABLE TEPEZCUINTLE: UN PILAR DE LAS INTERACCIONES EN LAS SELVAS DE MÉXICO

Yuriana Martínez Ceceñas y Avril Figueroa de León

38-39

UN MITO DE LA ANTIGUEDAD HEREDADO AL PUERCO ESPÍN ENANO PELUDO MEXICANO

Angel Neftali Osorio-Rodríguez

48-49

LOS CARNÍVOROS SEDIENTOS DE LAS SELVAS TROPICALES

Jesús García Grajales y Alejandra Buenrostro Silva

56-59

TRAS LA HUELLA DEL OCELOTL: DESCIFRANDO EL PASADO Y VISLUMBRANDO EL PROVENIR DEL JAGUAR

Gustavo Lorenzana, Yessica Rico y Eduardo Eizirik

67-68

¡AY AY AY! ¡YA LLEGÓ TU RATONCITO! EL RATÓN CANTOR

Natalia Martín-Regalado

40-41

EL MURCIÉLAGO ZAPOTERO Y EL HAREM DEL SULTÁN

Jorge Ortega, Mercedes Morelos-Martínez, Carlos A. Barrera y Martín Camilo Aguilar García

50-51

MOBY DICK NO ERA UNA BALLENA

Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

60-62

ACAMPANDO EN LOS BOSQUES TROPICALES: LOS MURCIÉLAGOS TENDEROS

Issachar L. López-Cuamatzi, Valeria Becerril F. y Jorge Ortega

69-70

EL CURIOSO CASO DE LA PRIMERA MUSARAÑA DESCRITA EN MÉXICO

Lázaro Guevara

42-44

SILUETAS EN EL CIELO: MURCIÉLAGOS EN MI CIUDAD

Román Espinal-Palomino y Carlos N. Ibarra-Cerdeña

52-53

UN DESIERTO MEGADIVERSO

Leticia Cab-Sulub

63-64

¿QUÉ HACEN A LOS PERRITOS DE LAS PRADERAS TAN BUENOS INGENIEROS DE SU ECOSISTEMA?

Anahí Martínez-Cárdenas, Sonia Basaldúa-González, Karen J. Vargas-Trejo y Eder J. F. Coronel-Ayala

71-73

“¡SI EL BOSQUE QUEMARÁS, POCO ME VERÁS!”- LE DIJO EL OCELOTE AL FUEGO

Sheyla Nallely Muñoz-Belmont, Juan Pablo Esparza-Carlos, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Pedro Camillo Alcántara-Concepción

EL TAPIR, UN VECINO POCO CONOCIDO

Fernando M. Contreras-Moreno^{1*}, Rafael Reyna-Hurtado², Gabriela-Méndez-Saint Martin³, David E. Simá-Pantí⁴

¹World Wildlife Fund Inc-México. Calakmul, Campeche, México. fernandom28@hotmail.com, ²El Colegio de la Frontera Sur. San Francisco de Campeche, Campeche, México. rreyna@ecosur.mx, ³Reserva de la Biosfera Calakmul/CONANP, Calakmul, Campeche, México. mendez.blue93@hotmail.com, ⁴Reserva de la Biosfera Los Petenes/CONANP, San Francisco de Campeche, Campeche, México. davidenri62@hotmail.com

*Autor de correspondencia

El *Tsíimin*, (tapir, *Tapirella bairdii*) que en maya significa caballo de monte, vaga libre por la Selva Maya desde hace mucho tiempo, con apariencia de elefante, cuerpo de burro y pariente del caballo, vive entre nosotros, pero poco sabemos sobre él.

En ocasiones al caminar por la selva se escucha un sonido fuerte al quebrarse las ramas, como el de un tractor que abre su camino entre la maleza. Si tenemos algo de suerte podremos ver una sombra de color café oscuro que se pierde a lo lejos, corriendo por debajo del dosel a la sombra de los chicozapotes, o de algún otro árbol frutal. Sin embargo, pocas veces logramos identificar qué animal fue el que escuchamos, estos eventos han alimentado la imaginación de muchas personas en el sureste de México, pues se cuentan historias de un animal muy grande y fuerte que corre entre la maleza aplastando todo a su paso, tanto que en algunos lugares en épocas prehispánicas existía la leyenda que usar correas hechas con el cuero de este animal transmitía una fuerza sobrenatural, y con el polvo de sus pezuñas se hacía una infusión que podría curar enfermedades cardíacas y hasta detener las hemorragias.

Muy pocas veces se puede identificar que dichos eventos son causados por uno de los animales más tímidos y sigilosos, pero a la vez más grande de todos los bosques tropicales americanos, se trata del tapir centroamericano (*Tapirella bairdii*), el mamífero terrestre más grande de Latinoamérica. Es un animal robusto, que a los ojos de cualquier persona parece un cerdo grande o un burro mediano, y que cuenta con un rostro particular, con una nariz larga que nos recuerda a un pequeño elefante. El tapir es parte de un grupo de herbívoros llamados perisodáctilos, entre los que se incluye a los caballos, asnos, cebras, y los rinocerontes, todos ungulados con dedos impares.

El tapir o danta como se le conoce localmente, es una especie muy importante para los bosques tropicales. Es considerado un "jardinero de la selva" porque consume una gran cantidad de semillas, las cuales dispersa a través de sus heces, fomentando la germinación de plantas a lo largo del bosque y la consecuente regeneración de varias especies de árboles. El tapir tiene una estrecha relación con zonas húmedas, ya que requiere consumir una gran cantidad de agua, principalmente durante la temporada de sequía (alcanzando temperaturas hasta de 40 °C), razón por la cual visita los cuerpos de agua regularmente. El agua le ayuda a digerir la fibra que consume, además de refrescarse y bajar su temperatura corporal, por lo que es relativamente común encontrar algunos individuos dentro de cuerpos de agua en el interior de la selva, sobre todo en la época de secas.



Durante la temporada de sequía es común observar a los tapires utilizando los jagüeyes en los potreros de ganado en la región de Calakmul, en la Selva Maya Mexicana. Fotografía: F. M. Contreras-Moreno.

El tapir, a pesar de ser un animal grande, es poco conocido por las personas, debido a sus hábitos tímidos y sigilosos lo que lo hace un animal críptico, muy difícil de ver en zonas pobladas. Sin embargo, en los últimos años se ha hecho cada vez más evidente que la relación entre los tapires y los pobladores rurales es más estrecha de lo que sabíamos. Por ejemplo, en la región de Calakmul en el sureño estado de Campeche, México, los campesinos que pasan gran parte de su tiempo en el campo atendiendo una variedad de tareas productivas (ej. la ganadería, la agricultura, la forestería o la apicultura) en ocasiones escuchan o ven a este gran mamífero cuando camina por sus terrenos. Si bien los tapires naturalmente evitan la presencia de las personas, en ocasiones podemos verlos. Por ejemplo, cuando visitan los campos de cultivo conocidos como “milpas”, donde van para comer plántulas de maíz, frijol, calabaza y camote, lo que ocasionalmente provoca el enojo de los agricultores que pueden tomar represalias como asustarlos o hasta cazarlos.



En la región de Calakmul, en la Selva Maya Mexicana, durante la temporada de sequía los tapires salen a las carreteras y a los pueblos en busca de agua, en la imagen un tapir paralizó el tráfico de los vehículos en la carretera federal 186. Fotografía: Víctor Duque Moreno.

La región de Calakmul, es una región contrastante donde en la época de secas existe una gran escasez de agua superficial. En esta época se ha documentado que los tapires, en la búsqueda de agua para beber, toman riesgos mayores y se acercan aún más a los poblados, toman agua de los apiarios (sitio donde se crían y cultivan abejas en un conjunto de colmenas), se adentran en los potreros del ganado para tomar de los bebederos y jagüeyes (zanjas en el suelo, creadas artificialmente para captar agua) del ganado, y en situaciones extremas (como sucedió en la época de secas del año 2019), salen de la selva e irrumpen en las carreteras y entran a los poblados en búsqueda de cualquier fuente de agua que pueda salvarles la vida. La relación que existe entre los tapires y los apicultores es un tanto particular, los tapires en su afán por saciar su sed se introducen en los apiarios, y una vez ahí toman el agua que se coloca para evitar que las hormigas suban a las colmenas, derraman los contenedores que los productores colocan, y llegan a tropezar y a tirar las cajas con las colmenas de abejas. Lo anterior provoca un gran enojo en los apicultores, que en ocasiones se torna en un conflicto en el que los tapires resultan perjudicados.

Todas estas situaciones describen la estrecha relación de los humanos, sobre todo los campesinos, con los tapires y la necesidad de construir una relación respetuosa donde en caso

de existir daños a los cultivos o apiarios se evite lastimar o eliminar a los tapires. Además de la situación comentada, el tapir centroamericano se encuentra amenazado por tener una tasa reproductiva muy baja, es decir, nacen muy pocos tapires, y porque sus poblaciones se han reducido considerablemente en los últimos años. Es una especie que ha sido clasificada en Peligro de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), lo que significa que enfrenta un riesgo de extinción muy alto. Se debe prestar atención también para asegurar que exista acceso libre de los tapires a fuentes de agua, ya sean naturales o construidos por el hombre y para tener un protocolo de atención a animales deshidratados o desnutridos que se acercan a los poblados o a la carretera. A partir los eventos de 2019, diversas organizaciones en colaboración con la Reserva de la Biosfera Calakmul, han trabajado en la creación y puesta en marcha de un protocolo y una ruta crítica para mejorar la atención y el rescate de estos hermosos animales, y garantizar su bienestar.

Conservar el tapir es asegurar que la selva se regenere, que se continúe con la dispersión de semillas de los árboles frutales y que la selva siga proporcionando los servicios que el humano necesita como oxígeno y agua limpia.



Los tapires son observados en las carreteras de la región de Calakmul, en la Selva Maya. Fotografía: F. M. Contreras-Moreno.

Al proteger al tapir centroamericano, conservaremos a nuestro más grande y tímido vecino y aseguraremos una respetuosa relación con la vida silvestre para el bien de las generaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Salvando al Jaguar: embajador de América” por proporcionar la información de campo.

LITERATURA CONSULTADA

Reyna-Hurtado, R. *et al.* 2010. Las aguadas de Calakmul, reservorios de fauna Silvestre y de la riqueza natural de México. *Biodiversitas* 93:1-6.

Reyna-Hurtado, R. *et al.* 2016. Insights into the multiannual home range of a Baird's tapir (*Tapirus bairdii*) in the Maya Forest. *Therya* 7:271-276.

Sometido: 09/dic/2021.

Revisado: 21/dic/2021.

Aceptado: 24/dic/2021.

Publicado: 05/ene/2022.

Editor asociado: Dra. Susette S. Castañeda-Rico

UN MITO DE LA ANTIGÜEDAD HEREDADO AL PUERCOESPÍN ENANO PELUDO MEXICANO

Angel Neftali Osorio-Rodriguez^{1, 2}

¹Escuela Superior de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Guerrero, México.

²Instituto para el Manejo y Conservación de la Biodiversidad A. C. Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. an_osorio-rodriguez@hotmail.com

En la antigüedad se decía “el puercoespín es una bestia salvaje la cual puede disparar sus púas a grandes distancias”, esta narración ficticia (mito), se volvió una creencia, ya que esto fue atestiguado por algunos filósofos, poetas, escritores y militares importantes de esa época.

El significado de puercoespín, de acuerdo a lo señalado por personas especialistas en lenguas han mencionado que esta palabra significa puerco o cerdo con espinas, a pesar de este apelativo, los puercoespines no pertenecen al grupo de cerdos, jabalíes, venados, etc. Pertenecen al grupo de los roedores, donde encontramos a los ratones, ratas, tuzas y ardillas.

Es importante mencionar que en nuestro planeta Tierra existen varias especies de puercoespines, los cuales por sus aspectos externos e internos y los lugares donde viven dan origen a dos familias de puercoespines. La familia Hystricidae vive en Europa, África y Asia, son conocidos como puercoespines del Viejo Mundo, justo en estos países en los siglos antes de Cristo (AC), se originó la creencia de que los puercoespines lanzaban sus púas, debido a que los escritores, poetas y filósofos divulgaron este mito, aunado a ello algunos historiadores, católicos y militares contribuyeron en esta creencia describiendo que el puercoespín era una bestia salvaje cubierta de púas, que naturalmente disparan púas contra los perros que los persiguen.

La segunda familia es Erethizontidae, que vive en el continente Americano, conocidos como los puercoespines del Nuevo Mundo. De manera más puntual, en México existen dos especies, comúnmente conocidos como puercoespín norteamericano (*Erethizon dorsatum*) y el puercoespín enano peludo mexicano (*Coendou mexicanus*); los cuales heredaron el mito de los puercoespines del Viejo Mundo.

El protagonista de este texto, es el puercoespín enano peludo mexicano. Es un roedor nocturno, tiene hábitos arborícolas, es de tamaño mediano, su rostro es corto y ancho, con orejas pequeñas las cuales no son muy visibles, su hocico

es corto y abultado. Su cuerpo es rechoncho (robusto), el cual está cubierto de pelo y espinas, también conocidas como púas. Su cola es larga, la cual curiosamente no presenta muchas púas y al final no tiene pelo además es prensil (con capacidad de enrollarse en una rama). Al puercoespín enano peludo mexicano le gusta descansar en las ramas de los árboles, también en algunos huecos de los árboles, incluso se ha visto en algunas grietas o pequeñas cuevas. Es una especie que se alimenta de plantas, hojas, tallos, corteza, semillas y también de algunas frutas. Cabe mencionar que esta especie se encuentra enlistada en la norma mexicana como “amenazada”; debido a la pérdida del bosque en el que habita, el crecimiento de las vías de carreteras y la falta de pasos de fauna que impiden su dispersión, además de la cacería legal e ilegal. En muchas zonas rurales existen algunas personas que los cazan como fuente de alimento, para uso medicinal y algunas otras personas los matan por el miedo derivado de los mitos o creencias.

Por otra parte, el puercoespín enano peludo mexicano de manera natural cuenta con distintos mecanismos de defensa contra sus depredadores, sin embargo, hay uno muy particular que es parte de su nombre común y que le ha manchado su reputación. Tienen púas o espinas pequeñas de aproximadamente 5 centímetros, las cuales presentan un color entre blanco amarillento y con una punta color oscuro muy afilada que puede pinchar con facilidad.



Puercoespín enano peludo mexicano (*Coendou mexicanus*). Fotografía: José Alberto Almazán Catalán y Enrique Vázquez Arroyo.

Curiosamente si observamos en el microscopio estas puntas están modificadas con pequeños ganchos de escamas hacia atrás similar a una flecha, esta forma hace que sean difíciles de remover. Por cierto, no te preocupes si piensas que el puercoespín se quedará sin púas, ya que a estos sorprendentes animalitos les vuelven a crecer las púas que han perdido.

Por fin.... Es hora de la verdad.

Resulta que todas esas personas de la antigüedad y del presente que han alimentado el mito que los puercoespines pueden disparar sus púas a grandes distancias, están mal informados, por lo tanto, este mito es completamente falso. Seguro debes preguntarte ¿por qué?, la respuesta radica en que las púas o espinas, en realidad son pelos modificados, compuestos por queratina, misma proteína que tenemos en nuestro cabello y uñas. Ahora intenta lanzar tus cabellos hacia un objetivo a una corta o larga distancia, me imagino que nadie puede hacer esto.

Sin embargo, no debemos culpar a las personas que han difundido este mito, posiblemente observaron a puercoespines cuando se les caían las púas, ya que al ser un pelo en algún momento se debe caer, sobre todo cuando estos animales se sacuden, por lo tanto, las púas que se desprenden parecieran ser lanzadas. O posiblemente tuvieron un incidente con estas especies, aunque son pocos los casos que se han reportado con las púas de los puercoespines del Nuevo Mundo, algunos de ellos parecen graciosos. Por ejemplo, una persona jugando con una púa se pinchó alrededor del ombligo; otro caso es de una persona que mientras caminaba le cayó un puercoespín en la cabeza; también hay personas que sin saber han ingerido púas en el agua o comida lo cual provocó que tuvieran daños internos; algunas personas que han querido asustar a estos animalitos golpeándolos con el pie o las manos; cuando se consume como alimento, se le quita la piel, y al hacerlo, la gente se puede clavar las púas; por último algunos perros que han querido jugar con la especie y como se pueden imaginar no tienen un final feliz, pues los perros terminan con las púas clavadas alrededor del hocico y patas, ocasionándoles dolor y los puercoespines terminan heridos o muertos.

Al igual que otros mamíferos, esta especie cuando se siente amenazada puede erizarse, por lo que las púas del dorso se erectan. Además, hacen sonidos con sus dientes para sonar feroces, hasta aquí no saldrán volando las púas, éstas necesitan que se haga presión sobre ellas para que se desprendan de la raíz.

Sin duda, encontrarnos con un animal silvestre en el bosque nos puede generar emociones positivas como la felicidad o sorpresa, emociones negativas como la ira, disgusto, tristeza y miedo, estas emociones están influenciadas por el aspecto y comportamiento del animalito que observemos y en otras ocasiones por mitos y creencias.

Recuerda que la próxima vez que veas a un puercoespín enano peludo mexicano no lo molestes, solamente aprécielo durante el momento en que lo puedas ver y espero te genere emociones positivas, además estás listo para desheredar a los puercoespines de este mito que les ha causado una mala reputación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido durante mis estudios de posgrado. Así mismo la participación, comentario y material fotográfico de E. Vázquez Arroyo y al grupo Bio-explora Guerrero.



Púas del puercoespín enano peludo mexicano (*Coendou mexicanus*). Fotografía: Edgar Salmerón Barrera y Enrique Vázquez Arroyo.

LITERATURA CONSULTADA

- Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Castillo-Huitrón, N. M., E. J. Naranjo, D. Santos-Fita, y E. Estrada-Lugo. 2020. The Importance of Human Emotions for Wildlife Conservation. *Frontiers in Psychology* 11:1277.
- Heather, P. J. 1939. Some Animal Beliefs from Aristotle. *Folklore* 50:243-258.
- Juárez-G., J. R. 2005. *Coendou mexicanus* (Kerr, 1792). Pp. 811-812 in *Los Mamíferos silvestres de México* (Ceballos G., y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- Lorenzo, C., E. C. Sántiz, D. A. Navarrete, y J. Bolaños. 2014. Causes and consequences of change rates in the habitat of the threatened tropical porcupine, *Sphiggurus mexicanus* (Rodentia: Erethizontidae) in Oaxaca, Mexico: implications for its conservation. *Revista Biología Tropical* 62:1481-1494.
- Masseti, M., U. Albarella y J. De Grossi Mazzorin. 2010. The crested porcupine, *Hystrix cristata* L., 1758 in Italy. *Anthropozoologica* 45:27-42.
- Osorio-Rodríguez, A. N. *et al.* 2021. Current distribution of the Mexican hairy dwarf porcupine, *Sphiggurus mexicanus*, in Guerrero, México. *Therya Notes* 2:65-72.
- 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.
- Thalgaspitiya, S. P., B. T. Wijerathne, y B. D. Thennakoon. 2018. Close encounter with a prickly soccer ball: An injury from an Indian Crested Porcupine. *Wilderness & Environmental Medicine* 29:239-248.

Sometido: 13/dic/2021.

Revisado: 24/dic/2021.

Aceptado: 03/ene/2022.

Publicado: 06/ene/2022.

Editor asociado: Dr. Gerardo Sánchez-Rojas.

EL MURCIÉLAGO ZAPOTERO Y EL HAREM DEL SULTÁN

Jorge Ortega^{1*}, Mercedes Morelos-Martínez², Carlos A. Barrera¹ y Martin Camilo Aguilar García¹

¹Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencias Quimicobiológicas, Departamento de Zoología, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, Ciudad de México, México. artibeus2@aol.com (JO), carlosalbbarrera98@gmail.com (CAB), martincamilo789@gmail.com (MCAG)

²Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Veracruz, Veracruz, México. morelos.martinez.96@gmail.com.

*Autor de Correspondencia

La infidelidad por parte de los machos de los mamíferos es una práctica común y en algunas sociedades animales aceptada con normalidad. ¿Es posible que existan factores genéticos que deriven este comportamiento entre los machos? ¿Qué tan frecuente es este comportamiento en otros mamíferos?

En la sociedad humana, el concepto del matrimonio conlleva la asunción de fidelidad por parte de ambos asociados. Sin embargo, las cifras reales sobre infidelidad a la pareja suelen ser muy altas dentro de los diferentes grupos humanos, siendo totalmente aceptada en algunas sociedades, como en los países de Medio Oriente o del sureste Asiático.

La poliginia (cuando un macho copula con varias hembras durante una temporada reproductiva) es bastante común dentro del grupo de los mamíferos. Existen casos documentados donde machos adultos acaparan a los grupos de hembras y restringen, mediante peleas directas con otros machos competidores, el acceso a ellas, es decir, monopolizan a las hembras adultas para tener el acceso exclusivo a ellas. Para muchos mamíferos la temporada reproductiva es altamente restringida a la disponibilidad de recursos alimentarios (i.e. frutos de temporada, cortos periodos de floración, emergencia estacional de insectos, etc.), por lo que tienen cortos periodos de tiempo para realizar un cortejo, copular y criar a su descendencia.

En el caso de los mamíferos, los machos no suelen ocuparse de la crianza de sus vástagos por lo que su estrategia reproductiva está dirigida a lograr el mayor número de cópulas durante la temporada reproductiva y asegurar el traspaso de sus genes a la siguiente generación. Cabe recordar que en muchos casos los tiempos de vida en mamíferos son cortos, por lo que, para un macho un año perdido sin lograr acaparar hembras puede ser catastrófico, aunado a que muchos años no lo logran por falta de experiencia relacionada con la juventud, o bien en los últimos años de vida no suelen tener las habilidades, fuerza y destreza suficientes para conseguir el acceso a las

hembras. En el caso de las hembras de mamíferos, la crianza con base en la lactancia recae totalmente en ellas por lo que su éxito reproductivo se ve reflejado en colocar toda su energía para que las crías puedan sobrevivir hasta la etapa adulta.

El murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) es un habitante bastante frecuente de los bosques tropicales de Latinoamérica que suele perchar en diversos lugares como cuevas, troncos de los árboles e incluso dentro de los techos de las casas, techos de palma de las regiones tropicales de México. Varias investigaciones han seguido de cerca a este particular mamífero, y han encontrado descubrimientos fascinantes referentes a su comportamiento en la época de reproducción, ya que en ocasiones se ha reportado que pueden defender el sitio de percha como territorio o bien hacer una defensa directa de los grupos de hembras. Un claro ejemplo es que el murciélago zapotero percha dentro de los huecos en los techos de las cuevas formando grupos más o menos estables siendo la formación más común los grupos de hembras adultas con sus crías asociadas y que pueden ser fácilmente monopolizadas por los machos. Esta particular formación social permite que los machos adultos puedan desplegar actividades agonísticas entre ellos para ver si el vencedor puede acaparar al harem y lograr copular con la mayoría de ellas.



Murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) perchado en piedra. Fotografía: Juan Cruzado.

Los machos perdedores no se quedan sin hacer nada, sino que despliegan varias actividades alternas a una confrontación directa con el macho ganador, para realizar intrusiones a los grupos de hembras. Se ha visto que los machos satélite (sin asociación a un grupo) pueden llegar al mismo tiempo en grupos de tres o cuatro individuos, esto con la finalidad de que unos sirvan de distractores al macho dominante, mientras los otros realizan cópulas furtivas con las hembras asociadas al grupo. De igual forma, se ha visto que estas intrusiones por parte de los machos satélite suelen ser mayores en los grupos que contienen un número alto de hembras y con menor frecuencia en los grupos pequeños. Esto se entiende debido a que entre más hembras se encuentran asociadas al harem suele ser menor el control cuantitativo que puede tener el macho dominante y esto es una ganancia para los machos satélite.

Sin embargo, las batallas por el acceso a las hembras no terminan aquí, se ha documentado que cuando los grupos de hembras son muy grandes (más de 20 hembras adultas), el macho dominante permite y tolera a un segundo macho dominante que le ayuda con la tarea de mantener alejados a los otros machos. Pero ¿cuál es la ganancia en términos reproductivos para cada una de estas estrategias?, diversos análisis genéticos han demostrado que los machos dominantes que acaparan grupos pequeños de hembras suelen ser los padres de la mayoría de las crías que nacen en esa temporada. Por el contrario, en grupos grandes donde solo hay un macho dominante los machos satélite continuamente se entrometerían en el grupo y la proporción de crías putativas para el macho dominante fue de aproximadamente el 30% y el resto de la paternidad es compartida entre los machos satélite. Finalmente, en los grupos grandes donde dos machos comparten la tarea de cuidar a las hembras receptivas, la paternidad es casi en un 100% compartida entre ambos machos, lo cual indica que la estrategia tiene éxito, dos machos pueden controlar mejor el acceso a las hembras y entre ellos se reparten la concepción de las crías. Para coronar la cereza genética en el pastel, se ha visto que entre los dos machos dominantes de los grandes grupos del harem, existe una relación de parentesco cercana a la de un padre/hijo, por lo cual es posible explicar que un macho adulto permite a uno de sus vástagos adulto que se quede en el grupo para ayudarlo a cuidar al grupo de hembras. Esto se va a traducir en un doble éxito reproductivo para el padre, ya que en la misma temporada reproductiva va a tener nuevos hijos y a la vez nietos con los cuales compartir su historial genético, por lo que la premisa de transmitir sus genes a la siguiente generación se está viendo doblemente recompensada.

Los estudios de caso dentro de la ecología conductual en sistemas de apareamiento suelen ser complementados con estudios genéticos que ayuden a explicar si las conductas que se están observando pueden ser entendidas a la luz del éxito reproductivo de cada uno de los integrantes del sistema. Es fascinante como descripciones en observaciones conductuales pueden entenderse mejor con la ayuda de herramientas auxiliares de biología molecular y que terminan de redondear la complejidad de conductas realizadas por los animales.

Es así como en la naturaleza, podemos observar santuarios dedicados a la reproducción donde murciélagos machos dominan, y cuidan de múltiples hembras, tal cual lo haría un valeroso sultán dentro de su propio harem.



Grupo de murciélagos zapoteros (*Artibeus jamaicensis*) perchado en piedra. Fotografía: Juan Cruzado.

LITERATURA CONSULTADA

- Clutton-Brock, T. H. 1989. Mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society of London* 236:339-372.
- Davies, N. B. y A. I. Houston. 1991. Mating systems. Pp. 263-294. in: *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach* (Krebs, J. R., y N. B. Davies, eds). Blackwell Scientific Publications. Oxford, EE.UU.
- Dugatkin, L. A. 1998. *Cooperation Among Animals. An Evolutionary Perspective*. Oxford University Press, New York, EE.UU.
- Hughes, C. 1998. Integrating molecular techniques with field methods in studies of social behavior: a revolution results. *Ecology* 79:381-399.
- McCracken, G. F., y G. S. Wilkinson. 2000. Bat mating systems. Pp. 321-362 in: *Reproductive Biology of Bats* (Crichton, E. G., y P. H. Krutzsch, eds). Academic Press. New York, EE.UU.
- Ortega, J., y H. T. Arita. 1999. Structure and social dynamics of harem groups of *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 80:1173-1185.
- Ortega, J., y H. T. Arita. 2000. Defence of females by dominant males of *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Ethology* 106:395-407.
- Ortega, J., y H. T. Arita. 2002. Subordinate males in the harem groups of *Artibeus jamaicensis*: satellites or sneaks? *Ethology* 108:1077-1091.
- Ortega, J., J. E. Maldonado, R. S. Fleischer, H. T. Arita, y G. S. Wilkinson. 2003. Male dominance, paternity, and relatedness in the Jamaican fruit eating bat (*Artibeus jamaicensis*). *Molecular Ecology* 12:2409-2415.
- Ortega, J. y J. E. Maldonado. 2006. Female interactions in harem groups of *Artibeus jamaicensis*. *Acta Quiropterologica* 8:485-495.
- Ortega, J. 2008. Social selection and bat mating systems. *Journal of Mammalogy* 89:1341.
- Ortega, J., E. G. Gutiérrez, D. D. Moreno-Santillán, y M. C. MacSwiney G. 2021. Seasonal reproductive synchrony in colonies of the Jamaican fruit-eating bat (*Artibeus jamaicensis*) in southeast Mexico. *Mammal Research* 66:627-634.

Sometido: 23/dic/2021.

Revisado: 24/dic/2021.

Aceptado: 03/ene/2022.

Publicado: 10/ene/2022.

Editor asociado: cDra. Leticia Cab-Sulub.

SILUETAS EN EL CIELO: MURCIÉLAGOS EN MI CIUDAD

Román Espinal-Palomino y Carlos N. Ibarra-Cerdeña*

Departamento de Ecología Humana, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México.
roman.espinal@cinvestav.mx (RE-P) cibarra@cinvestav.mx (CNI-C)

* Autor de correspondencia

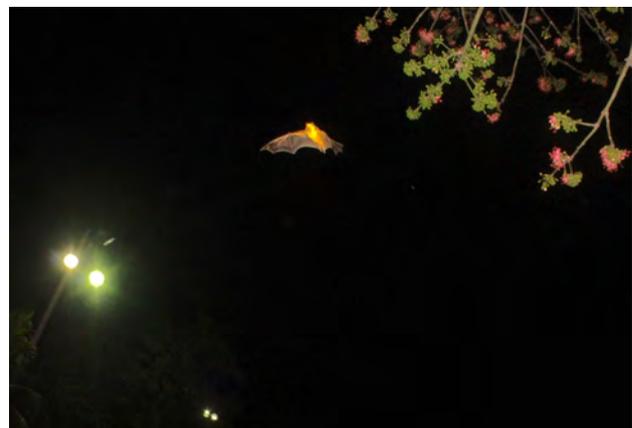
¿Durante la noche has visto siluetas volar sobre tu cabeza? ¡No te asustes!, son murciélagos que habitan con nosotros, mamíferos voladores que han logrado aprovechar los espacios urbanos en las ciudades grandes y en las no tan grandes.

Los murciélagos son el segundo grupo más diverso de mamíferos (el más diverso son los roedores), del que se conocen hasta el momento más de 1,400 especies distintas alrededor del mundo. Este grupo es el único entre los mamíferos que ostenta el título de voladores activos, es decir, que pueden sostenerse en el aire impulsados por sus alas (hay otros mamíferos que tienen vuelo "pasivo", como la ardilla voladora). Los murciélagos no son únicamente diversos en el número de especies sino también en su ecología, y notablemente, en su ecología alimentaria. Hay grupos que se alimentan de insectos mientras están volando o de larvas que están en el agua, otros grupos se alimentan de frutos, de néctar y polen, los hay carnívoros (algunos se alimentan de peces, otros de aves e incluso de otros mamíferos pequeños), y por supuesto, están los vampiros, que se alimentan de la sangre de mamíferos o aves. A nivel de grupo (Quiroptera), poseen una diversidad de dietas que les permite aprovechar una amplia gama de ambientes y de los recursos que se encuentran en ellos. Basándonos en sus dietas, a los murciélagos se les puede clasificar como artropodófagos (especies que se alimentan de insectos y otros artrópodos), frugívoros, nectarívoros, carnívoros y hematófagos.

Debido a que las ciudades se establecen en regiones del espacio nativo de las especies silvestres, algunas son capaces de permanecer y aprovechar las condiciones que surgen del proceso de urbanización. Por ejemplo, muchas especies de murciélagos que se refugian naturalmente en cuevas, pueden aprovechar grietas, túneles, puentes, o construcciones abandonadas, para guarecerse durante el día; por otro lado, los parques urbanos o la vegetación que los habitantes de las ciudades tienen en sus casas pueden ofrecer flores y frutos para los nectarívoros y frugívoros, los postes de luz de las calles y parques conglomeran a los insectos atraídos por la luz y se convierten en concentradores de alimento para los insectívoros, etc. Es muy importante mencionar que las ciudades no son "hábitats" fáciles para las especies y muchas no son capaces

de tolerar los ambientes urbanos; otras, sin embargo, lo hacen y realizan, como parte de sus actividades normales, funciones que pueden ser de gran utilidad para los que habitamos en ellas. Sin embargo, la opinión pública sobre estos mamíferos no siempre es positiva y esto puede afectar sus perspectivas de supervivencia y su función en la naturaleza. Los murciélagos cumplen roles fundamentales como dispersores de semillas, polinizadores de plantas, controles de las poblaciones de insectos, etc. Mientras que éstas y otras funciones se realizan en el mundo silvestre, también pueden darse en las ciudades. Por ejemplo, los artropodófagos son nuestros aliados en el control de mosquitos que transmiten virus como el dengue o controlan plagas de insectos que afectan cultivos agrícolas y urbanos. Alternativamente, a los murciélagos se les ha conferido la responsabilidad de generar epidemias humanas; este punto lo tocaremos más adelante, pero les adelantamos que a menudo es una acusación injusta.

En general, los espacios urbanos se diseñan para satisfacer las necesidades de los seres humanos y la realización de sus actividades cotidianas, y al crear estas condiciones, se generan, como se ha mencionado, espacios habitables para los murciélagos. Las especies que logran aprovechar estos novedosos ambientes son conocidos como "especies sinúrbicas".



Un individuo del murciélago de las charreteras menor (*Sturnira parvidens*; Familia Phyllostomidae), visitando flores de ceiba (*Ceiba pentandra*) en un parque urbano de la ciudad de Mérida, Yucatán. Fotografía: R. Espinal-Palomino.

Ciertas especies de murciélagos se han descrito como sinúrbicas, y aunque podemos intuir que la diversidad de murciélagos es menor en las ciudades que en los ecosistemas naturales (por ejemplo, diversas investigaciones han señalado que el crecimiento urbano es responsable de la reducción en la riqueza de especies de murciélagos), los espacios urbanos pueden albergar una diversidad considerable de especies sinúrbicas de murciélagos. Otras evidencias indican que la actividad y diversidad de murciélagos parece ser más alta en áreas suburbanas y en parques antiguos ya que en estos sitios puede existir una mayor densidad de cobertura vegetal que funcionan como potenciales sitios de refugio o tienen mayores concentraciones de alimento.

Hasta el momento hemos hablado sobre cómo logran vivir los murciélagos en las ciudades, sin embargo, ¿De qué se alimentan y que beben los murciélagos? Por una parte, en las ciudades, los estanques artificiales y albercas son importantes fuentes de agua para murciélagos, además, en estos cuerpos de agua pueden encontrar larvas de insectos (ej. larvas de mosquitos), que son un alimento importante para algunas especies de murciélagos. Por otro lado, los parques urbanos y espacios verdes dentro de las ciudades son un refugio y fuente de alimento crucial para el mantenimiento de poblaciones de murciélagos y pueden funcionar como corredores que facilitan su dispersión a través de la ciudad.

Sin embargo, se ha observado que la vida de los murciélagos en espacios urbanos puede llegar a ser complicada. Por ejemplo, la urbanización produce un incremento en la contaminación por ruido y luz artificiales. Para un grupo de animales cuya actividad es nocturna y que se orientan a través del sonido (un proceso conocido como ecolocalización), podemos intuir que estos tipos de contaminación pueden ser particularmente perjudiciales. La contaminación por ruido provoca una distorsión de la señal auditiva que detectan los murciélagos, ya sea de sus presas (ej. insectos voladores), debido a que el ruido urbano se sobrepone con el sonido que emiten los insectos al volar o del sonido que emiten otros murciélagos durante las llamadas sociales; por otra parte, la contaminación por luz confunde a los murciélagos y se ha relacionado con el riesgo de colisión con autos y con la reducción en su capacidad de detección de flores ya que reduce el contraste de los colores de estas con el follaje (las especies de plantas que los murciélagos suelen polinizar son típicamente blancas). En general, la luz urbana puede reducir la actividad de los murciélagos también ya que aumenta su visibilidad y detectabilidad por depredadores como los búhos, lechuzas o los gatos domésticos.

Entre los murciélagos comunes de las ciudades se encuentran especies del grupo de los artropodófagos. Estas especies pueden desempeñar un rol muy importante como controles naturales de plagas tanto en ciudades que se encuentran en crecimiento como en zonas agrícolas. Este servicio "gratuito" que ofrecen los murciélagos puede atenuar la pérdida de sumas considerables de dinero por el daño que ocasionan las plagas en diferentes tipos de cultivos. Adicionalmente, su capacidad para alimentarse de insectos puede generar otro beneficio insospechado: control de mosquitos vectores de virus. Se ha demostrado que estos mamíferos pueden alimentarse cada noche de una gran cantidad de mosquitos y con ello, reducir la posibilidad de que las personas sean picadas y adquieran enfermedades como el dengue. A pesar de interactuar frecuentemente con los mosquitos, los murciélagos no retransmiten el virus del dengue ya que este patógeno no es capaz de replicarse en estos organismos. Esta capacidad, les confiere, para algunos patógenos, el nombre de "reservorios tope". Un ejemplo de esto fue detectado en Costa Rica, en un estudio que demostró que los murciélagos de las especies como el murciélagos de sombrerete blanquecino (*Eumops glaucinus*), el murciélagos

sericotero de Palla (*Glossophaga soricina*), murciélagos mastín (*Molossus pretiosus*), murciélagos mastín negro (*Molossus rufus*), moloso de Sinaloa (*Molossus sinaloae*) y el pequeño murciélagos amarillo de Bickham (*Rhogeessa bickhami*) que viven cerca de asentamientos humanos eran hospederos del virus dengue; pero sus concentraciones virales eran más bajas que las dosis requeridas para infectar a los mosquitos

La capacidad de ingestión de insectos por murciélagos insectívoros es equivalente al 80 – 100% de su masa corporal. En este grupo se encuentran dos especies importantes y comunes en las ciudades, el murciélagos mastín común (*Molossus molossus*) y el murciélagos de cola libre (*Tadarida brasiliensis*) de quienes se ha reportado, pueden consumir la mayoría de los insectos que se encuentran en ambientes urbanos. Debido a que en las ciudades se crean islas de calor que favorecen la presencia de plagas de insectos, estos murciélagos pueden verse beneficiados. Entre los murciélagos que se alimentan de insectos de la Familia Culicidae (vectores de diversos virus que causan enfermedades a humanos), se encuentran las especies del género *Myotis*.



Un individuo juvenil de un murciélagos artropodófago del género *Molossus* (Familia Molossidae), descubierto vivo en un jardín en una casa de la ciudad de Mérida, Yucatán. Fotografía: C. N. Ibarra-Cerdeña.

Otro grupo de murciélagos comúnmente presente en las ciudades tropicales es el de los frugívoros, quienes típicamente conforman un 35-40 % de la diversidad de murciélagos urbanos. Este grupo puede ayudar en el mantenimiento y restauración de fragmentos de espacios verdes dentro de las ciudades por la dispersión de semillas. Su importancia como dispersores es incluso más alta que la de algunas aves, debido a que pueden distribuir de manera más uniforme y en áreas más grandes por la defecación de semillas durante el vuelo y lograr esparcirlas en sus largas trayectorias de vuelo. En ciudades neotropicales se observa principalmente la presencia de los murciélagos de la Familia Phyllostomidae, como el murciélagos frugívoro de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*), murciélagos frutero grande gris (*Artibeus planirostris*), murciélagos frugívoro gigante (*Artibeus lituratus*) y el murciélagos de las charreteras menor (*Sturnira parvidens*). La presencia de algunas de estas especies está asociada a los árboles del género *Ficus*, cuyos frutos son muy nutritivos por su alta cantidad de nitrógeno. No obstante, la disponibilidad de árboles y arbustos con frutos aprovechables por los murciélagos no es constante en el año y hay épocas en las que la falta de alimento puede afectar a estos animales, produciéndoles incluso alopecia (caída del pelo). Aunque su capacidad para alimentarse de flores y frutos es muy alta, la disposición espacial de estos alimentos también los hace vulnerables a la depredación y desafortunadamente, algunos individuos son depredados por otros habitantes comunes de las ciudades como ratas, gatos, perros y zarigüeyas.

Otro grupo de murciélagos que podemos encontrar en las ciudades es el de los polinizadores (nectarívoros). Aunque comúnmente se asocia esta función ecológica con las abejas como polinizadoras por excelencia, las evidencias indican que los murciélagos representan una proporción significativa del grupo de polinizadores urbanos. Por ejemplo, una especie altamente reportada en ambientes urbanos y considerada como una especie sinúrbica es el murciélago siricotero de Pallas (*Glossophaga soricina*), uno de los polinizadores más importantes de muchas plantas tropicales como las ceibas, proveyendo de un flujo importante de polen a través del paisaje urbano. Este murciélago tiene una dieta flexible que se compone de néctar, polen, frutos e insectos. Estas habilidades generalistas de alimentación le confieren la capacidad de aprovechar ambientes urbanos.

Recientemente, debido a la pandemia COVID-19 provocada por el virus SARS-CoV-2, los murciélagos fueron rápidamente incriminados como reservorios del virus y adquirieron una renovada mala reputación globalmente. Esta imputación se debió en parte a que estudios de genética molecular del SARS-CoV-2 identificaron una alta similitud con coronavirus previamente reportados en murciélagos. Sin embargo, esta característica no es el único elemento que se toma en cuenta para designar a un animal como el reservorio anterior inmediato para la transmisión de virus a personas. Hay casos documentados en los que, aunque la similitud de virus entre dos grupos diferentes de especies es alta, se descubre un tercer grupo con una mayor similitud. Por otro lado, los mecanismos por los cuales ocurre la transmisión de un virus entre dos grupos diferentes de especies (ej. entre murciélagos y personas), pueden ser muy complejos y requerir múltiples fases. Aún es necesaria más investigación para determinar si o no, el virus causante de la pandemia actual fue transmitido a las personas directamente de los murciélagos. En cualquier caso, una lección importante que debemos tomar en cuenta es que estos eventos son un resultado del modo de vida intrusivo de los seres humanos en la naturaleza. Dado que el proceso de formación y crecimiento de ciudades obedece a una dinámica aparentemente imparabla, la investigación sobre la diversidad biológica que es capaz de vivir en estos nuevos ecosistemas es fundamental y los murciélagos son un grupo de fauna silvestre de particular importancia.

Como comentarios finales y recomendaciones extraídas de los estudios de ecología urbana con murciélagos, podemos resaltar el valor de los espacios verdes (parques públicos y jardines privados arbolados) y las fuentes de agua, ya que representan recursos que permiten la presencia de estos y otros organismos. Adicionalmente, contar con estrategias de iluminación pública y privada que tomen en cuenta la actividad de la fauna nocturna, puede reducir los efectos nocivos de este tipo de contaminación. Es importante hacer notar que el control de la contaminación de la luz artificial y el ruido no son ni imposibles ni necesariamente costosos. A menudo, las áreas verdes constituyen buenos amortiguadores de estos contaminantes. Podemos, en este sentido, considerar que los árboles de la ciudad son probablemente uno de los elementos multifuncionales y sostenibles más efectivos para ayudar a que las ciudades sean espacios biológicamente diversos, permitiéndonos a los habitantes urbanos no solamente disfrutar de su compañía sino también de los múltiples beneficios que se derivan de su presencia.

La próxima vez que veas esas siluetas en el cielo nocturno, recuerda que están cumpliendo papeles claves en el ambiente, ya sea esparciendo semillas, polinizando o eliminando plagas de insectos que resultan ser perjudiciales para el humano.

AGRADECIMIENTOS

RE-P agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada como estudiante del Programa de doctorado en Ecología Humana del Cinvestav Mérida.

LITERATURA CONSULTADA

- Aguiar, L. M. *et al.* 2021. Going out for dinner-The consumption of agriculture pests by bats in urban areas. *Plos One* 16:e0258066.
- Albuquerque-Lima, S., U. M. Diniz, e I. C. Machado. 2022. A nectar oasis for urban Glossophaginae bats: Temporal resource dynamics of the chiropterophilous *Crescentia cujete* (Bignoniaceae). *Urban Forestry & Urban Greening* 67:127412.
- Ancillotto, L., L. Bosso, V. B. Salinas-Ramos, y D. Russo. 2019. The importance of ponds for the conservation of bats in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning* 190:103607.
- Cabrera-Romo, S. *et al.* 2016. No evidence of dengue virus infections in several species of bats captured in central and southern Mexico. *Zoonoses and Public Health* 63:579-583.
- Córdoba-Aguilar, A., C. N. Ibarra-Cerdeña, I. Castro-Arellano, y G. Suzan. 2021. Tackling zoonoses in a crowded world: Lessons to be learned from the COVID-19 pandemic. *Acta Tropica* 214:105780.
- Ghanem, S. J., y C. C. Voigt. 2012. Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. *Advances in the Study of Behavior* 44:279-302.
- Grimm, N. *et al.* 2008. The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:264-272.
- Jung, K., y C. G. Threlfall. 2018. Trait-dependent tolerance of bats to urbanization: a global meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B* 285:20181222.
- Laurindo, R. D. S., y J. Vizentin-Bugoni. 2020. Diversity of fruits in *Artibeus lituratus* diet in urban and natural habitats in Brazil: a review. *Journal of Tropical Ecology* 36:65-71.
- Mena, J. L. *et al.* 2021. The effect of artificial light on bat richness and nocturnal soundscapes along an urbanization gradient in an arid landscape of central Peru. *Urban Ecosystems* 1-12.
- Nunes, H., F. L. Rocha, y P. Cordeiro-Estrela. 2017. Bats in urban areas of Brazil: roosts, food resources and parasites in disturbed environments. *Urban ecosystems* 20:953-969.
- Russo, D., y L. Ancillotto. 2015. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mammalian Biology* 80:205-212.
- Schaub, A., J. Ostwald, y B. M. Siemers. 2008. Foraging bats avoid noise. *Journal of Experimental Biology* 211:3174-3180.
- The Bat Conservation Trust. 2021. Types of bats. www.bats.org.uk/about-bats/what-are-bats. Consultado el 20 de diciembre del 2021.
- Turcios-Casco, M. A., R. K. LaVal, M. Martínez, y H. D. Ávila-Palma. 2021. More Urbanization, Fewer Bats: The Importance of Forest Conservation in Honduras. Pp. 1-20 *in* Natural History and Ecology of Mexico and Central America. IntechOpen. London, UK.
- Vicente-Santos, A. *et al.* 2017. Neotropical bats that co-habit with humans function as dead-end hosts for dengue virus. *PLoS neglected tropical diseases* 11:e0005537.
- Zhou, P. *et al.* 2020. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature* 579:270-273.

Sometido: 30/dic/2021.

Revisado: 04/ene/2022.

Aceptado: 05/ene/2022.

Publicado: 07/ene/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.

CONCEPTO UNIFICADO DE ESPECIE Y EL VENADO BURRA

Gerardo Sánchez-Rojas^{1*}, Sonia Gallina², Dante Alfredo Hernández Silva¹

¹ Área Académica de Biología Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. gsanchez@uaeh.edu.mx (GS-R), dante_hernandez@uaeh.edu.mx (DAHS)

² Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A. C. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México. sonia.gallina@inecol.mx

* Autor de correspondencia

El concepto de especie es muy usado, sin embargo, no hay un concepto universal, existiendo diferentes definiciones que complican su aplicación en la conservación, se plantea que el concepto unificado de especie, podría ser una alternativa de definición con gran aplicación en la conservación. Para ejemplificarlo utilizamos al venado bura (*Odocoileus hemionus*).

En Biología, el concepto de especie es ampliamente usado. En conservación se habla de especies en diferentes categorías de riesgo o incluso extintas, el término también se usa al referimos a las leyes o normas legales que tratan de protegerlas o de regular su uso; son las que reconocemos en los convenios internacionales como las especies en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o en convenios de comercio internacional como el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). También se usa en la taxonomía, la cual es una rama de la ciencia que trata de ordenar la biodiversidad desde las relaciones de ancestros-descendientes, donde la especie es la unidad fundamental.

A pesar de que se usa en muchos ámbitos, el concepto especie, es difícil determinarlo, en la escritura científica se ha tratado de definir de múltiples maneras. Se pueden encontrar al menos tres docenas de definiciones de especie biológica y todas tienen sentido desde cierto contexto, lo que se ha convertido en un problema al no haber una definición universal que aplique en todos los casos. Al analizarlo, este concepto es acorde con el de la vida, la cual es dinámica, cambiante, que evoluciona constantemente, por lo que una sola definición en todos los ámbitos es quizás imposible.

En el ámbito de la conservación, hay una definición de especie que consideramos importante tomar en cuenta, se trata de la propuesta hecha por De Queiroz respecto al "concepto unificado de especie", debido a su vinculación más directa con temas de la conservación, la taxonomía y la biogeografía, ya que incorpora la dimensión espacial al sugerir que una especie puede ser conceptualizada como: "...un linaje metapoblacional que tiene una historia evolutiva independiente", señalando que los linajes no necesariamente tienen que ser fenéticamente (lo que se puede observar a simple vista) distinguibles, diagnosticables, monofiléticos (que han evolucionado de un ancestro en común), esencialmente aislados en lo reproductivo, ecológicamente divergentes (que se separan en algún punto), o cualquier otra cosa para ser considerado especie: "los linajes únicamente tienen que estar evolucionando separadamente de otros linajes".



Grupo de hembras de venado bura (*Odocoileus hemionus*). Fotografía: Laboratorio de Conservación Biológica de la UA EH.

Un linaje se refiere a los individuos dentro de las especies que muestran una relación entre ancestros y los descendientes durante periodos largos de tiempo. Lo que significa que los individuos de una población están ligados de manera que los tatarabuelos y generaciones más distantes vivieron en esta misma población. Por otro lado, el concepto de metapoblación reconoce que las poblaciones tienen una estructura espacial, donde los individuos están distribuidos de manera discontinua en un lugar, de manera que hay hábitats adecuados para las especies donde pueden sobrevivir y reproducirse, y otros hábitats en donde no lo pueden hacer. De esta manera hay individuos agregados a los hábitats adecuados y separados por los hábitats inadecuados. Los individuos agregados forman las denominadas subpoblaciones. La estructura espacial que aporta la distancia entre las subpoblaciones y el número de individuos que las conforman (tamaño poblacional) son factores que afectan la persistencia de la metapoblación en el tiempo.

Para que el concepto unificado de especie se entienda mejor, lo explicamos a continuación con un ejemplo. El venado bura (*Odocoileus hemionus*) es una de las dos especies del género *Odocoileus*, la otra es el venado cola blanca (*O. virginianus*). La especie se caracteriza por presentar un tamaño de cuerpo entre 1,300 y 2,600 mm de longitud total, una cola entre 115 y 190 mm, un peso de los machos de entre 64 y 114 kg y de las hembras entre 45 y 75 kg. Los machos presentan astas con protuberancia sub-basal corta, el tronco principal se corta hacia arriba y afuera, y las puntas son dicotómicas, es decir, que cada rama de las astas se divide en dos ramas del mismo tamaño. La cola tiene la punta negra y con tonos que van de blanco a negro en la parte dorsal. Las orejas presentan en ambos sexos bordes oscuros y miden 2/3 de la longitud de la cabeza; y presenta un escudo anal de color blanco en los cuartos traseros.

Se distribuyen en las grandes planicies de Norteamérica, la costa del Pacífico de Estados Unidos de América, desde una región de Alaska hasta México, abarcando la zona de California, el Desierto Sonorense y el Desierto Chihuahuense, siendo los sitios más al sur reportados en el estado de Zacatecas. Actualmente, es difícil precisar hasta dónde llegó su distribución original hacia el sur en México, aunque se refiere a San Luis Potosí como lo más al sur de su distribución.



Distribución de los 3 linajes del venado (*Odocoileus hemionus*). El color azul marino corresponde a la del linaje de *sitka*; el color ocre al linaje del *columbianus*; y el azul claro al área del venado bura.

Modificado de Google Earth <https://earth.google.com/web/@44.68492161,-108.62930037,-419.70254669a,9615457.00135231d,35y,0h,0t,0r>

El origen del género *Odocoileus* es en Norteamérica y no es hasta el fin de la época del Plioceno (2.58 millones de años antes del presente), durante el gran intercambio de especies entre el sur y el norte, que el género migró hacia el sur del continente. Este género vivió durante la última glaciación en Norteamérica (hace 21,000 años antes del presente). Varios trabajos han estudiado los genes de las poblaciones del venado bura a lo largo de su distribución y los resultados muestran tres linajes (es decir, que hay una relación ancestro-descendiente bajo las mismas presiones del ambiente en estas poblaciones de venados). Una que se encuentra en una zona de Alaska, conocida como el venado cola negra *sitka* (por la región geográfica donde se encuentran sus poblaciones). Por otro lado, está el venado cola negra *columbianus* (nombrado porque originalmente fue descrito a partir de un individuo de la Columbia Británica en Canadá), que se distribuye desde las Montañas Rocallosas hacia las costas del Pacífico en los Estados Unidos de América. Finalmente, el conocido como venado bura (nombre que se le dio a partir de la contracción de la palabra burro, ya que poseen orejas muy prominentes o sobresalientes) que se distribuye por las planicies norteamericanas desde México hasta Canadá.

La existencia de estos linajes está apoyada en lo que sabemos de la historia evolutiva de esta especie de venado. Se ha demostrado que el grupo de venado cola negra *sitka* se ha quedado aislado en dos áreas de refugios durante la época del máximo glacial hace unos 21,000 años; en la actualidad, están aislados del resto de las poblaciones por grandes montañas y bahías. En el caso del venado cola negra *columbianus* y el venado bura se separaron al terminar la época glacial y aparecer climas más benignos en muchos de los sitios, por lo que ambos linajes empezaron a recolonizar áreas e incluso se han vuelto a conectar. A pesar de que existen diferencias morfológicas claras entre ambos linajes (los buras son mucho más pequeños que los *columbianus*), se han detectado individuos que comparten genes entre ambos grupos, (se les denomina híbridos, término usualmente ocupado para referirse a una cruce de especies, pero en este caso se aplica a la cruce entre dos linajes distintos). Este fenómeno, aún se está estudiando porque esta hibridación no es producto de hechos aislados, al parecer está presente en la población de manera persistente a lo largo de varias generaciones. Aunque no sabemos el desempeño de los individuos híbridos en la naturaleza con respecto a individuos que provienen de cada linaje. El venado bura es el más diverso a nivel genético, debido a que, durante el último máximo glacial, todas las poblaciones migraron hacia el sur e intercambiaron genes entre las diferentes poblaciones. Más tarde, en la época interglacial, las poblaciones fueron recolonizando las praderas de Norteamérica.

En un ámbito geográfico más reducido se ha mostrado que las poblaciones de los venados bura forman metapoblaciones de manera que sus poblaciones están estructuradas espacialmente. La relación espacial del hábitat influye en la estructura espacial de la población de los venados, esta condición no es solo para los venados, consideramos que todas las poblaciones deberían de ser analizadas como metapoblaciones al menos en lo relativo a su manejo y conservación.

Como se mencionó al principio, el concepto de especie no es universal ya que no se ajusta a todos los organismos vivos y fósiles que conocemos o reconocemos. Sin embargo, gracias a los adelantos en biología molecular se hace cada vez más factible. Para fines de conservación, es posible que detectar linajes evolutivos dentro una especie, ayude a reconocer con más claridad las prioridades de conservación de toda las especies y sus linajes. Por otro lado, el reconocer esta estructura espacial de las poblaciones, sería de mayor utilidad a la hora de tomar decisiones de manejo sobre las poblaciones de los linajes de las especies, ya que se tendrían mejores resultados tanto en la producción como en el mantenimiento de los procesos de diversidad genética de las poblaciones que lo que le permite la evolución de las especies y sus linajes.

Tradicionalmente reconocemos a *Odocoileus hemionus* como una sola especie, y describimos diversos aspectos sobre su historia de vida, ecología y conducta, pero cuando la analizamos bajo el concepto unificado de especies y empleamos el reconocimiento de sus linajes, detectamos que hay diferencias en cuanto a su diagnóstico, su ecología y su conducta, incluso a pesar del aislamiento reproductivo por razones geográficas. Cuando se llegan a conectar se pueden reproducir entre sí pero no sabemos la adecuación de la progenie, probablemente es limitada.

El concepto unificado de especie puede ser uno de los más integrales, al incluir aspectos de relaciones históricas, evolutivas, genéticas y de población; lo que nos permite tener una mejor evaluación de la conservación de ésta y muchas otras especies en función de los linajes.

LITERATURA CONSULTADA

- De Queiroz, K. 2007. Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology* 56:879-886.
- Gallina-Tessaro, S., *et al.* 2019. The Mule Deer of Arid Zones. Pp. 347-369. *In Ecology and Conservation of Tropical Ungulates in Latin America*. Gallina-Tessaro, S. (Ed.) Springer, Cham. Switzerland.
- Latch, E. K., E. M. Kierepka, J. R. Heffelfinger, y, O. E. Rhodes Jr. 2011. Hybrid swarm between divergent lineages of mule deer (*Odocoileus hemionus*). *Molecular Ecology* 20:5265-5279.
- Latch, E. K., *et al.* 2014. Range wide analysis of genetic structure in a widespread, highly mobile species (*Odocoileus hemionus*) reveals the importance of historical biogeography. *Molecular Ecology* 23:3171-3190.
- Sánchez-Rojas, G. y S. Gallina-Tessaro. 2016. *Odocoileus hemionus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T42393A22162113. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T42393A22162113.en>. Consultado el 16 noviembre del 2021.



Grupo mixto de buras en la reserva de Mapimí. Fotografía: Sonia Gallina.

Sometido: 29/nov/2021.

Revisado: 09/dic/2021.

Aceptado: 05/ene/2022.

Publicado: 10/ene/2022.

Editor asociado: Dr. Francisco Botello.

LOS CARNÍVOROS SEDIENTOS DE LAS SELVAS TROPICALES CADUCIFOLIAS

Jesús García Grajales* y Alejandra Buenrostro Silva

Instituto de Recursos/Instituto de Industrias, Universidad del Mar *campus* Puerto Escondido. San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México. archosaurio@yahoo.com.mx (JGG), sba_1575@yahoo.com.mx (ABS)

* Autor de correspondencia

Últimamente hace tanto calor en las selvas tropicales, que los mamíferos carnívoros buscan el agua hasta por debajo de las piedras para evitar deshidratarse.

Los mamíferos carnívoros son un grupo de organismos que cuentan con estructuras anatómicas especializadas para una alimentación basada en carne, con poderosas mandíbulas y caninos muy desarrollados, premolares y molares adaptados para cortar y triturar. Presentan los sentidos de la vista, la audición y el olfato muy desarrollados para ser eficientes depredadores de toda clase de animales. Así como muchos otros vertebrados, los mamíferos carnívoros para cumplir de manera correcta sus funciones ecológicas necesitan de ciertos requerimientos vitales, entre los más importantes además del alimento, está la necesidad de ingerir agua para satisfacer sus necesidades hídricas; sin embargo, en algunas regiones que presentan clima extremo, la falta de este elemento vital se vuelve un factor determinante.

Las selvas tropicales caducifolias en México se caracterizan por presentar dos condiciones contrastantes, una época lluviosa caracterizada por una vegetación con un exuberante verdor en sus hojas y una temporalidad de alrededor de cuatro o cinco meses, en tanto que la época de sequía es notoriamente más larga (entre siete y ocho meses). Se caracteriza porque las plantas pierden por completo sus hojas como producto de la ausencia de agua, situación que genera la falta de sombra, por lo que el calor puede llegar a ser tremendamente extenuante; además de evaporar las pocas fuentes de agua naturales que se encuentran en esas zonas.

En situaciones así, los organismos en general tienden a deshidratarse, es decir, que utilizan o pierden más agua de la que ingieren, por lo que son incapaces de realizar de manera adecuada sus funciones normales. La pérdida de agua en un organismo ocurre a través de varias vías, por ejemplo, mediante la excreción de orina y heces, por sudoración y por evaporación a través de las vías respiratorias (jadeo). Adicionalmente, otra vía de menor pérdida de agua es la digestiva, la cual está en función del contenido hídrico de las heces y la cantidad de materia fecal producida. En el caso de las hembras, ocurre otro mecanismo de pérdida de agua durante la etapa de amamantamiento.

Ante este panorama, los mamíferos carnívoros sedientos buscan estrategias para hidratarse. Por ejemplo, estos organismos comen principalmente carne, y por lo tanto cuentan con estructuras anatómicas especializadas para tal fin como es la presencia de los dientes caninos (colmillos); no obstante, no todos son carnívoros estrictos; es decir, existen algunas especies que tienen una dieta que incluye el consumo de frutos y algunos insectos, estrategia que les permite obtener agua. Como muestra, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) consume los frutos del ciruelo (*Spondias purpurea*), un árbol que produce frutos durante las temporadas más calurosas (casualmente la época de sequía), situación que aprovechan algunos mamíferos carnívoros para obtener un poco de agua al consumirlos. Además, esta relación genera un beneficio mutuo, ya que el árbol también es favorecido por la dispersión de sus semillas a través de su consumidor.

Por consiguiente, los requerimientos de agua son similares a los de otros vertebrados (incluido el humano), debido a que el agua tiene múltiples funciones fisiológicas compartidas entre especies, por ejemplo, participa como medio de transporte de sustancias semi-sólidas digeridas, de varios solutos que se encuentran en la sangre, forma parte de los líquidos tisulares y células, contribuye en la lubricación de las articulaciones y el amortiguamiento de estas durante el desplazamiento; además, forma parte de excreciones como la orina y el sudor, cooperando de esta forma con uno de los principales mecanismos para regular la temperatura del cuerpo.

En general, los organismos pueden obtener el agua corporal de tres formas posibles: 1) incorporándola junto con los alimentos (agua preformada), 2) produciendo agua internamente por descomposición de los nutrientes (agua metabólica), y 3) bebiéndola directamente (agua libre). Aunque se podría pensar que la dieta de los mamíferos carnívoros satisface sus requerimientos de agua, lo cierto es que ante condiciones climáticas adversas sus necesidades incrementan, por lo que se ven obligados a buscar fuentes de agua superficial; no obstante, debido a que los mamíferos carnívoros tienden a ser, como la mayoría de los mamíferos silvestres, de hábitos elusivos y generalmente nocturnos; han sido escasamente observados tomando agua.

La escasez o ausencia de agua podría significar la muerte de un organismo y en el caso de los mamíferos carnívoros podría tener fuertes implicaciones en sus poblaciones y por tanto en el ecosistema, considerando que ocupan una posición alta en las cadenas tróficas, al cumplir una importante función como reguladores de las poblaciones de sus presas; además, son un buen indicador del estado de conservación de los ecosistemas. Por si fuera poco, son consideradas especies clave e incluso algunos son catalogados como especies sombrilla, es decir, aquellas que requieren áreas extensas para vivir y que, si son protegidas, consecuentemente se protegerán muchas especies más.



Mamíferos carnívoros sedientos en bebederos artificiales de la selva tropical caducifolia de la costa de Oaxaca. a) Tigrillo (*Leopardus pardalis*), b) Zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), c y d) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), e) Onza (*Puma yagouaroundi*), f) Mapache (*Procyon lotor*), g y h) Perros ferales (*Canis lupus familiaris*). Fotografías: J. García Grajales y A. Buenrostro Silva.

Tomando en consideración lo anterior, en regiones con condiciones climáticas adversas para los mamíferos carnívoros, como la selva tropical caducifolia, y debido a la poca cantidad de fuentes de agua presentes en algunas regiones y el incremento de las temperaturas durante la época de sequía, se han optado por medidas de manejo del hábitat, entre las que se incluye la instalación de bebederos artificiales con el objetivo de incrementar el acceso al recurso y favorecer a las poblaciones de vertebrados en general. No obstante, ha sido una medida que ha generado polémica al polarizar las ideas entre los grupos que están a favor y aquellos que están en contra de estas acciones.

Entre los argumentos en contra, se considera que esta estrategia implica altos costos económicos, además de ser un elemento generador de un posible desequilibrio en los ecosistemas. Asimismo, podrían modificar los patrones de movimiento de los individuos, generar competencia entre las especies, la transmisión de enfermedades, así como la dependencia de los organismos e incrementar su vulnerabilidad a la depredación. En contraste, los argumentos a favor se justifican en el hecho de que las altas temperaturas y las alteraciones en el régimen de lluvias ligado al cambio climático causan graves desequilibrios hidrológicos, provocando que los organismos silvestres se desplacen a mayores distancias (a través de hábitats inhóspitos) en busca de fuentes de agua, situación que incrementa su riesgo de depredación o de cacería, por lo que la instalación de bebederos ha sido concebida como una estrategia que puede contribuir al mantenimiento de las poblaciones, principalmente durante el periodo de sequía.

Las formas y tamaño de los bebederos pueden influir en la presencia de ciertas especies para ingerir agua; sin embargo, es un hecho innegable que ante la necesidad de satisfacer sus necesidades hídricas cualquier organismo intentará acceder al agua. En algunas ocasiones, incluso especies domésticas como los perros ferales se pueden beneficiar por la presencia de este tipo de fuentes de suministro de agua, mostrando una variedad de conductas dirigidas a reducir su estrés calórico, como el hecho de introducir las extremidades o acostarse dentro del bebedero.

Finalmente, ante el panorama desalentador del incremento de la temperatura del planeta en promedio 0.2°C por década; aunado a una mayor frecuencia de fenómenos atípicos como el calor extremo y fenómenos meteorológicos intensos, con variaciones significativas a nivel regional, la implementación de estrategias como la instalación de bebederos puede ser una herramienta adecuada para satisfacer las necesidades fisiológicas de los mamíferos carnívoros sedientos de las selvas tropicales de México.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Mar el apoyo logístico proporcionado, al Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PRODEP) por el financiamiento del proyecto CUP:2IR2002 del cual se obtuvieron las imágenes fotográficas que acompañan al presente documento. JGG agradece al Sistema Nacional de Investigadores el apoyo económico proporcionado.

LITERATURA CONSULTADA

- Epaphras, A. M. *et al.* 2008. Wildlife water utilization and importance of artificial waterholes during dry season at Ruaha National Park, Tanzania. *Wetlands Ecology and Management* 16:183-188.
- Kaeslin, E., I. Redmond y N. Dudley. 2013. La fauna silvestre en un clima cambiante. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Ripple, W. *et al.* 2014. Status and ecological effects of the World's largest carnivores. *Science* 343:151-162.
- Trejo-Vázquez, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas* 39:40-52.

Sometido: 01/dic/2021.

Revisado: 16/dic/2021.

Aceptado: 10/ene/2022.

Publicado: 11/ene/2022.

Editor asociado: Dra. Mariana Munguía Carrara.

MOBY DICK NO ERA UNA BALLENA

Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México.

sticul@cibnor.mx

Moby Dick está basada en hechos reales, en los que se describen de manera fidedigna los métodos y formas de la caza comercial de los cetáceos y la vida a bordo de las embarcaciones. No solo es una novela, también es un libro de historia.

La novela "Moby Dick: the whale", fue publicada en 1851 por Herman Melville siendo duramente criticada. Melville retoma varias obras previas sobre el mismo tema y las adapta, entre ellas "The narrative of Arthur Gordon Pym of Nantucket" de Edgar Allan Poe (1838), pero se basa en los relatos escritos por el primer oficial del ballenero Essex, Owen Chase "Narrative of the most extraordinary and distressing shipwreck of the whale-ship Essex" (1821). La obra de Moby Dick solamente se centra hasta el encuentro de la ballena, la parte de la supervivencia al naufragio no es considerada.

Pero ¿de dónde viene el nombre de Moby Dick?, en realidad en sus primeras publicaciones y relatos de éste sorprendente animal se le refiere como Mocha Dick, en referencia a que vivía en las proximidades de la isla de Mocha en el sur de Chile, aproximadamente a 30 km de la costa y 180 km al sur de Concepción. Mientras que "Dick" es un modismo que implica, entre otras cosas, que es muy sagaz, inteligente y agresivo. Las leyendas de la época, anteriores a la novela, relatan que Mocha Dick era un cachalote blanco de gran tamaño y muy agresivo cuando era perseguido para tratar de cazarlo (se consideraban más de 100 escaramuzas o batallas) ya que hundió varias embarcaciones pequeñas por más de 40 años e incluso barcos de su mismo tamaño, como fue el caso del ballenero Essex, que tenía 27 metros de eslora (longitud de una embarcación de punta a punta). Las leyendas cuentan que la caza de Mocha Dick (26 metros de longitud) solamente fue posible con la unión de distintos barcos balleneros. El relato se complementa también con la leyenda mapuche de que eran cuatro ballenas las que llevan las almas de los muertos hasta la isla Mocha para su viaje final. A principios del siglo XXI se reportó la presencia de cachalotes albinos en la costa de Chile.

Moby Dick es la obsesión del capitán Ahab, quien lo considera un leviatán (bestia marina) que le mutiló en un encuentro anterior una de las piernas. La novela ocurre en un época de la historia en la que había gran actividad náutica para la caza y el aprovechamiento de los cetáceos (ballenas y delfines), principalmente por los diferentes tipos de grasa (comestible, para velas, fijadores y aceites de calidad para maquinaria), el material de las barbas (antiguamente para la creación de corsés), el denominado ámbar gris (fijador de perfumes y lo más

valioso), las glándulas endócrinas (farmacéuticos y vitaminas) y la carne (más común desde el siglo XX hasta la actualidad).

Es aquí que quisiera resaltar que sucesivamente se usan los términos «cachalote» y «ballena» en la novela. En realidad, no todos los grandes mamíferos marinos son ballenas, de hecho, el término «ballena» hace referencia a las barbas dentro de la boca, que son estructuras filamentosas de queratina (un tipo de proteína) que se encuentran en lugar de los dientes. Las especies que presentan estas barbas en los maxilares, las verdaderas ballenas, conforman un grupo taxonómico llamado Mysticeti (misticetos). Utilizan sus ballenas o barbas a manera de filtros para retener dentro de la boca a peces, organismos planctónicos y sobre todo el kril (pequeños crustáceos parecidos al camarón), mientras el agua es expulsada de la boca. Las barbas son proporcionales al tamaño de la boca de las especies. En las denominadas ballenas francas, que son las que se encuentran en los mares circumpolares, pueden llegar a medir hasta unos tres metros de longitud y en las que tienen actividad en áreas con aguas más cálidas como la ballena gris miden menos de 50 cm.

Otro grupo de mamíferos marinos son las ballenas que tienen dientes y que conforman el grupo Odontoceti (odontocetos). En este grupo destacan los delfines, candelones, marsopas, orcas, zifios y los cachalotes como *Physeter macrocephalus*, especie que sería Moby Dick.

La característica principal de los odontocetos son los dientes, que entre especies varían en número, tamaño y forma. En los zifios, por ejemplo, cuando presentan más de un diente en cada mandíbula, uno de ellos es más grande. En general en la mayoría de las especies, desde delfines a cachalotes los dientes son de forma cónica, exceptuando algunos casos como el de los machos de los narvales, en los que en el lado izquierdo del maxilar tienen un largo colmillo con espiral semejante a un cuerno, como si fueran unicornios. El nombre genérico para muchos de los odontocetos es delfines. Entonces los cachalotes como Moby Dick y las orcas son grandes delfines.

El gran grupo de todas las ballenas y delfines incluye aproximadamente 80 especies y se llama Cetacea, estos organismos son mamíferos, aunque en algunas ocasiones sean considerados peces por vivir en el agua. Una de las características distintivas de los mamíferos es la presencia de pelo y como se puede apreciar en diferentes diagramas, los cetáceos no tienen pelo. La situación es que, en el caso de este grupo, el pelo se perdió como una adaptación al ambiente en el que vive, sustituyendo la capacidad de aislamiento térmico del pelo por una gran capa de grasa subcutánea. Tienen pelo en la etapa embrionaria, pero lo pierden en las primeras etapas del desarrollo. En la actualidad, los estudios genéticos han

demostrado que todos los cetáceos están muy relacionados con los actuales hipopótamos y también con gran parte de los animales de pezuñas (Artiodactyla), es por ello que al grupo que los contiene se le conoce como el orden Cetartiodactyla.

En el transcurso de la adaptación del grupo para volver a las condiciones marinas, las patas anteriores se han transformado en aletas, reduciendo los elementos que forman los miembros. Las extremidades posteriores desaparecieron, aunque preservan algunos huesos vestigiales ocultos dentro del cuerpo. La cola tiene dos lóbulos y se modificó para la natación, pero a diferencia de los peces y los reptiles, en los que el movimiento es lateral, su movimiento es en dirección ventral dorsal, es decir, de abajo hacia arriba.

Moby Dick al ser considerado como un cachalote (odontoceto) y no una ballena, se caracteriza por presentar dientes que le permiten retener a sus presas y se alimenta principalmente de calamares. También este grupo de mamíferos tiene un ecosonar muy desarrollado, con el que pueden ubicar las presas por medio del sonido, lo que es muy importante en las aguas oscuras del fondo del mar donde la visibilidad es mínima. Muchas de las especies de este grupo tienen sobre el rostro una estructura denominada melón, una bola de grasa que parece ser útil para mejorar el ecosonar. El tamaño, posición y forma del melón varía mucho entre especies, siendo en el cachalote (la cabeza es prácticamente un tercio de la longitud del individuo) donde presenta el mayor tamaño de todos los delfines, razón por lo cual no se ve el rostro tan alargado, como en las otras especies, sino más bien chato. En los cachalotes, al melón en la cabeza se le llama órgano espermaceti, por lo que los cachalotes son conocidos en inglés como "*Sperm Whales*", ballenas de esperma. Lo cual no quiere decir que ese órgano contenga esperma, es solo que así se le llama al aceite o cera que se encuentra dentro del espermaceti, por su color y textura. También se conoce como "blanco de ballena" y era considerado un recurso valioso por su alto precio. Para extraerlo se hacía un hueco en la cabeza, así un marinero entraba en el agujero y retiraba el fluido manualmente. Un solo individuo podía producir hasta dos toneladas de este preciado aceite, que se buscaba por tener una textura y olor apropiado para la industria cosmética y la talabartería e incluso, por mantener su viscosidad a temperatura y presión extremas, era comercializado como lubricante para máquinas de precisión o fluido de transmisiones.

Pero ¿para qué sirve el órgano del espermaceti? entre las teorías sobre su función, se ha sugerido que es utilizado para nivelar la flotabilidad de los individuos, se considera que en aguas frías el aceite se solidifica en cera que disminuye la flotabilidad, lo que ayuda a las inmersiones. Una vez bajo el agua, el metabolismo aumenta el calor del cuerpo y éste se trasfiere al espermaceti por medio de la irrigación sanguínea, lo que cambiaría el estado de cera a aceite facilitando el nado a la superficie. También se ha considerado, como el caso de los melones de las otras especies, que podría ser un amplificador de sonidos. Finalmente, hay una teoría que lo considera un carácter sexual secundario, al estar más desarrollado en los machos que en las hembras, permite a los machos combatir entre sí en el periodo reproductivo y además usarlo para defensa, ya que puede convertirse en un tipo de ariete para atacar a predadores como los barcos balleneros (por ejemplo, Essex en 1820 y Ann Alexander en 1851).

La cacería de ballenas alcanzó sus máximos históricos después de la Segunda Guerra Mundial, casi llevando a la extinción a varias de las especies, como previamente había sucedido con la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*). Afortunadamente, la mayoría de las especies están protegidas en la actualidad y sus poblaciones se están incrementando.

Aunque el título de la novela sea "Moby Dick: la ballena", en realidad se trata de un cachalote que es un delfín de grandes dimensiones.



Un bergantín (dos mástiles en lugar de tres) similar al ballenero Essex que fue hundido por Mocha Dick en 1820. Obsérvese el tamaño de la embarcación, que era muy similar al de Mocha Dick. Fotografía: Sergio Ticul Álvarez-Castañeda.

LITERATURA CONSULTADA

- Clarke, M. R. 1970. Function of the spermaceti organ of the sperm whale. *Nature* 228:873-874.
- Dolin, E. J. 2007. *Leviathan: the history of whaling in America*. W.W. Norton & Co. New York, USA.
- Melville, H. 1851. *Moby Dick: the whale*. Harrison Hayford & Hershel Parker (eds.). W.W. Norton & Co. New York, USA.
- Nowak, R. M. 1999. *Walker's mammals of the World*, vol. II. 6th. ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Philbrick, N. 2001. *In the heart of the sea: the tragedy of the whaleship Essex*. Penguin Books. New York, USA.
- Spaulding, M. M. A. O'Leary, y J. Gatesy. 2009. Relationships of cetacea (Artiodactyla) among mammals: increased taxon sampling alters interpretations of key fossils and character evolution. *PLoS ONE* 4:e7062.

Sometido: 06/ene/2022.

Revisado: 18/ene/2022.

Aceptado: 21/ene/2022.

Publicado: 24/ene/2022.

Editor asociado: Dra. Tania A. Gutiérrez García.

UN DESIERTO MEGADIVERSO

Leticia Cab-Sulub

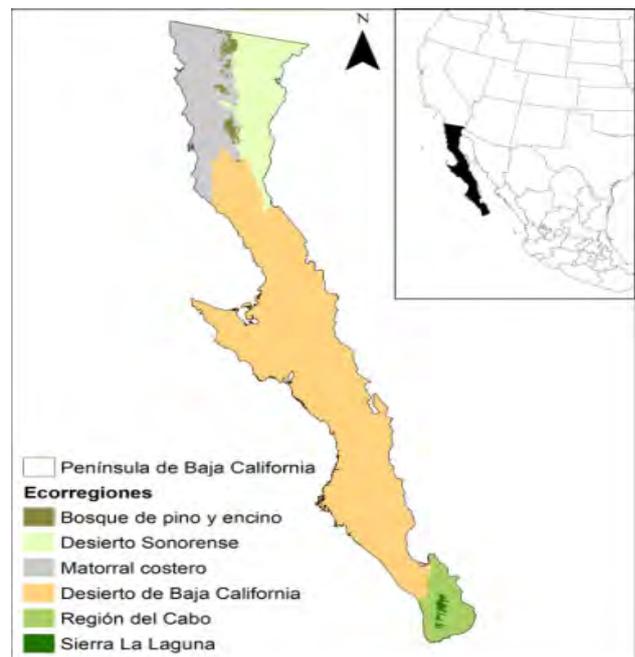
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México. lety.cs90@gmail.com

Muchas veces asociamos la palabra desierto con algo inhóspito, solitario, despoblado y casi sin vida. Sin embargo, algunos de los ecosistemas desérticos suelen albergar gran diversidad de flora y fauna, lo que los hacen regiones con relevancia biológica.

Los desiertos son zonas terrestres que reciben poca lluvia y tienen muy escasa vegetación o carecen de la misma. Se pueden clasificar de acuerdo a las condiciones climáticas tales como cantidad de lluvia que reciben al año, temperatura y la humedad. En México, las zonas desérticas se localizan en su parte boreal; entre las mejor conocidas están el Desierto Sonorense, Desierto Chihuahuense y la región árida de la península de Baja California, sobre el cual escribo en este breve texto.

La historia geológica, características climáticas y riqueza biológica de la península de Baja California han maravillado a muchos de quienes estudiamos la vida y también a los que no. La península se integra por los estados mexicanos de Baja California y Baja California Sur. Limita al norte con Estados Unidos de América, al oeste con el océano Pacífico y al sur y este con el Golfo de California. Se denomina península por estar rodeada de agua en todos sus lados excepto uno, que mantiene la conexión terrestre con el continente. En un pasado lejano formaba parte del continente, pero los movimientos tectónicos provocaron su separación hasta llegar a su forma geográfica actual. No obstante, los movimientos tectónicos aún continúan y se pronostica su completa separación del continente a tal punto pierda la conexión terrestre con el continente y quede rodeada de agua por todos sus lados, es decir, que se convierta en una gran isla.

Aunado a su historia geológica, las características físicas de la península, como su gran extensión con orientación casi norte y sur, permiten la presencia de diversos climas (mediterráneo, desértico y tropical) que intervienen en la existencia de ecorregiones o regiones ecológicas, que se definen como áreas geográficas con características biológicas (flora, fauna), físicas (por ejemplo suelo, relieve) y climáticas particulares. La región árida de la península de Baja California se integra por dos ecorregiones: Desierto Sonorense y el Desierto de Baja California. Como se ha mencionado, en un pasado lejano la península formaba parte del Desierto Sonorense, por lo que actualmente una sección de la península aún resguarda similitud biológica con del Desierto Sonorense. No obstante, los sucesos climáticos pasados (como los eventos de glaciación) y factores climáticos actuales han permitido que muchas especies de plantas y animales del desierto de Baja California evolucionen de forma independiente.



Ecorregiones en la península de Baja California. Imagen: Leticia Cab-Sulub

Los elementos climáticos más relevantes en el desierto son la precipitación (lluvia) y la temperatura. Las principales lluvias en el desierto de Baja California caen como consecuencia de eventos meteorológicos como huracanes. Debido a su gran extensión las lluvias suelen presentarse en épocas diferentes en las distintas subregiones. Al norte, las principales lluvias caen en invierno y en el sur, en verano, dicha discordancia entre subregiones interviene en el desfase de las épocas de floración de las plantas e inicio de actividades reproductivas de los animales. La temperatura también es un factor determinante para la vida en el desierto. Los veranos suelen ser muy calurosos y en el invierno la temperatura desciende considerablemente (dependiendo de la latitud). Por lo que, la biota ha desarrollado estrategias para subsistir en el desierto, desde modificar sus horas de actividad, como algunos mamíferos, hasta adaptaciones corporales, en algunos reptiles o incluso plantas.

Todas las variaciones climáticas e historia geológica del desierto de Baja California han hecho que sea un desierto megadiverso y albergue un elevado número de endemismos, es decir, que solo se encuentran en esta región. Existe gran diversidad de mamíferos, por número de especies, el Orden más diverso es Rodentia, donde se encuentran las ardillas (como *Ammospermophilus leucurus*), ratones de campo (*Dipodomys simulans*, *Peromyscus eva*, *Chaetodipus siccus*, entre otros) y tuzas (como *Thomomys nigricans*). El desierto es habitado también por mamíferos emblemáticos de amplia distribución

como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), coyote (*Canis latrans*), lince (*Lynx rufus*) y puma (*Puma concolor*); y otros mamíferos diminutos y poco conocidos como la musaraña del desierto (*Notiosorex tatariculi*). También se encuentra una gran diversidad de herpetofauna (con más de 200 especies) y avifauna (con más de 500 especies). La riqueza florística no se queda atrás, a pesar de ser una región con poca lluvia y suelos poco fértiles, se localiza diversidad de plantas con adaptaciones para la vida en el desierto, como las cactáceas, que han reemplazado las hojas por espinas (p. ej. especies de los géneros *Mammillaria*, *Pachycereus*, *Stenocereus*, *Opuntia*, entre otras) y árboles pequeños con cortezas removibles o troncos con coloración poco común (blancos o verdes; *Lysiloma* sp) que utilizan para reflejar la luz o elevar la capacidad fotosintética del árbol.



Algunos mamíferos característicos del desierto. A: liebre de cola negra (*Lepus californicus*). B: ardilla antilope o Juancito (*Ammodramus leucurus*). Fotografías: L. Ernesto Pérez-Montes.

La riqueza biológica del desierto de Baja California es perceptible con tan solo adentrarse unos pocos metros. Afortunadamente, gran parte del desierto se encuentra en condiciones poco perturbadas y muchas de las especies se encuentran dentro de algún Área Natural Protegida. Sin embargo, esta región no está exenta de amenazas antropogénicas debido al aumento de la población humana que avanza cada vez más hacia territorios poco habitables como los desiertos.

En el desierto de Baja California aún hay mucho que conocer y muchas formas de vida que estudiar. A pesar de sus limitaciones climáticas, es una de las regiones terrestres más diversas del país.

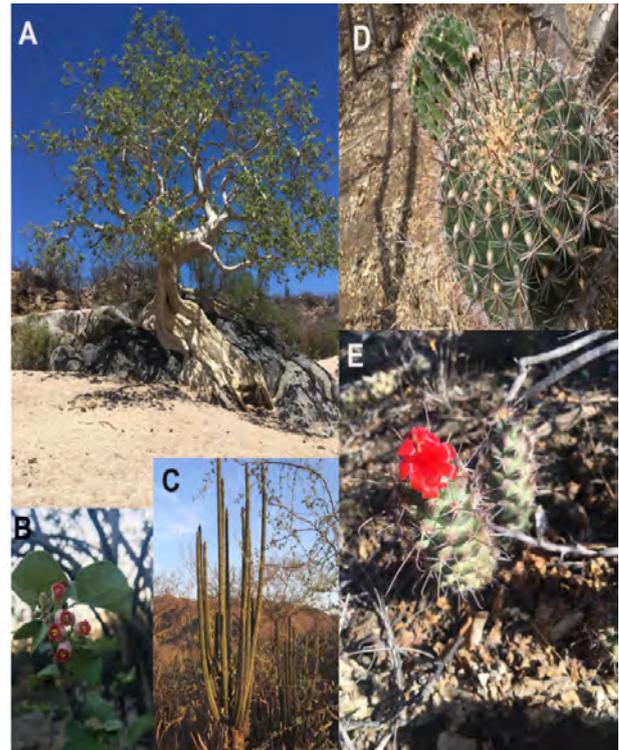
Sometido: 03/ene/2022.

Revisado: 18/ene/2022.

Aceptado: 21/ene/2022.

Publicado: 24/ene/2022.

Editor asociado: Dr. Juan Pablo Ramírez-Silva.



Plantas características del desierto. A: Zalate (*Ficus palmeri*). B: Lombay blanco (*Jatropha cinerea*). C: Pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*). D: Biznaga (*Ferocactus townsendianus*). E: Biznagueta (*Mammillaria poseelgeri*). Fotografías: Leticia Cab-Sulub.

LITERATURA CONSULTADA

- Arámbula, L. T. 2005. Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 4:17-21.
- Cab-Sulub, L., y Álvarez-Castañeda, S.T. 2021. Climatic dissimilarity associated with phylogenetic breaks. *Journal of Mammalogy* 102:1592-1604.
- De la Paz Cuevas, M., Rios, E., y Álvarez-Castañeda, S. T. 2014. Los mamíferos del estado de Baja California Sur. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4:24-39.
- González-Abraham, C. E., Garcillán, P. P., y Ezcurra, E. 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: una síntesis. *Boletín de la sociedad botánica de México* 87:69-82.
- Grismer, L. L. 2000. Evolutionary biogeography on Mexico's Baja California peninsula: A synthesis of molecules and historical geology. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97:14017-14018.
- Grismer, L. L., y Greene, H. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California including its Pacific Islands and the islands in the Sea of Cortés*. University of California Press. Berkeley, California.
- Medrano, F. G. 2012. *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México.
- Riddle, B. R., David, J. H., y Alexander, L. F. 2000. Phylogeography and systematics of the *Peromyscus eremicus* species group and the historical biogeography of North American warm regional deserts. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 17:145-160.
- Rojas-Soto, O. R., Alcántara-Ayala, O., y Navarro, A. G. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemism and distributional modelling approach. *Journal of Biogeography* 30:49-461.
- Salinas-Zavala, C. A., Lluch-Belda, D., Hernández-Vázquez, S., y Lluch-Cota, D. B. 1998. La aridez en el noroeste de México. Un análisis de su variabilidad espacial y temporal. *Atmosfera* 11:29-44.

LA DINÁMICA DE LAS TROPAS DE MONOS SARAGUATOS EN EL DOSEL DE LOS ÁRBOLES

Edgar G. Gutierrez*, Nadia Tamayo y Jorge Ortega

Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencias Químico-biológicas, Departamento de Zoología, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México. ed.guilles@gmail.com (EGG), nadiatamayocel@gmail.com (NT), artibeus2@aol.com (JO).

*Autor de Correspondencia

Dentro de la sociedad de los monos saraguatos se pueden presentar diferentes grupos sociales que varían en composición y estabilidad. Dicha variabilidad hace que la pertenencia y aceptación de diferentes miembros dentro de un grupo determinado defina las relaciones sociales entre los individuos a futuro. De la misma forma, la calidad del hábitat y los componentes de vegetación juegan un papel fundamental en la formación de estos grupos.

Los monos aulladores o saraguatos (*Alouatta* spp.) son habitantes frecuentes de las selvas tropicales del continente americano. Son animales conspicuos que permanecen en el dosel de los árboles la mayoría del tiempo, donde realizan una gran parte de sus actividades, como la recolección de alimento, las cópulas, la crianza y el acicalamiento mutuo. Inclusive, muchas actividades relacionadas a la conducta se encuentran definidas por el grado de socialización de los miembros que se encuentran integrando un grupo. Los grupos sociales, también conocidos como tropas de monos aulladores pueden estar conformadas entre 6 y 23 individuos. Las tropas pasan la mayor parte del tiempo realizando actividades como alimentación o bien viajando de un lugar a otro dentro de su ámbito hogareño, el cual describe el área dentro de la que un individuo se mueve para adquirir recursos que mantengan su supervivencia. Estas actividades suelen ser más frecuentes durante el día, siendo menos comunes durante las primeras horas del día y disminuyendo considerablemente al atardecer. Los monos saraguatos duermen en un mismo árbol o en árboles contiguos durante casi toda la noche, con muy pocos movimientos registrados entre este periodo.

Referente a la composición, es común observar grupos de adultos en los que se incluyen hembras junto con sus crías. Las hembras suelen ser fácilmente monopolizadas por machos dominantes que demuestran el control del grupo mediante la constante emisión de aullidos, utilizados para intimidar a cualquier posible macho competidor. Los machos dominantes

tienen la capacidad de determinar si la pelea contra los posibles competidores va a ser pareja, o bien si se encuentran en desventaja, si esto último sucede, el macho dominante no invierte mucha energía en la emisión de aullidos prolongados, por lo que la escalada en la intensidad de los aullidos dependerá de la igualdad de circunstancias entre rivales. Los machos competidores pueden llegar a formar alianzas de dos o tres individuos para competir contra los miembros residentes de un grupo y apoderarse del control de las hembras, esto provoca que durante periodos anuales sea frecuente observar un recambio en la composición de machos adultos que se encuentran asociados a los grupos de hembras.

Los intervalos de aullidos en relación con el espacio y el tiempo están estrechamente relacionados con posibles encuentros entre diferentes grupos. Se ha observado que, al momento de coincidir dos grupos en una misma área del ámbito hogareño, la cantidad de aullidos puede aumentar hasta un 30% como un modo de interacción entre grupos. Sin embargo, si el encuentro se da entre un individuo solitario con un grupo de monos, entonces los aullidos de interacción solamente se hacen más frecuentes en un 5% aproximadamente. La vigilancia por parte de los miembros de un grupo suele estar dada por los machos dominantes, quienes patrullan continuamente los alrededores del sitio donde se encuentra el grupo (alrededor de 2 metros). Esta actividad se incrementa durante la época de crianza, ya que se ha registrado que con la llegada de nuevos machos adultos puede haber acciones de infanticidio, que buscan acabar con la descendencia de los machos previamente asociados al grupo, así como forzar a las hembras a tener cópulas.

Una composición peculiar que exhiben los monos aulladores, son los grupos de juveniles, que suelen ser inestables en cuanto a la estructuración de sus miembros. Las principales actividades conductuales que realizan los grupos de juveniles son juegos de persecución, acicalamiento mutuo, entre otras. Además, se ha observado un mayor grado de aproximaciones entre ellos, es decir, los juveniles suelen tener una mayor tolerancia a los límites de espacio personal en comparación con los individuos adultos. Los grupos de juveniles pueden ser atemporales debido a la madurez de los individuos, que tienden a integrarse en los grupos de adultos o formar sus propias tropas. Sin embargo, se ha documentado que el reconocimiento

de un miembro macho adulto como compañero de una misma cohorte generacional (es decir, individuos que nacieron más o menos en el mismo lapso y han compartido experiencias de vida), en algunos casos, puede llegar a facilitar alianzas, con el objetivo de obtener acceso a los grupos de hembras adultas.

El nivel de fragmentación de los diferentes hábitats donde residen los monos saraguatos es también un factor fundamental para determinar el tamaño de los grupos, es decir, si el remanente de selva es muy pequeño, los grupos sociales tienden a ser conformados por un menor número de miembros debido a la escasez de los requerimientos de hábitat de cada individuo. En fragmentos pequeños, los grupos sociales suelen combinar su tiempo de forrajeo entre la selva original y acahuales que les pueden proporcionar algunos alimentos. Esta matriz de vegetación los obliga a dedicar mucho tiempo buscando alimento (alrededor del 53 % del tiempo forrajeando), en comparación con grupos grandes en fragmentos de selva más amplios que dedican menos tiempo buscando comida (alrededor de 12 % del tiempo forrajeando). Debido al gran tiempo que se le destina a la búsqueda de alimento, es posible que se incremente la tensión dentro de los grupos, provocada por la lucha constante por el acceso al recurso alimentario. Esto define en gran medida el comportamiento social relacionado con la lucha entre individuos. De la misma forma, se ha observado que los grupos tienden a desaparecer o disgregarse en individuos solitarios cuando el recurso alimentario es muy escaso. Las hembras adultas participan de manera más activa en la búsqueda de alimento respecto a los machos adultos y juveniles, tomando frecuentemente el liderazgo para dirigir al grupo hacia zonas con mayor disponibilidad de recursos. Sin embargo, este liderazgo se ve disminuido cuando las hembras se encuentran en período de lactancia y de crianza, probablemente debido a las demandas energéticas de su estado reproductivo. Por lo que, durante esta época del año, los machos adultos asumen los roles de movimiento de forrajeo de su grupo.

La actividad de las tropas de monos saraguatos en el dosel de los árboles de las selvas tropicales suele ser muy activa y variada, con una gran cantidad de factores que pueden influir. Este dinamismo de habilidades hace de estos grupos excelentes modelos de estudio para cualquier investigador que esté interesado por la primatología.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Gilberto Pozo-Montuy por proporcionarnos la fotografía para ilustrar el artículo. Agradecemos también a la M. en C. Isabela Vivas-Toro y a Edwin E. Sánchez por sus comentarios para mejorar la comprensión de este artículo.

Sometido: 11/ene/2022.

Revisado: 22/ene/2022.

Aceptado: 28/ene/2022.

Publicado: 31/ene/2022.

Editor asociado: Dr. Francisco Botello.



Mono aullador o saraguato (*Alouatta pigra*) descansando sobre rama de árbol.
Fotografía: Gilberto Pozo-Montuy.

LITERATURA CONSULTADA

- García-Feria, L. M., B. A. Cruz Pérez, y X. Sánchez Girón. 2016. New record of infanticide in *Alouatta pigra*: chance of betrayal of altruism. *Therya* 7:193-196.
- Pavelka, M. S. M., y K. H. Knopff. 2004. Diet and activity in black howler monkeys (*Alouatta pigra*) in southern Belize: does degree of frugivory influence activity level? *Primates* 45:105-111.
- Plante, S., F. Colchero, y S. Calmé. 2013. Foraging strategy of a neotropical primate: how intrinsic and extrinsic factors influence destination and residence time. *Journal of Animal Ecology* 83:116-125.
- Pozo-Montuy, G., y J. C. Serio-Silva. 2007. Movement and resource use by a group of *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates* 48:102-107.
- Pozo-Montuy, G., J. C. Serio-Silva, y Y. M. Bonilla-Sánchez. 2011. Influence of the landscape matrix on the abundance of arboreal primates in fragmented landscapes. *Primates* 52:139-147.
- Pozo-Montuy, G., J. C. Serio-Silva, C. A. Chapman, y Y. M. Bonilla-Sánchez. 2013. Resource use in a landscape matrix by an arboreal primate: Evidence of supplementation in Black howlers (*Alouatta pigra*). *International Journal of Primatology* 34:714-731.
- Van Belle, S., y A. Estrada. 2008. Group size and composition influence male and female reproductive success in black howler monkeys (*Alouatta pigra*). *American Journal of Primatology* 70:1-7.
- Van Belle, S., A. Estrada, y K. B. Strier. 2008. Social relationships among male *Alouatta pigra*. *International Journal of Primatology* 29:1481-1498.
- Van Belle, S., A. E. Kulp, R. Thiessen-Bock, M. García, et al. 2010. Observed infanticides following a male immigration event in black howler monkeys, *Alouatta pigra*, at Palenque National Park, Mexico. *Primates* 51:279-284.
- Van Belle, S., A. Estrada, y P. A. Garber. 2013a. Spatial and diurnal distribution of loud calling in black howlers (*Alouatta pigra*). *International Journal of Primatology* 34:1209-1224.
- Van Belle, S., A. Estrada, y P. A. Garber. 2013b. Collective group movement and leadership in wild black howler monkeys (*Alouatta pigra*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 67:31-41.
- Van Belle, S., y A. Estrada. 2019. The influence of loud calls on intergroup spacing mechanism in black howler monkeys (*Alouatta pigra*). *International Journal of Primatology* 41:265-286.

TRAS LA HUELLA DE *OCELOTL*: DESCIFRANDO EL PASADO Y VISLUMBRANDO EL PORVENIR DEL JAGUAR

Gustavo Lorenzana^{1,3*}, Yessica Rico¹ y Eduardo Eizirik²

¹Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México. lorenz.gp@gmail.com (GL), yessica.rico@inecol.mx (YR)

²Pontificia Universidad Católica de Río Grande del Sur. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. eduardo.eizirik@pucrs.br (EE)

³Adscripción actual: Independiente

* Autor de correspondencia

El jaguar, bestia majestuosa reverenciada por nuestros antepasados e icono de las selvas tropicales, es un animal con una historia fascinante. Los estudios científicos nos ayudan a develar los detalles de su épica travesía a través del tiempo y la geografía del continente americano.

El amo y señor de la región tropical de América es un felino que tiene tantos nombres como manchas estampadas en su bello pelaje: jaguar, otorongo, tigre americano, tigre real, yaguareté, entre los más conocidos. El *balam* de los mayas, el *ocelotl* para los mexicas. *Panthera onca*, su nombre científico formal. Cualquiera que sea su apelativo, el jaguar ocupa un lugar preponderante en la cosmovisión de las culturas originarias como símbolo de destreza y poderío.

Relevante también ha sido el papel que ésta especie ha tenido para la conservación de los ecosistemas tropicales desde finales del siglo pasado, ya que donde quiera que se adopten estrategias para preservar a los jaguares, indirectamente se protege a muchas otras especies con las que coexiste, generando beneficios para la naturaleza y la sociedad. Sin embargo, la conservación de animales estrictamente carnívoros como el jaguar no es algo fácil. Los grandes felinos son una rareza en el mundo natural, no solo por las características físicas que les permiten ser depredadores excepcionales, tales como afiladas garras, punzantes colmillos y aguzados sentidos, sino también porque sus poblaciones son típicamente muy pequeñas en comparación con otros organismos (como los herbívoros), ya que cada individuo requiere enormes extensiones de terreno para satisfacer sus necesidades de alimento, agua y reproducción. Dichas características colocan a los carnívoros en una situación de vulnerabilidad ante las actividades humanas como la agricultura y la ganadería, que propician la deforestación y degradación de los montes que les

serven de hábitat y porque además son cazados ilegalmente en represalia por la ocasional depredación que hacen de cabezas de ganado y aves de corral.

Entonces ¿qué podemos hacer para salvaguardar a los grandes felinos? No podemos conservar lo que no conocemos, así que el paso primordial estriba en estudiarlos. Pero al día de hoy ¿qué tanto sabemos sobre los jaguares? Se han documentado docenas de especies que le sirven de presa, entre las cuales encontramos pecaríes, venados, chachalacas, faisanes e inclusive tortugas marinas y caimanes, lo cual sitúa a los jaguares en la cima de la cadena alimenticia a lo largo y ancho de su distribución geográfica, que va desde Arizona, en el suroeste de Estados Unidos de América y Sonora, en el noroeste de México, hasta el sur de Brasil y el noreste de Argentina, donde habitan una gran variedad de ecosistemas, principalmente selvas, sabanas, pantanos y matorrales tropicales. En general, podemos encontrarlos en toda la porción continental de América Latina, con excepción de El Salvador, Chile y Uruguay. No obstante su amplia distribución, los jaguares son extremadamente sigilosos y en muchas ocasiones prefieren realizar sus actividades durante la noche por lo que es muy poco común tener la oportunidad de observarlos directamente en la naturaleza.

Por ello, los científicos han ideado estrategias para estudiarlos de forma indirecta, como la técnica de fototrampas, que permite detectar los movimientos de los animales en su hábitat gracias a fotografías obtenidas con equipamiento autónomo, conocido comúnmente como cámaras-trampa o foto-trampas. Gracias a que cada jaguar cuenta con un patrón único de manchas, llamadas rosetas por su forma y disposición, es posible estimar el número de individuos que viven en un área determinada. En México, los especialistas han calculado que el número de jaguares silvestres que actualmente habitan en territorio nacional es de alrededor de cinco mil ejemplares. Una cifra que parece muy pequeña si la comparamos con los más de 120 millones de mexicanos que actualmente estamos asentados en los antiguos dominios de *ocelotl*.

Otra técnica usada es la telemetría, la cual requiere de la captura y contención de los animales para colocarles collares con aditamentos electrónicos que permiten darles seguimiento mediante señales de radio o unidades de rastreo satelital de tipo GPS, las cuales utilizan el mismo principio que nuestros teléfonos celulares para determinar nuestra ubicación geográfica en tiempo real. Con ello, ahora sabemos que los jaguares son animales solitarios la mayor parte del año y solo forman parejas temporales durante la época de reproducción que generalmente ocurre poco antes de que comience la estación lluviosa. El territorio de un macho es enorme, pudiendo alcanzar una extensión de alrededor de 10 mil hectáreas, dependiendo de la abundancia local de sus presas naturales. En perspectiva ¡eso sería equivalente al tamaño combinado de 10 mil campos de fútbol! Las hembras utilizan áreas un poco más pequeñas, de tal forma que los territorios de entre 3 a 4 hembras (y sus cachorros de hasta 2 años de edad) se superponen con el territorio de un macho residente.

Capturar a un jaguar con fines de estudio científico conlleva una operación logística delicada, la cual requiere la participación de un equipo de biólogos y veterinarios especializados, una preparación cuidadosa y detallada, así como contar con el aval de las autoridades federales en la materia. Es por ello que cuando se realiza una captura se aprovecha la oportunidad para recabar toda clase de datos sobre la condición física del animal, como su peso, sexo y edad estimada y se obtienen muestras biológicas, principalmente sangre y pequeñas porciones de tejido, las cuales son esenciales para analizar si los animales padecen alguna enfermedad y que además constituyen la base fundamental para la realización de investigaciones a partir de la molécula de la vida, el ADN.

El ácido desoxirribonucleico (ADN) es la molécula que acciona y controla los procesos que distinguen a los seres vivos de la materia inerte, como las rocas o los gases. El metabolismo, el crecimiento, la reproducción y la capacidad para adaptarse a los cambios ambientales son solo algunos de estos importantísimos procesos biológicos que dependen de ésta molécula. El ADN contenido en el núcleo de las células se conoce como genoma, el cual se encuentra en largas espirales densamente empacadas en estructuras llamadas cromosomas. Si desarrolláramos totalmente el ADN presente en una única célula de nuestro cuerpo alcanzaría una longitud de 2 metros, pero si pudiéramos desarrollar y unir el ADN de todas las células de nuestro cuerpo ¡cubriríamos 2 veces el diámetro del Sistema Solar!

En esencia, todas las células de un individuo contienen la misma información genética pero no todas las células desarrollan las mismas funciones. Es como si todas las células almacenaran el plano arquitectónico general para construir y mantener funcionando una casa, pero cada tipo de célula especializada solamente reconociera y ejecutara las instrucciones para edificar y operar componentes específicos, por ejemplo, la cocina o la instalación eléctrica. Desde el punto de vista celular, las instrucciones específicas reciben el nombre de genes, los cuales son transmitidos conjuntamente de generación a generación a través del genoma. Éste se encuentra codificado mediante un alfabeto de cuatro caracteres derivados de la inicial de cada una de las moléculas primordiales del ADN: adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G), conocidas colectivamente como nucleótidos.

El tamaño del genoma de las especies tiene una amplia variabilidad y no guarda una relación directa con el tamaño corporal de los organismos. Así, el genoma del ajolote mexicano cuenta con la increíble cantidad de 32 mil millones de nucleótidos, mientras que la secuoya gigante y la ballena azul tienen genomas de 9 mil millones y 2 mil 500 millones de nucleótidos, respectivamente. Ballenas, humanos y jaguares

pertenecemos al grupo taxonómico de los mamíferos, cuyos genomas habitualmente oscilan alrededor de los 3 mil millones de nucleótidos. Pero lo que importa no es el tamaño sino el contenido y organización de los genomas. Entre las especies hay diferencias en la forma en que los genes se intercalan tanto con regiones genómicas que regulan su actividad, como con fragmentos genómicos simples y/o repetitivos que no tienen una utilidad aparente. Sin embargo, también se ha observado que especies estrechamente relacionadas comparten un elevado porcentaje de su información genética. Por ejemplo, la similitud entre el genoma de los humanos y el de los chimpancés (nuestros parientes más cercanos en el reino animal) oscila alrededor del 95%. Tal parecido es asombroso considerando que humanos y chimpancés somos primos desde el punto de vista evolutivo.

Para determinar las diferencias (o semejanzas) genéticas los científicos utilizan los llamados marcadores moleculares, los cuales se definen como secuencias de ADN que muestran variación entre los individuos de una misma especie o entre individuos de especies distintas. Aunque existen varios tipos de marcadores, actualmente los más comúnmente utilizados se conocen como polimorfismos (literalmente “muchas formas”) de nucleótido simple o SNP, por su acrónimo en inglés. Los SNP (se pronuncia “esníp”) son mutaciones de tipo puntual, es decir, ocurren en un sitio específico en el genoma y consisten en la sustitución de un nucleótido por otro, por ejemplo, una molécula de adenina por otra de timina. En esos casos, hablamos de dos alelos (o formas distintas) en la población. Las mutaciones se presentan porque en ocasiones ocurren errores en la maquinaria celular que copia la información genética, lo cual puede deberse simplemente al azar o ser desencadenado por algún elemento externo que dañe el ADN de las células.

Cuando pensamos en mutaciones generalmente las asociamos con deformaciones anatómicas o inclusive con súper-poderes como los de los personajes de la historieta “Hombres-X”. Sin embargo, una mutación de tipo SNP generalmente tiene un efecto nulo sobre el organismo portador, aunque en algunas ocasiones puede derivar en un daño sobre las funciones vitales del organismo que la porta, o por el contrario, producir efectos benéficos. Los efectos adversos generalmente se presentan cuando se heredan dos copias de un alelo raro (en cuyo caso nos encontramos ante un homocigoto recesivo), en lugar de una (heterocigoto) o ambas copias (homocigoto dominante) del alelo más común en la población. Pero ¿por qué dos copias? Ello se debe a que los seres vivos con reproducción sexual heredamos el ADN de nuestros ancestros, esencialmente el de nuestros progenitores directos (madre y padre), de los cuales adquirimos la mitad de la información genética, respectivamente.

El linaje de los grandes felinos, al que pertenecen tigres, leones, leopardos y, por supuesto, jaguares, se originó en Asia, hace alrededor de 6 millones de años, a finales de la época geológica conocida como Mioceno. Así que aunque actualmente el jaguar es una de las especies más representativas de las selvas tropicales de América, en realidad llegó como un inmigrante a estas tierras. Aunque los detalles aún no se conocen con exactitud, se piensa que su épica travesía inició cuando el clima del planeta era mucho más frío que en la actualidad, lo cual permitió que jaguares ancestrales ingresaran al continente americano a través de la región actualmente ocupada por el estrecho marítimo de Bering, que durante esa época constituía una amplia franja de terreno emergido gracias al descenso del nivel del mar a consecuencia del aumento en la cantidad de agua congelada en los casquetes polares. Ello permitió que los felinos colonizaran una buena parte de Norteamérica y prosperaran en bosques y sabanas de tipo subtropical a medida que el clima se tornaba gradualmente más cálido.

Posteriormente, las poblaciones de estos animales continuaron marchando hacia el sur hasta alcanzar Sudamérica como parte de un evento conocido como el “Gran Intercambio Americano”, el cual inició hace alrededor de 2.8 millones de años, cuando una intensa actividad volcánica ocasionó que el Istmo de Panamá emergiera sobre las aguas oceánicas. Este gran puente intercontinental no solo fue aprovechado por los jaguares, sino por una amplia variedad de mamíferos de origen norteamericano, incluyendo osos, zorros, caballos, venados y, por supuesto, otros felinos, quienes invadieron el subcontinente sudamericano. En sentido contrario avanzaron tlacuaches, armadillos y perezosos gigantes.

Eventualmente, el clima volvió a cambiar drásticamente, tornándose más frío y seco, lo cual contribuyó a la desaparición de las poblaciones de jaguares asentadas en el norte (aunque hay evidencia que indica que los primeros humanos asentados en América practicaron una cacería desmedida que también desencadenó la desaparición de diversas especies de grandes mamíferos), al tiempo que las poblaciones del sur se afianzaron en la cuenca del Río Amazonas y las regiones circundantes, principalmente en el Pantanal y en la sabana tropical del Cerrado. Tiempo después, América Central, México y el suroeste de los Estados Unidos de América fueron recolonizados por jaguares que migraron al norte a partir de Sudamérica. Todos estos acontecimientos ocurrieron a lo largo de muchísimas generaciones de estos extraordinarios felinos, lo cual se ha podido reconstruir gracias a la evidencia fósil y las señales que podemos observar y analizar en los genomas de los jaguares silvestres que viven en la actualidad.

Los estudios muestran que las poblaciones genéticamente más diversas se encuentran en la porción central de América del Sur, esencialmente en la enorme cuenca amazónica, donde históricamente ha existido una alta conectividad del paisaje que ha permitido la reproducción y, por consiguiente, el flujo de información genética a lo largo de grandes distancias. Como regla general, la diversidad genética se relaciona directamente con el tamaño de las poblaciones. Así, las poblaciones grandes tienden a ser genéticamente más diversas que las pequeñas. Esto es muy importante para evaluar las perspectivas de conservación de las especies porque las poblaciones de tamaño reducido son más vulnerables, tanto en términos demográficos como genéticos, ante fenómenos naturales poco frecuentes pero potencialmente devastadores, como explosiones volcánicas, huracanes o incendios forestales, pero sobre todo ante las actividades humanas que propician la pérdida y fragmentación de hábitat, la introducción de especies exóticas y el cambio climático global.

En cualquier caso, mientras menor sea la cantidad de individuos en una población o especie determinada, mayor será su susceptibilidad a perder diversidad genética, y por lo tanto, mayor será la probabilidad de que no consiga adaptarse a los cambios ambientales y acabe por extinguirse. En este sentido, las investigaciones genéticas han permitido identificar algunas regiones en las que los jaguares se encuentran severamente amenazados por la interferencia humana, por ejemplo en el Bosque Atlántico, anteriormente un extenso bloque de selva tropical a lo largo del litoral oriental de Brasil que ha sido severamente fragmentado por la expansión urbana, ya que en ella se asientan las principales metrópolis de ese país, incluyendo Río de Janeiro y São Paulo. No obstante, la situación actual de muchas de las poblaciones de jaguares existentes en México y el resto de Latinoamérica aún no se conoce a profundidad por lo que es indispensable redoblar los esfuerzos para su estudio y monitoreo. La utilización de novedosas técnicas de secuenciación genómica constituye una eficaz herramienta para tal fin.

La secuencia del primer genoma completo de jaguar fue publicada en 2017 y contempló un abordaje comparativo con los genomas de los otros grandes felinos que actualmente habitan el planeta (tigre, león, leopardo y leopardo de las nieves). Ello reveló una historia evolutiva compleja y hasta cierto punto insospechada, con episodios de hibridación extremadamente antiguos que, al permitir el intercambio genético entre especies, por ejemplo entre leones y jaguares, favoreció el surgimiento y diseminación de adaptaciones biológicas relacionadas con la anatomía y el comportamiento de caza, que contribuyeron a la sobrevivencia de este linaje de depredadores hasta nuestros días.

Un estudio recién publicado agregó una docena de genomas completos al análisis de la diversidad genómica de los jaguares a nivel continental, con lo cual se corroboraron las inferencias previas que sitúan a las poblaciones de la Amazonia y el Pantanal como las más grandes y diversas. Además, se encontró que la magnitud de la diversidad presente en los jaguares que habitan Sudamérica es similar a la de los leones africanos, mientras que los niveles de diversidad de jaguares originarios de la Selva Maya y la región fronteriza entre México y los Estados Unidos de América son equiparables con la de los tigres del sureste asiático y los tigres de Bengala, respectivamente. Asimismo, se encontraron diferencias en el grado de homocigosidad entre jaguares. La homocigosidad cromosómica se presenta cuando dos alelos son idénticos por descendencia, es decir, que provienen de un mismo ancestro en común, lo cual ocurre cuando se aparean dos individuos con un vínculo familiar muy cercano, por ejemplo una pareja de hermanos. Como consecuencia directa, esto implica una mayor probabilidad de que se manifiesten enfermedades congénitas en la descendencia. Es importante mencionar que los mamíferos generalmente poseen conductas instintivas que tienden a evitar las relaciones incestuosas. Sin embargo, la deforestación ocasiona una reducción paulatina en la integridad ecológica de los paisajes naturales que constituyen el hábitat de los animales, hasta que llega un momento en que el grado de aislamiento y perturbación de los fragmentos de vegetación nativa apenas consiguen sustentar unos pocos individuos estrechamente emparentados.

Utilizando secuencias de genomas completos fue posible identificar extensos segmentos de homocigosidad en jaguares del Bosque Atlántico, particularmente en un individuo oriundo de la región donde confluyen las majestuosas cataratas de Iguazú en Brasil. Señales de homocigosidad ligeramente menores también fueron detectadas en las poblaciones transfronterizas de México con Guatemala y los Estados Unidos de América. En resumen, la información genética y ecológica que está siendo recabada aprovechando los adelantos tecnológicos tiene una enorme importancia para incrementar la confiabilidad de las estimaciones sobre el estatus de vulnerabilidad de las diferentes poblaciones de jaguares y proponer estrategias adecuadas para su conservación.

La tarea no es nada sencilla, pero es nuestro deber continuar tras los pasos de *ocelotl*, y así, tratar de asegurar que su potente rugido continúe resonando desde lo más profundo de sus dominios.

AGRADECIMIENTOS

GL agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de una estancia posdoctoral durante la cual se concibió y redactó el presente escrito. Agradecemos la cortesía de Daniel Kantek por haber facilitado la fotografía que acompaña al texto del artículo.

LITERATURA CONSULTADA

- De la Torre, J. A., *et al.* 2018. The jaguar's spots are darker than they appear: assessing the global conservation status of the jaguar *Panthera onca*. *Oryx* 52:300-315.
- Eizirik, E., *et al.* 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10:65-79.
- Figureiró, H. V., *et al.* 2017. Genome-wide signatures of complex introgression and adaptive evolution in the big cats. *Science Advances* 3: e1700299.
- Jędrzejewski, W., *et al.* 2018. Estimating large carnivore populations at global scale based on spatial predictions of density and distribution—Application to the jaguar (*Panthera onca*). *PLoS One* 13: e0194719.
- Lorenzana, G., *et al.* 2020. Large-scale assessment of genetic diversity and population connectivity of Amazonian jaguars (*Panthera onca*) provides a baseline for their conservation and monitoring in fragmented landscapes. *Biological Conservation* 242:108417.
- Lorenzana, G. P., *et al.* 2022. Whole-genome sequences shed light on the demographic history and contemporary genetic erosion of free-ranging jaguar (*Panthera onca*) populations. *Journal of Genetics and Genomics* 49:77-80.



Jaguar (*Panthera onca*) internándose en un río. Fotografía: Daniel Kantek.

Sometido: 18/ene/2022.

Revisado: 03/feb/2022.

Aceptado: 09/feb/2022.

Publicado: 09/feb/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado

ACAMPANDO EN LOS BOSQUES TROPICALES: LOS MURCIÉLAGOS TENDEROS

Issachar L. López-Cuamatzi^{1*}, Valeria Becerril F.² y Jorge Ortega²

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México. isachar26@hotmail.com (ILLC)

²Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencias Quimicobiológicas, Departamento de Zoología, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, Ciudad de México, México. valee.130315@gmail.com (VBF), artibeus2@aol.com (JO).

*Autor de Correspondencia

No es lo mismo “ir de campamento al bosque tropical en busca de una aventura” que “ir de aventura al bosque tropical en busca de un campamento”, en especial si se trata de ¡un campamento de murciélagos!

Usualmente existe la idea popular acerca de que los murciélagos usan cuevas o edificios abandonados como refugios o sitios de percha. Y a pesar de que esta percepción no está alejada de la realidad, en las zonas tropicales de América y el sureste asiático, los murciélagos utilizan muchos más lugares como refugios. De esta forma, es común encontrar murciélagos que duermen en troncos huecos, grietas de rocas, termiteros (nido que construyen las termitas para vivir), en el follaje de los árboles, y hasta en las trampas de plantas carnívoras. Sin embargo, existe un caso particular en el que los murciélagos modifican las hojas de algunas especies de plantas para construir refugios similares a las tiendas de campismo o carpas. Concretamente, estos murciélagos, a través de pequeñas mordeduras, realizan cortes sobre las hojas para que estas se colapsen y formen una “tienda”. Esta actividad particular ha ocasionado que ciertas especies de murciélagos tropicales sean llamados murciélagos tenderos.

La conducta de modificar hojas para construir tiendas ha sido registrada en 22 especies de murciélagos, de las cuales cinco están presentes en Asia y el resto, en las zonas tropicales de América. En esta última región, todos los murciélagos tenderos pertenecen al grupo de los murciélagos de hoja nasal (Familia Phyllostomidae), un grupo taxonómico bastante diverso y abundante llamado así por su característico órgano en forma de hoja situado por encima de la nariz. A pesar del número de especies en las cuales se ha reportado esta conducta, la única especie a la que se ha observado de manera directa durante el proceso de construcción de la tienda es el Murciélago Blanco Hondureño (*Ectophylla alba*).



Murciélagos tenderos de la especie *Dermanura watsoni* perchados en sus tiendas. Fotografía: Bernal Rodríguez Herrera.

Los refugios construidos por los murciélagos tenderos pueden ser de diferente "arquitectura", la cual depende en gran medida de la forma de la especie de planta que utilizan. Estos diseños han sido nombrados como tienda en semicírculo, combinado, corazón, triángulo, espátula, barca, cónica, apical, y parcial, aunque en esencia todas consisten en una estructura en forma de tienda de campaña o tipi. Por otra parte, a pesar de que en los bosques tropicales existe una gran diversidad de flora, se ha documentado que sólo 24 Familias de plantas son utilizadas por los murciélagos para hacer sus "tiendas de campaña". Dentro de estas plantas destacan las familias Araceae (anturios y filodendros), Arecaceae (palmeras) y Heliconiaceae (heliconias) con el mayor número de especies utilizadas para la construcción de las tiendas.

Un aspecto bastante interesante de estos refugios es que la elección de la hoja que los murciélagos modificarán no es al azar. Diversos estudios han sugerido que los murciélagos seleccionan el sitio, las plantas y las hojas con características específicas para poder construir un refugio óptimo. Algunas de estas características son la cobertura del dosel, es decir, el área del suelo cubierta por la copa de los árboles; la cantidad y disponibilidad de individuos de la especie de planta que modificarán, así como el largo y ancho de la hoja. Una buena elección del sitio y de la hoja para construir la tienda es crucial para el éxito del refugio, ya que debe mantener las condiciones de temperatura y humedad adecuadas para no entorpecer el metabolismo y las actividades de los murciélagos que vivirán en ellas.

La relación entre las plantas y los murciélagos puede adquirir diferentes matices según la perspectiva desde la cual se observe. Por ejemplo, esta interacción ha sido interpretada por algunos ecólogos como del tipo antagonista, es decir, un tipo de interacción en la que un integrante de la relación causa un efecto perjudicial sobre el otro. Esto debido a que los murciélagos, al cortar las nervaduras de las hojas o la hoja en sí, ocasionan que éstas se marchiten más pronto, causando que la planta pierda prematuramente un componente que le ayuda a la fotosíntesis. En contraposición, los murciélagos se han beneficiado de esta conducta de construir sus refugios a partir de la modificación de hojas, de tal modo que las tiendas se han convertido en un elemento importante en la biología de los murciélagos tenderos. Por ejemplo, se ha estimado que estos animales pasan la mayor parte del día (alrededor del 80%

del tiempo) dentro de estos refugios, realizando actividades de acalamiento o limpieza, crianza, reproducción y descanso. Incluso, en algunas especies de murciélagos se ha observado una amplia dependencia a las tiendas. Tal es el caso del Murciélagó Blanco Hondureño cuyo ciclo de vida se encuentra enmarcado en el uso permanente de las tiendas.

Las tiendas también han desarrollado un papel preponderante en la estructura y comportamiento social de los murciélagos que las habitan. Mientras que algunas especies usan tiendas de manera solitaria, es decir no comparten el refugio con ningún otro individuo, otras especies las habitan en forma grupal, volviéndose así un lugar donde socializan los diferentes integrantes del grupo. Se ha observado que el número de murciélagos que pueden habitar una tienda está restringido a la capacidad de soporte de las hojas que la conforman, por lo que sólo un número limitado de individuos pueden acceder a una tienda antes que ésta se colapse. De lo anterior se deduce que muchas veces el crear una nueva tienda de campaña represente un gran gasto de energía, razón por la cual, es común que los murciélagos sean "envidiosos" de sus tiendas de modo que no permiten fácilmente la incorporación de individuos ajenos al grupo.

El conocimiento de la existencia de los murciélagos tenderos es relativamente reciente, por lo que los estudios sobre los hábitos de percha dentro de las tiendas de campaña por parte de los murciélagos son aún muy limitados. Por ejemplo, cada vez se describen nuevas técnicas de construcción, diferentes tipos de agrupaciones sociales, especies de plantas utilizadas, etc. Lo que es un hecho indudable es lo fascinante que son los murciélagos al utilizar los recursos dentro de los ecosistemas tropicales para crear ambientes seguros de percha como son las tiendas de campaña. Éstas quizá puedan ser efímeras, pero sin duda proveen de un entorno muy seguro para descansar.

Sin duda, observar una tienda con murciélagos en su interior es una experiencia increíble que pocas veces sucede debido a la poca atención que prestamos a nuestro entorno. Por eso la próxima vez que se encuentren en un bosque tropical de Latinoamérica les invitamos a fijar su atención a esas hojas "caídas", pues puede que esté en medio de un campamento de murciélagos sin siquiera saberlo.



Tiendas con diferentes estilos de "arquitectura" construidas por especies diferentes de murciélagos tenderos: (A) *Vampyriscus nymphaea* y (B) *Dermanura watsoni*. Fotografía: Bernal Rodríguez Herrera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Beatriz V. Fuentes y al M. en C. Edgar G. Gutiérrez por sus comentarios para mejorar la comprensión del presente artículo. También agradecen al Dr. Bernal Rodríguez Herrera por compartir y permitir el uso de fotografías de murciélagos tenderos. El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el estímulo económico recibido durante sus estudios de posgrado (Núm. De Beca: 1018336).

LITERATURA CONSULTADA

- Fernandez, A. A., *et al.* 2021. Social behavior and vocalizations of the tent-roosting Honduran white bat. *PLoS One* 16: e0248452.
- Garbino, G. S., y V. da Cunha Tavares. 2018. Roosting ecology of Stenodermatinae bats (Phyllostomidae): evolution of foliage roosting and correlated phenotypes. *Mammal Review* 48:75-89.
- Kunz, T. H., y G. F. McCracken. 1996. Tents and harems: apparent defence of foliage roosts by tent-making bats. *Journal of Tropical Ecology* 12:121-137.
- Kunz, T. H., M. S. Fujita, A. P. Brooke, y G. F. McCracken. 2005. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats. *Journal of Mammalian Evolution* 2:57-78.
- Parker-Shames, P., y B. Rodríguez Herrera. 2013. Maximum weight capacity of leaves used by tent-roosting bats: implications for social structure. *Chiroptera Neotropical* 19:36-43.
- Rodríguez, M. E., L. Girón-Galván, D. Villalobos-Chávez, y B. Rodríguez Herrera. 2021. Preference and design variability on umbrella tents built by *Artibeus watsoni* on two sympatric *Carludovica* species (Cyclanthaceae) in Costa Rica. *Acta Chiropterologica* 3:215-223.
- Rodríguez-Herrera, B., R. A. Medellín, y M. Gamba-Ríos. 2008. Roosting requirements of white tent-making bat *Ectophylla alba* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Chiropterologica* 10:89-95.
- Rodríguez-Herrera, B., *et al.* 2015. Energetics of tent roosting in bats: The case of *Ectophylla alba* and *Uroderma bilobatum* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 97:246-252.
- Rodríguez-Herrera, B., M. E. Rodríguez, y M. Fernández Otárola. 2018. Ecological networks between tent-roosting bats (Phyllostomidae: Stenodermatinae) and the plants used in a Neotropical Rainforest. *Acta Chiropterologica* 20:139-145.
- Sagot, M., y R. D. Stevens. 2012. The evolution of group stability and roost lifespan: perspectives from tent-roosting bats. *Biotropica* 40:90-97.

Sometido: 21/ene/2022.

Revisado: 05/feb/2022.

Aceptado: 10/feb/2022.

Publicado: 16/feb/2022.

Editor asociado: Dra. Susette Castañeda-Rico.

¿QUÉ HACE A LOS PERRITOS DE LA PRADERA TAN BUENOS INGENIEROS DE SU ECOSISTEMA?

Anahí Martínez-Cárdenas*, Sonia Basaldúa-González, Karen J. Vargas-Trejo y Eder J. F. Coronel-Ayala.

¹Laboratorio de Bioconservación y Manejo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Ciencias Quimicobiológicas, Departamento de Zoología, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, Ciudad de México, México. marcarani@gmail.com (AMC), sonia.basaldua55@gmail.com (SBG), josselyntrejo.28@gmail.com (KJVT), coronel_ayala@outlook.com (EJFCA).

*Autor de Correspondencia

La modificación del hábitat involucra organismos que directa o indirectamente controlan la disponibilidad de recursos para otras especies a través de cambios físicos, químicos o estructurales, a este proceso se le llama ingeniería de los ecosistemas. Se ha propuesto como un mecanismo importante para mantener una alta biodiversidad a escala del paisaje; es decir, a nivel del hábitat mediante el aumento de su diversidad.

Las especies que realizan estas regulaciones se conocen como ingenieros de ecosistemas y si los efectos de sus alteraciones son significativamente importantes para otras especies, son considerados especies clave. Por ejemplo, la ingeniería de los castores y de los roedores de madriguera, está relacionada con el aumento de la biodiversidad de su entorno. Así, estas especies son atractivas desde el punto de vista de la conservación, el estudio de la dinámica de las comunidades y las cadenas tróficas.

Los perritos de la pradera se consideran ingenieros y especies clave de los pastizales por favorecer el mantenimiento de la diversidad de especies regional y local. El perrito de la pradera de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) es una especie que en otra época ocupaba los pastizales de una vasta región desde el sur de Canadá hasta el norte de México, en donde actualmente habita únicamente en los estados de Chihuahua y Sonora. Por su lado, el perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*), es una especie endémica que tiene presencia en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas.

Las zonas habitadas por colonias de estas especies consisten en pastizales abiertos moderados y matorrales con suelos de tipo arcillosos, arcillo-limosos, franco-arcillo limosos y

ocasionalmente en suelos compuestos de yeso, en donde las condiciones climáticas van de templadas y estacionales secas, con lluvias en verano. Aunque los reportes son pocos, describen la mayoría de la composición vegetal de las colonias de perritos de la pradera con abundancia de pastos (por ejemplo, la gramínea azul y la gramínea negra), asociados con plántulas como *Sartwellia mexicana*, y con algunas áreas que presentan una alta concentración de abeto de hoja larga, y cactus choya, siendo que los matorrales están dominados por la acacia blanca, el mezquite y la uña de gato.

Los perritos de la pradera son considerados grandes ingenieros del ecosistema, porque sin ellos, buena parte de los llanos donde habitan serían páramos secos. Durante la construcción de sus madrigueras, interconectadas mediante túneles, los perritos de la pradera incrementan la porosidad del suelo removiendo tierra al exterior, modifican su composición química como resultado de una mayor aportación de oxígeno, aumentando los niveles de nitrógeno, y facilitando la incorporación de materia orgánica, así como favoreciendo la inserción de humedad en capas subterráneas, lo que brinda a las plantas un mayor contenido de nutrientes. Al alimentarse de



Perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*) sobre una madriguera rodeado de pastizales y *Sartwellia mexicana* en el estado de Nuevo León, México. Fotografía: Edgar G. Gutiérrez.

las raíces de los arbustos, logran que éstos no crezcan de forma descontrolada, lo que permite que otras especies vegetales puedan crecer, gracias a esto muchos animales herbívoros son atraídos a los abundantes pastizales. Muchas especies, incluyendo tejones (*Taxidea taxus*), coyotes (*Canis latrans*), zorros veloces (*Vulpes velox*), serpientes de cascabel de las praderas (*Crotalus viridis*), halcones ferruginosos (*Buteo regalis*), águilas reales (*Aquila chrysaetos*) y hurones de patas negras (*Mustela nigripes*), se alimentan de los perritos de la pradera lo cual los convierte en parte fundamental de la red trófica de los pastizales que habita. Sus madrigueras abandonadas dan cobijo a muchos vertebrados e invertebrados como lechuzas, búhos, pequeños mamíferos y aves. La mayoría de los estudios han encontrado una mayor diversidad de reptiles y anfibios en las zonas de pastizales con perritos de la pradera en comparación con los pastizales y matorrales sin ellos. Por lo tanto, se cree que los principales mecanismos por los que los perritos de la pradera pueden influir directa o indirectamente en otras especies incluyen la alteración de 1) la estructura de la vegetación (mediante el recorte de la vegetación alrededor de las madrigueras), 2) la biomasa y la calidad de la vegetación, 3) la composición de las especies vegetales, 4) los recursos alimentarios para los depredadores, 5) el tamaño de las manchas de vegetación, y 6) la información social (por ejemplo, vocalización de sonidos cuando un depredador está cerca alertando a la colonia y animales alrededor).

El papel ecológico que esta especie desempeña es fundamental en las llanuras. Sin embargo, el avance del ganado y las actividades agrícolas han provocado intentos de exterminio y la extinción local de algunas poblaciones del perrito de la pradera dado que se le considera un peligro para la agricultura. Debido a ello, su hábitat se encuentra fragmentado y su distribución geográfica histórica ha disminuido drásticamente (en la región ocupada en Coahuila, su hábitat se ha reducido entre un 60-70 %), de tal forma que la diversidad de las praderas se ha degradado cambiando el paisaje de los pastizales. De esta manera varias especies que dependen de los perritos de la pradera han alcanzado niveles críticos en sus poblaciones, hasta ser incluidas en la lista de especies en peligro de extinción (como los hurones de patas negras, los chorlitos de montaña (*Charadrius montanus*) y los halcones ferruginosos). Actualmente, hay diversos programas que promueven la conservación del hábitat de *C. mexicanus* como el Programa de Protección Forestal y ProÁrbol, así como los Pagos por Servicios Ambientales a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). En estos, han llegado a participar organizaciones no gubernamentales y otras instancias; sin embargo, la recomendación es que las estrategias impliquen además de recursos económicos, estrategias de conservación, mantenimiento, investigación, vigilancia e información para la comunidad local.

El estado crítico actual de los perritos de la pradera proporciona una valiosa oportunidad para conservar la fauna y vegetación nativa además de promover la restauración de su hábitat e incrementar los parches de vegetación remanente. No protegerlos llevaría a un mayor declive no solo de sus colonias si no de las numerosas formas de vida asociadas a ellos.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Ortega de ENCB-IPN cuya revisión y perspicacia nos ayudó a mejorar el manuscrito, a G. Castellanos-Morales de ECOSUR-Villahermosa y a Edgar G. Gutiérrez de ENCB-IPN por la donación de fotografías que acompañan esta publicación.



Perrito llanero de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) corriendo sobre pastizales de gramínea negra en la Biósfera de Janos, Chihuahua, México. Fotografía: Gabriela Castellanos-Morales.



Perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) vigilante sobre el suelo arcilloso en El Rancho Los Angeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México. Fotografía: Gabriela Castellanos-Morales.

LITERATURA CONSULTADA

- Duchardt, C.J., Porensky, L.M., y I.S. Pearse. 2021. Direct and indirect effects of a keystone engineer on a shrubland-prairie food web. *Ecology* 102.
- Estrada-Castillón, E., et al. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:401-416.
- Gervin, C.A., Bruun, H.H., Seipel, T., y N.D. Burgess. 2019. Presence of both Active and Inactive colonies of prairie dogs contributes to higher vegetation heterogeneity at the landscape scale. *The American Midland Naturalist* 181:183-194.
- Johnson, W.C., y S.K. Collinge. 2004. Landscape effects on black-tailed prairie dog colonies. *Biological Conservation* 115:487-497.
- Lomolino, M.V., y G. A. Smith. 2003. Terrestrial vertebrate communities at black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) towns. *Biological Conservation* 115:89-100.
- Miller, B., Ceballos, G., y R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology* 8:677-681.
- Santos-Barrera, G., Pacheco, J., y G. Ceballos. 2008. Amphibians and reptiles associated with the prairie dog grasslands ecosystem and surrounding areas at the Janos Casas Grandes complex, northwestern Chihuahua, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 24:125-136.
- Tarango-Arámbula, L. 2018. Acciones de conservación del águila real (*Aquila chrysaetos*) y perrito de las praderas (*Cynomys* sp.). *Agro Productividad* 11:3-8.
- Treviño-Villarreal, J., y W. E. Grant. 1998. Geographic range of the endangered Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy* 79:1273-1287.

Sometido: 23/ene/2022.

Revisado: 16/feb/2022.

Aceptado: 21/feb/2022.

Publicado: 22/feb/2022.

Editor asociado: Dra. Mariana Munguía Carrara.

JUEGO DE TRONOS DE LOS MURCIÉLAGOS. *MYOTIS*: LA CONQUISTA DE LOS NICHOS

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.biolvegura@gmail.com (CAS-T); liniguez@academicos.udg.mx (LII-D)

*Autor de Correspondencia

Myotis es un género ancestral de murciélagos, que agrupa un gran número de especies aparentemente muy parecidas. No obstante, su historia evolutiva señala una variación morfológica enfocada en especializarse para conquistar diferentes nichos (roles ecológicos). La historia evolutiva de *Myotis* es antigua y compleja con la cual, para desenmarañarla, podemos hacer una analogía con la serie televisiva “Juego de tronos”.

A las especies que pertenecen al género *Myotis* comúnmente se les conoce como murciélagos orejas de ratón. Se conforma de alrededor de 140 especies; con esta cifra ocupa el segundo lugar de los géneros de mamíferos con más especies en el mundo. Es el único género de mamíferos que se encuentra en todos los rincones del planeta (exceptuando la Antártida), habitando en una amplia variedad de hábitats desde zonas áridas hasta zonas templadas y tropicales. En América, se registran 46 especies y para México se reportan 18 especies.

Se considera que es el género viviente de mamíferos más antiguo, debido a que los últimos registros fósiles señalan que los murciélagos orejas de ratón han estado presentes desde hace 33.5 millones de años, es decir, que este género fue uno de los pocos linajes que perduró tras la extinción masiva que ocurrió durante el Oligoceno. Para darnos una idea de la antigüedad de los *Myotis*, comparemos los siguientes datos: del género al que pertenecemos los humanos (*Homo*), el registro fósil señala que surgió hace 3 millones de años, es decir, que los murciélagos orejas de ratón han estado en el planeta 30 millones de años antes que los humanos. Otro dato es que los primeros murciélagos datan de alrededor de 51 millones de años, lo que significa que los *Myotis* han estado presentes en el 65% de la historia evolutiva de los murciélagos. Ante estos datos nos preguntamos ¿Cómo es que este grupo de murciélagos han hecho para “reinar” y persistir ante acontecimientos en los que otros mamíferos no lo han logrado? ¿Cómo se distribuyen los recursos, en función de sus características eco-morfológicas, para coexistir?

Similar a la serie en donde los personajes han tenido que luchar por consolidar sus coronas, las especies de este grupo de murciélagos han tenido que competir, desarrollar aptitudes y estrategias para dominar diferentes roles o funciones ecológicas (nichos). Esta situación es comparable a la conformación de las “casas” o “linajes”. La evolución ha dado lugar a tres ecomorfotipos principales (*Leuconoe*, *Myotis* y *Selysius*). Los ecomorfotipos consisten en grupos de especies que tienen características morfológicas similares, las cuales están relacionadas a su función ecológica, enfocada a la táctica que emplean para cazar su alimento.

La “casa” (ecomorfotipo) *Leuconoe* está integrada por especies cuya estrategia de caza es de arrastre, es decir, que capturan a sus presas con las patas mientras vuelan sobre una superficie. Se caracterizan por tener piernas cortas con patas grandes y robustas; también poseen alas anchas. Estas características los hacen aptos para descender y poder volar sobre cuerpos de agua para capturar a sus presas, las cuales son principalmente insectos acuáticos, y algunas especies de murciélagos de este grupo pueden incluso cazar peces. Un



Ecomorfotipos del género *Myotis* ejemplificados como escudos de armas, en los que se representa la estrategia de caza de cada uno. *Leuconoe* captura principalmente sus presas mediante arrastre con sus patas, *Myotis* está facultado para descender su vuelo para capturar artrópodos y *Selysius* se especializa en depredar insectos al vuelo. Diseño de imagen Cintya A. Segura-Trujillo con licencia de uso de Canva.

miembro distinguido de esta “casa” Leuconoe es el murciélago pescador mexicano (*Myotis vivesi*). Este murciélago enigmático, sólo vive en las islas del Golfo de California y es el único que además de insectos se alimenta de crustáceos y peces marinos, ya que el resto de las especies que ocasionalmente consumen peces lo hacen en agua dulce (lagos y ríos).

La “casa” *Myotis* se compone de especies que tienen una estrategia de caza recolectora, en la que emplean principalmente la boca para capturar a sus presas, por lo que poseen cráneos más anchos y grandes, con alas amplias que los facultan para poder descender a superficies para capturar a presas con su boca y volver al vuelo. La mayoría de los miembros de esta “casa” están en Europa y Norte de África; en América se encuentran sólo cinco especies de este grupo. Un digno representante de la “casa” *Myotis* es el murciélago oreja larga (*Myotis evotis*), que se puede encontrar desde el norte de México hasta Canadá. Para esta especie se ha documentado que, además de insectos, se alimenta de arañas, presas que puede cazar gracias a su aptitud recolectora.

La “casa” *Selysius* está integrada por especies especializadas en cazar su alimento al vuelo, por lo que se distinguen en tener cráneos pequeños, alas largas y angostas con patas pequeñas que se caracterizan por tener una extensión cartilaginosa (llamada calcar) del hueso del talón, la cual está unida al uropatagio, que es la membrana amplia de piel que se encuentra entre las patas y contiene la cola, que se extiende hasta el borde de este. Tanto la cola como la extensión del hueso calcáneo le permiten a este grupo de murciélagos tener mayor control de maniobra en el uropatagio, el cual pueden emplear para capturar insectos, como si fuera una bolsa o una red. La mayoría de las especies de este grupo cazan en espacios abiertos (por encima de los árboles o en el borde de los bosques), por lo que se alimentan principalmente de insectos voladores como las mariposas nocturnas. Como ejemplo tenemos al murciélago orejas de ratón californiano (*Myotis californicus*), que a pesar de su nombre tiene una distribución que va desde Canadá hasta Guatemala y se encuentra en todo México, excepto en la península de Yucatán.

Otro punto en común con “Juego de troncos” es que el clima tiene un papel importante en el desarrollo de la historia. En el caso de los murciélagos orejas de ratón, los períodos geológicos glaciares (enfriamiento extremo) e interglaciares (calentamiento) propiciaron su diversificación, permitiendo que se originaran nuevas especies que se adaptaron tanto a climas fríos como cálidos. Incluso actualmente se siguen encontrando nuevas especies de este género, la mayoría de ellas encubiertas (crípticas), ya que a simple vista no son distinguibles de otras, pero mediante estudios genéticos se corrobora que se trata de especies nuevas para la ciencia. El avance de los estudios genéticos ha permitido la descripción de nuevas especies del género en las últimas dos décadas; por ejemplo, para el 2018 se reportaron 126 especies y actualmente, se consideran alrededor de 140 especies de *Myotis*. Muchas de las nuevas especies se han descrito para Sudamérica; por ejemplo, *M. armiensis*, que recientemente se describió para Costa Rica, Panamá y Ecuador.

El largo linaje de los *Myotis* y sus complejas interacciones de competencia por los recursos ha permitido a sus especies adecuarse y persistir como uno de los géneros de mamíferos dominantes en número de especies y amplia presencia en el planeta, lo que ha desencadenado un creciente interés de los mastozoólogos por descubrir y entender su intrincada historia evolutiva.



La mayoría de los *Myotis* pertenecen a la “casa” *Selysius*. En la figura se muestran dos especies que se distribuyen en México de este ecomorfo. a) murciélago orejas de ratón californiano (*Myotis californicus*): se encuentra en prácticamente todo el territorio mexicano exceptuando la península de Yucatán. b) Murciélago orejas de ratón de patas peludas (*M. pilosatibialis*): se encuentra de Veracruz a la península de Yucatán. Fotografías: Cintya A. Segura-Trujillo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Conacyt por la estancia postdoctoral aprobada (488818) otorgada a CAS-T. Los autores agradecen a la Maestría 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.

LITERATURA CONSULTADA

- Alemseged, Z., et al. 2020. Fossils from Mille-Logya, Afar, Ethiopia, elucidate the link between Pliocene environmental changes and *Homo* origins. *Nature communications* 11:1-12.
- Carrion-Bonilla, C. A., y J. A. Cook. 2020. A new bat species of the genus *Myotis* with comments on the phylogenetic placement of *M. keaysi* and *M. pilosatibialis*. *Therya* 11:508-532.
- Ghazali, M., R. Moratelli, y I. Dzeverin, 2017. Ecomorph evolution in *Myotis* (Vespertilionidae, Chiroptera). *Journal of Mammalian Evolution* 24:475-484.
- Gunnell, G. F., R. Smith, y T. Smith. 2017. 33 million year old *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) and the rapid global radiation of modern bats. *Plos One* 12:e0172621.
- Larsen, R. J., et al. 2012. Genetic diversity of Neotropical *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) with an emphasis on South American species. *Plos One* 7: e46578.
- Morales, A. E., M. Ruedi, K. Field, y B. C. Carstens. 2019. Diversification rates have no effect on the convergent evolution of foraging strategies in the most speciose genus of bats, *Myotis*. *Evolution* 73:2263-2280.
- Otálora-Ardila, A., L. G. Herrera M, J. J. Flores-Martínez, y C. C. Voigt. 2013. Marine and terrestrial food sources in the diet of the fish-eating myotis (*Myotis vivesi*). *Journal of Mammalogy* 94:1102-1110.
- Ruedi, M., y F. Mayer. 2001. Molecular systematics of bats of the genus *Myotis* (Vespertilionidae) suggests deterministic ecomorphological convergences. *Molecular phylogenetics and evolution* 21:436-448.
- Segura-Trujillo, C. A., M. R. Willig, y S. T. Álvarez-Castañeda. 2018. Correspondence between ecomorphotype and use of arthropod resources by bats of the genus *Myotis*. *Journal of Mammalogy* 99:659-667.

Sometido: 21/feb/2022.

Revisado: 08/mar/2022.

Aceptado: 10/mar/2022.

Publicado: 11/mar/2022.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado

¡AY AY AY! ¡YA LLEGÓ TU RATONCITO! EL RATÓN CANTOR

Natalia Martín-Regalado

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, México.
nataliamartinregalado@gmail.com

Aunque para muchas personas los ratones son considerados animales desagradables, éstos son organismos muy importantes en los ecosistemas donde viven, ya que dispersan semillas, forman parte de la alimentación de serpientes, búhos y felinos, e incluso hay especies muy particulares que se alimentan de insectos y “dan serenata”.

El ratón cantor o ratón de cola corta (*Scotinomys teguina*) es un roedor de tamaño pequeño (mide como máximo 140 mm, pesa de 10-16 g) y es de color café chocolate. Es una especie de hábitos principalmente terrestres que utiliza para andar senderos bien transitados a través de la hierba y debajo de los troncos. A diferencia de la gran mayoría de los roedores presenta actividad diurna, que es mayor en las primeras horas de la mañana. Curiosamente se alimenta de escarabajos y otros insectos pequeños, una característica inusual en los roedores. Ambos sexos de este ratón construyen nidos y la reproducción ocurre durante todo el año, con un periodo de gestación de 31 días en promedio para camadas de entre 1 y 3 crías y, a diferencia de otros ratones, presenta tres pares de glándulas mamarias.

El comportamiento más notable de *Scotinomys teguina* es el canto trino, por el que recibe su nombre común. La mayoría de los ratones producen vocalizaciones ultrasónicas, pero el canto de *S. teguina* es mucho más elaborado. La vocalización, canto o llamado comprende una serie de barridos de frecuencia rápida de gran ancho de banda que abarca frecuencias sónicas y ultrasónicas que van de los 10 hasta los 43 kHz. En comparación, los murciélagos insectívoros emiten sonidos que están en frecuencias por arriba de los 20 kHz. Como referencia, la voz humana masculina suele estar entre los 100 y 200 Hz, mientras que la sirena de una ambulancia es de 10 Hz.

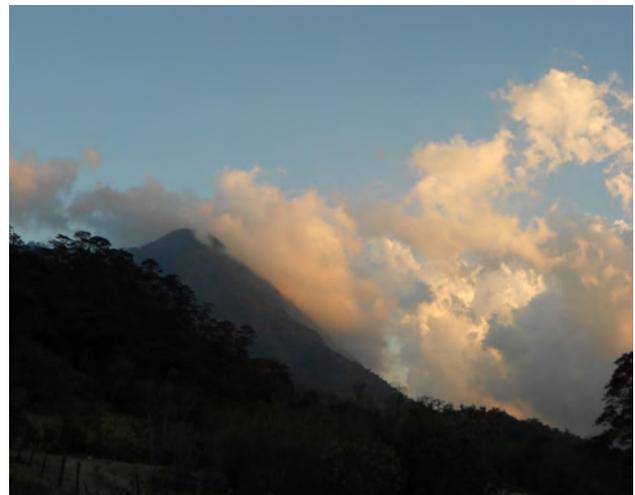
Usualmente, las vocalizaciones del ratón cantor empiezan lento, terminan abruptamente y pueden durar hasta 20 segundos. Como dato curioso, los cantos de estos roedores nunca se enciman, es decir, cada ratón espera a que el otro termine de cantar para comenzar su canto. Cada ratón produce un canto propio, es la forma de decirle a los demás “éste soy yo”. Cuando están cercanos a otros ratones son espectacularmente conversadores.

Se cree que la función de vocalizar juega un papel importante en la comunicación social y sexual. Los machos

cantan para pelear por territorio con otros machos. Machos y hembras se cantan el uno al otro durante el cortejo, pero los machos lo hacen más fuerte quizás porque las hembras no mostraron tener preferencia por los cantos más altos. Cabe mencionar que estos ratones cantan solo en ciertas condiciones y si tienen suficiente energía debido a que normalmente guardan fuerza para pelear o escapar de depredadores.

Recientemente se han realizado estudios sobre la vocalización de *S. teguina* para entender como el cerebro genera respuestas verbales de manera instantánea. Los resultados han evidenciado que sus interacciones tienen grandes similitudes con las conversaciones humanas y entenderlas podría ayudar a tratar enfermedades como el autismo o eventos traumáticos, como un infarto, que se asocian a problemas para conversar. Hasta ahora, se ha descubierto que la región del cerebro llamada corteza motora es necesaria para los humanos y los ratones para interactuar de forma vocal.

Los científicos también han realizado este tipo de estudios en monos, que son los parientes más cercanos a los humanos y con los ratones caseros, pero éstos producen chillidos ultrasónicos simples. El ratón cantor parece ser un modelo ideal para guiar la exploración de los circuitos del habla en humanos y desarrollar nuevos tratamientos, ya que tiene la capacidad de cantarle a otro ratón, como si tuvieran su propia conversación, de manera muy similar a la conversación humana. Así se reveló, además, que mamíferos diferentes a los primates pueden usar la corteza cerebral para controlar sus



Cerro Baúl, San Miguel Chimalapa, Oaxaca hábitat de *Scotinomys teguina*. Fotografía: M. A. García Aguirre, Archivo Maderas del Pueblo del Sureste, A. C.

sonidos. Para la evolución este hallazgo plantea la posibilidad de que el ancestro común de humanos y roedores, que vivió alrededor de hace 100 millones de años, ya tenía esta habilidad.

En cuanto al nombre científico, el género *Scotinomys* proviene del griego *Scotos* que significa oscuro y *mys* ratón, por tanto, su nombre hace alusión a “ratón oscuro”. Existen solo dos especies del género, una es de la que ya hablamos y la otra es *Scotinomys xerampelinus* que presenta la cola más larga que 64 mm, y es conocida como ratón cantor de cola larga. Esta especie se encuentra en ambientes fríos, en los bosques subtropicales y pastizales de gran altura en Panamá y Costa Rica, mientras que *Scotinomys teguina* presenta una cola más pequeña de 64 mm de largo y habita en los bosques templados húmedos del este de Oaxaca, a través de Chiapas, México y Centroamérica hasta el oeste de Panamá. Actualmente, *S. teguina* se encuentra en la Norma Oficial Mexicana 059 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM-059-SEMARNAT-2010) enlistada como sujeta a protección especial, debido principalmente a la pérdida de la cubierta vegetal provocada por actividades humanas.

Faltan más estudios que proporcionen información básica de los ratones cantores, además de investigaciones que nos revelen más detalles de su vocalización y las similitudes con otros mamíferos. Es tarea de todos cuidar de esta y más especies, que sin duda son importantísimas para entender desde la comunicación humana hasta la dinámica de los ecosistemas donde viven.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que facilitaron las fotografías que se presentan en este documento.

LITERATURA CONSULTADA

- Burkhard, T. T., R. R. Westwick, y Phelps, S. M. 2018. Adiposity signals predict vocal effort in Alston's singing mice. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285:20180090.
- Ceballos, G., y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of the North America*. John Wiley and Sons. Inc., New York, USA.
- Hooper, E. T. 1972. A synopsis of the rodent genus *Scotinomys*. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 665:1-32.
- Okobi, D. E., A. Banerjee, A. M. Matheson, S. M. Phelps, y M. A. Long. 2019. Motor cortical control of vocal interaction in neotropical singing mice. *Science* 363:983-988.
- Reid, F. 2009. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, New York, USA.
- Reid, F., J. Pino, y R. Samudio. 2016. *Scotinomys teguina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T20052A22390040. Accessed on 12 February 2022.
- 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.



Ratón cantor de cola corta (*Scotinomys teguina*). Fotografía: L. Siles.

Sometido: 22/feb/2022.

Revisado: 09/mar/2022.

Aceptado: 10/mar/2022.

Publicado: 12/mar/2022.

Editor asociado: Dra. Tania A. Gutiérrez García.

EL CURIOSO CASO DE LA PRIMERA MUSARAÑA DESCRITA EN MÉXICO

Lázaro Guevara

Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México. llg@ib.unam.mx

Las musarañas habitan en prácticamente todo México. Hoy en día, se ha avanzado notablemente en el conocimiento que tenemos acerca de ellas en este país. Pero, ¿cuándo, cómo y dónde empezamos a conocerlas?

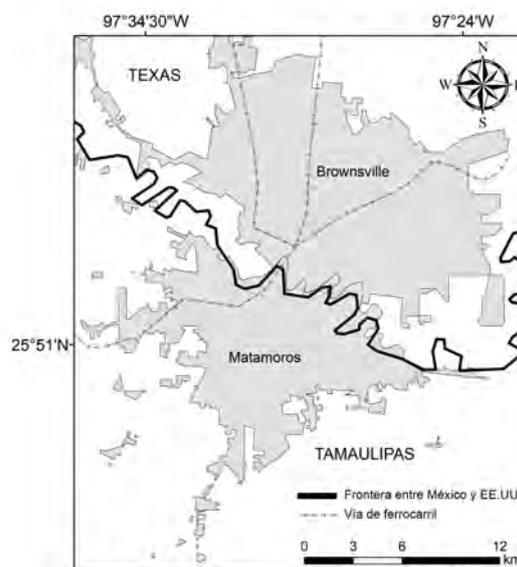
Las musarañas son esos pequeños mamíferos (de 2 a 100 g de peso) reconocidos por ser voraces depredadores de insectos y lombrices; una reputación que ha sido bien ganada, ya que pueden consumir hasta el doble de su propio peso en solo un día. En México, son un grupo de mamíferos muy diverso y ampliamente distribuido, habitan desde lugares a nivel del mar hasta regiones montañosas que superan los 4,000 m de elevación. Hoy en día, hay cerca de 40 especies de musarañas en el país y casi 5,000 registros de ellas en museos de historia natural. Las musarañas siguen siendo uno de los grupos menos estudiados y conocidos en México, aunque durante las últimas dos décadas se ha avanzado notablemente en su conocimiento. Pero, ¿cuándo, cómo y dónde empezamos a conocer a las musarañas en nuestro país?

Para contestar esto, primero debemos viajar a 1857, año en que iniciaba la Guerra de Reforma entre liberales y conservadores, se promulgaba la Constitución durante la presidencia de Ignacio Comonfort y se fundaba el primer equipo de fútbol soccer de la historia, el Sheffield F. C. de Inglaterra. En aquel entonces, el gobierno de los EE.UU. tenía interés en construir una línea de ferrocarril que permitiera ir desde el este de ese país, por el cruce del río Mississippi, hasta la costa del Pacífico. El trayecto del ferrocarril cubriría unos 3,000 km, algo así como viajar en línea recta desde Mexicali en Baja California hasta Motozintla en Chiapas.

Para construir esta vía de ferrocarril, primero necesitaban saber cuál podría ser la ruta que fuera más práctica y que generara el menor costo posible, por lo que ya se había emprendido una exploración colosal con la intención de conocer la geología, el clima, los ríos, la gente y básicamente todo lo que existía en la región. Esa exploración duró muchos años e involucró a cientos o tal vez miles de personas. Una etapa de dicha exploración estaba destinada a conocer las plantas y animales que habitaban a lo largo del trayecto que recorrería el ferrocarril, lo cual implicaba que diversos naturalistas (personas que estudian las ciencias naturales) colectaran especímenes de diversos grupos de vertebrados,

como reptiles, aves y mamíferos. Los especímenes fueron enviados al *Smithsonian Institution* en Washington D.C. para ser preservados y estudiados, y Spencer F. Baird fue el encargado de redactar el informe general sobre la fauna de las diversas rutas ferroviarias.

Entre el material que Baird recibió y estudió en Washington D. C. estaban cuatro musarañas de los alrededores de Matamoros, Tamaulipas, a unos metros de Brownsville, Texas, y del río Bravo (o río Grande) que sirve como frontera natural entre los dos países. Es muy probable que los ejemplares hayan sido colectados por Jean-Luis Berlandier, un naturalista francés-mexicano que conoció mejor que nadie esa región fronteriza. Adentrándose un poco más en la historia, es curioso darse cuenta que esas musarañas debieron haber sido colectadas mucho antes de 1857, ya que Berlandier falleció en 1851, tratando de cruzar un río al sur de Matamoros montado en su caballo. Algunas cartas que aún se preservan indican que la viuda de Berlandier entregó gran parte del material que su esposo había colectado al teniente Darius N. Couch, un naturalista estadounidense que estuvo en Matamoros en 1853. Couch se encargó de empacar y enviar ese material a Baird hasta la ciudad de Washington.



Mapa actual que muestra las ciudades fronterizas de Matamoros y Brownsville, así como las vías de ferrocarril que cruzan la región. Mapa: Lázaro Guevara.

Sin embargo, algo que pocos saben es que Couch también aprovechó para hacer colectas mientras estaba en Matamoros, así que bien pudo haber sido él quien haya colectado esas musarañas y no Berlandier. Lo que es cierto es que Couch estaba convencido que todos los ejemplares colectados en el área de Matamoros y Brownsville, tanto por él mismo como por Berlandier, eran sumamente importantes para la ciencia, al grado de no dudar en utilizar sus propios fondos para hacer sus colectas y para salvar los ejemplares que Berlandier había colectado años antes. Tal vez nunca sabremos con certeza si los ejemplares de musarañas fueron colectados en 1853 por Couch o si habrían sido colectados años antes por Berlandier. Cualquiera que haya sido el origen de estos primeros especímenes científicos de musarañas en México, Baird decidió dedicar el nombre científico de esta nueva especie a Berlandier, llamándola *Blarina berlandieri* (actualmente *Cryptotis berlandieri*).

Esta musaraña se caracteriza por su tamaño relativamente pequeño entre todas las especies conocidas para México, con una longitud de 10 cm y un peso de solo 6 g. Posee un cuerpo moderadamente robusto, con orejas diminutas y ocultas por el pelaje. La cola es corta y las patas son anchas y fuertes. Actualmente, sabemos que *Cryptotis berlandieri* se distribuye desde el sur de Texas hasta el centro y occidente de México, atravesando estados como Guanajuato, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco y Michoacán.

La ruta de ferrocarril se logró finalizar algunos años después, uniendo a los EE.UU. de este a oeste. Su planeación y ejecución trajo, entre muchas cosas, el descubrimiento de especies que hasta ese entonces eran desconocidas para la ciencia, tal como esta pequeña especie de musaraña. Pero no crean que a partir de ese descubrimiento se empezó avanzar decididamente en el conocimiento de musarañas en México; de hecho, en los 30 años siguientes supimos prácticamente nada acerca de ellas. Fue hasta finales del siglo XIX cuando finalmente empezamos a conocer mejor la riqueza y distribución de musarañas en México, gracias al inicio de una nueva expedición biológica monumental, aunque con objetivos muy diferentes a la del ferrocarril en EE.UU., pero esa es otra historia.

Todo tiene un inicio. El origen del conocimiento de las musarañas en México está ligado a la construcción de los ferrocarriles y al interés de los naturalistas de aquella época de estudiar cualquier planta o animal que se atravesara por su camino.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los revisores que mejoraron la presentación de este artículo, el cual dedico a los futuros mastozoólogos de este país, que eventualmente serán parte de historias fascinantes.

LITERATURA CONSULTADA

- Baird, S. F. 1857. Reports of explorations and surveys for a railroad route from the Mississippi River to the Pacific Ocean. Beverly Tucker. Washington, D.C., EE.UU.
- Conant, R. 1968. Zoological exploration in Mexico: the route of Lieut. D. N. Couch in 1853. American Museum Novitates 2350:1-14.
- Emory, W. H. 1857. Report on the United States and Mexican boundary survey: made under the direction of the secretary of the Interior (No. 135). A. O. P. Nicholson. Washington, D.C., EE.UU.
- Guevara, L. 2021. The legacy of the fieldwork of E. W. Nelson and E. A. Goldman in Mexico (1892-1906) for research on poorly known mammals. History and Philosophy of the Life Sciences 43:1-14.



Ilustración de la primera musaraña descrita en México, *Blarina berlandieri* (hoy *Cryptotis berlandieri*) (Tomado de Baird, 1857, lámina 18).

Sometido: 21/feb/2022.

Revisado: 14/mar/2022.

Aceptado: 16/mar/2022.

Publicado: 17/mar/2022.

Editor asociado: Dr. Juan Pablo Ramírez Silva

“¡SI EL BOSQUE QUEMARÁS, POCO ME VERÁS!” - LE DIJO EL OCELOTE AL FUEGO

Sheyla Nallely Muñoz-Belmont^{1*}, Juan Pablo Esparza-Carlos¹, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos¹ y Pedro Camilo Alcántara-Concepción².

¹Departamento de Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México. sheyla.munoz@alumnos.udg.mx (SNM-B), juan.esparza@academicos.udg.mx (JPE-C), liniguez@academicos.udg.mx (LII-D).

²Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica de la División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato, México. camilo.alcantara@ugto.mx (PCA-C).

* Autor de correspondencia

Una antigua leyenda cuenta que el ocelote era de piel dorada y estaba enamorado de la Luna. Para él, nadie más podía brillar por lo que le exigió a un cometa, que se fuera. Pero el cometa, enojado, le lanzó piedras y fuego, causándole esas manchas oscuras que lo caracterizan.

Esta leyenda mexicana habla de cómo el fuego quemó al ocelote (*Leopardus pardalis*) y ahora tiene manchas. Es posible que, aún en la actualidad, al ocelote no le guste el fuego. El fuego no sólo cambiaría su apariencia de por vida, como cuenta la leyenda, sino que, incluso en la vida real, podría cambiar su forma de vivir, si el fuego provocara un incendio forestal ¿Qué pasa si el fuego afecta el lugar donde vive, su hábitat?

Mientras ocurre el incendio, el ocelote, para sobrevivir, deberá huir de ahí para evitar quemarse, pero cuando el fuego haya cesado, tiempo después ¿podría el ocelote regresar a donde solía vivir? Eso dependerá de la extensión y severidad del incendio, de cuánto se transformó el hábitat.

Cuando los árboles, arbustos y herbáceas que suelen conformar su hábitat desaparecen y dejan espacios grandes sin vegetación en el bosque (llamados claros), se puede considerar que el incendio provocó cambios drásticos; mientras que, cuando sólo algunos árboles murieron dejando claros de menor tamaño, los daños pueden ser intermedios; y cuando los árboles no mueren y los daños solo son en la vegetación herbácea y arbustiva, el daño se puede considerar menor. Si el incendio solo ocasionó daños menores, tal vez el ocelote regrese pronto, porque el hábitat aún conserva características que le gustan al ocelote para vivir. Sin embargo, si el lugar cambió drásticamente por el fuego y fue una zona muy

extensa, dependerá entonces de la tolerancia del ocelote a esos cambios en el hábitat. Si el ocelote aún es capaz de alimentarse, descansar, dormir y reproducirse, en el lugar, todo estará bien, de no ser así su supervivencia podrá verse afectada.

El ocelote es un felino de tamaño mediano; los adultos pesan de 6 a 16 kg. Su color varía desde el gris claro, canela, hasta el amarillo. Todo el cuerpo está cubierto de manchas sólidas y rosetas negras, que pueden fusionarse en líneas hacia los lados; la cola está manchada y anillada con negro. Se puede identificar a los individuos mediante la interpretación de fotografías debido a que su patrón único de manchas y rosetas no se repiten entre los individuos, al igual que las huellas dactilares en humanos.

El ocelote vive en una variedad de ambientes, como selvas, bosques subtropicales de montaña y manglares. Se alimenta de cualquier vertebrado que pueda cazar, sobre todo roedores, como ratas, ratones, ardillas y tepezcuientes o pacas, pero también puede comer otros mamíferos, como conejos, tlacuaches, comadrejas, zorrillos, armadillos y hasta venados (los cervatos), temazates y monos. También consume aves pequeñas y medianas, y reptiles. Generalmente, es más activo durante la noche que durante el día.

Al ser un felino, su estrategia de caza es por acecho y emboscada, lo que implica que debe seguir a su presa sigilosamente, ocultándose hasta estar lo suficientemente cerca para dar una pequeña carrera y saltar para capturarla. Para esconderse, utiliza arbustos, rocas u otros elementos de la parte baja (estratos herbáceos y arbustivos) de los bosques y selvas, los cuales, en conjunto, se llaman sotobosque. El terreno le puede ayudar a esconderse, si está inclinado (la pendiente del terreno), si existe un borde de vegetación e incluso la sombra de la copa de árboles. Todos estos elementos del entorno pueden ser un escondite para el ocelote, para poder acechar a sus presas y emboscarlas antes de que ellas lo vean y salgan corriendo.

Al ser buenos trepadores, pueden subir a un árbol para cazar aves que están durmiendo u observar a sus presas desde lo alto. Cuando atrapa a su presa la manipula, enterrándole los colmillos y garras para inmovilizarla; posteriormente suele llevarla a un sitio dónde no lo molesten y comer con tranquilidad; por ello, requiere de un nuevo escondite, como subir a un árbol o meterse entre la vegetación espesa, dónde ningún otro ocelote u otro depredador sea capaz de verlo y quitarle su comida. Su estrategia de caza nos muestra lo importante que son las características de su hábitat para poder alimentarse, pues además de que requiere tener presas abundantes, necesita de vegetación lo suficientemente densa en la que pueda cazar, esconderse y sentir seguridad para sobrevivir y reproducirse.

Desafortunadamente, en México se encuentra en la categoría de especie en peligro de extinción. Esta categoría se le ha asignado debido a la cacería, la disminución de sus presas y por la destrucción, transformación y fragmentación de su hábitat, por diferentes actividades humanas, como ganadería y agricultura.

Otra perturbación en su hábitat que últimamente se ha incrementado, son los incendios forestales; en México la mayoría son provocados por los humanos. Un incendio forestal cambia las características del hábitat en las que el ocelote está acostumbrado a vivir; si el cambio es muy abrupto, es muy probable que el incendio influya de manera negativa al ocelote, por lo tanto, le será muy difícil o imposible habitar ahí.

El ocelote requiere que el hábitat afectado por el fuego recupere las condiciones que le facilitan sus actividades de supervivencia, como la cobertura de los arbustos adecuada para cazar a sus presas, lo cual puede tardar muchos años. Si el impacto del incendio es severo en su hábitat, el ocelote usualmente evitará los sitios afectados y se desplazará a sitios cercanos donde existan buenas condiciones para su supervivencia.

Alejarse de su territorio no siempre es la mejor solución para el ocelote desplazado, ya que es probable que, al ubicar un nuevo sitio con lo adecuado para sobrevivir, ya se encuentren muchos otros ocelotes ahí, y esto limite el espacio para los ocelotes que recién llegan a la zona. Todo lo anterior es lo que se sabe acerca de los ocelotes ante los cambios en su hábitat, de manera general. Sin embargo, no sabemos qué ocurre con los ocelotes cuando hay incendios en México, por lo que nos pusimos a investigar al respecto.

Al suroeste del estado de Jalisco, México, en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, ocurrió un incendio de gran extensión (18,000 ha) en el 2017. Toda la parte baja del bosque se quemó; en algunas áreas se murieron grupos de árboles, y en otras el impacto del incendio fue severo. Tres años después del incendio, en el 2020, muchos árboles que se quemaron o se secaron por el calor, se cayeron y dejaron grandes claros en el bosque. En estas áreas ya no hay sombra de los árboles, y las especies de arbustos que se benefician de las áreas quemadas se han vuelto muy densos. En otras áreas, donde el suelo es pedregoso o somero, no han crecido muchos arbustos y se ve hasta grandes distancias, es decir, que no hay sotobosque disponible.

Nuestro estudio se realizó en el 2020, con la finalidad de ver si el ocelote hacía uso de las zonas que fueron quemadas hace tres años. Para esto, usamos dispositivos que de manera automática toman una fotografía cuando un animal pasa frente a una cámara enlazada a un sensor de movimiento (llamamos a este dispositivo cámara-trampa). Estas cámaras se usan comúnmente para el estudio de la fauna silvestre. Al mismo tiempo, colocamos cámaras en una zona adyacente, que no fue

afectada por el incendio forestal, con la finalidad de comparar el uso de las áreas (las que se incendiaron y las que no) por parte del ocelote.

Durante 10 meses, vimos que el ocelote usó muy poco la zona afectada por el fuego; obtuvimos únicamente seis registros, a diferencia de la zona que no se quemó, donde se obtuvieron 51 registros. Los seis registros de ocelotes en la zona afectada por el incendio fueron en sitios donde el fuego provocó menos daños, los árboles se mantuvieron en pie, y la estructura del bosque no cambió mucho. Además, dos de los seis ocelotes que se registraron dónde se quemó, después también fueron fotografiados en la zona no afectada, es decir, que regresaron al sitio de su preferencia. Esto nos muestra que el ocelote no encontró los elementos necesarios del hábitat para su supervivencia en la zona que fue afectada por el incendio.

A través de las fotografías, también pudimos conocer la relación del ocelote con otras especies de depredadores de menor tamaño, llamados mesodepredadores, como el tigrillo o margay (*L. wiedii*). El ocelote y el tigrillo son competidores, debido a que ambos pueden ocupar el mismo hábitat y sus presas



Ocelote macho (*Leopardus pardalis*) con mayor número de fotografías en diferentes sitios de la zona que no fue afectada por el incendio. Fotografía: Juan Pablo Esparza-Carlos y Sheyla Nallely Muñoz-Belmont.



Ocelote (*Leopardus pardalis*) en un sitio de la zona afectada por el incendio forestal, el incendio en esta zona fue de baja intensidad. Fotografía: Juan Pablo Esparza-Carlos y Sheyla Nallely Muñoz-Belmont.

son similares. Se sabe que el ocelote, bajo ciertas condiciones, puede desplazar al tigrillo. A este fenómeno se le conoce como "efecto pardalis", que viene del nombre científico del ocelote (*Leopardus pardalis*), y se refiere al miedo que genera el ocelote sobre otros depredadores de menor tamaño. Por lo general, felinos de menor tamaño, evitan sitios de encuentro con el ocelote para evitar ser depredados. Y en este estudio, no fue la excepción, ya que el ocelote, al parecer, desplazó al tigrillo a la zona afectada por el incendio. Aunque este desplazamiento signifique tolerar hábitats menos favorables y en consecuencia una vida más difícil. Inclusive, esta conducta de evasión por parte del tigrillo a causa del ocelote se observó también en la zona donde no ocurrió el incendio, es decir, el tigrillo usa los sitios que el ocelote no usa o usa con menor frecuencia.

Desde esta perspectiva, el ocelote no es el más afectado por los cambios ocasionados por el efecto del incendio; tal vez el tigrillo u otros mesodepredadores sean más afectados. Sin embargo, el ocelote es el que tiene menor tolerancia a los cambios ocasionados por el incendio forestal, pero no sabemos en qué magnitud en espacio y tiempo. Por eso, es importante seguir estudiando su respuesta ante este tipo de perturbación.

Aunque los incendios forestales son parte de la dinámica de los ecosistemas de manera natural, el ser humano ha modificado los regímenes de incendio. Un régimen de incendio se caracteriza por la extensión, severidad y frecuencia en que ocurren los incendios. En algunos de los bosques donde habita el ocelote, como los bosques de pino-encino en el occidente de México, un incendio se puede presentar cada 1 a 35 años, en bosques húmedos de coníferas cada 35 a 200 años, mientras que las selvas húmedas o los bosques mesófilos de montaña, nunca o rara vez se queman de manera natural. A veces ocurre algún incendio, pero después de 200 años o más.

La fauna está adaptada al régimen natural de incendios según el tipo de vegetación que ahí se desarrolla. Actualmente, los incendios son más frecuentes, debido a que la mayoría son provocados por el humano, alterando así el régimen de incendios y tal vez a la fauna le cueste más trabajo o ya no pueda recuperar sus poblaciones previas al incendio. Además, al parecer los incendios serán más frecuentes, debido al cambio climático global, que incrementa la temperatura y produce más materia seca en los bosques, que son inflamables y con mayor probabilidad de quemarse.

Antes de nuestro estudio, no existía información sobre el impacto directo o indirecto de los incendios forestales sobre los ocelotes, que es una especie en categoría de riesgo. Es importante seguirla estudiando y analizar lo que pasa con estos felinos después de un incendio por más tiempo y así, a futuro, contar con elementos para tomar medidas de manejo y prevención, con la finalidad de conservar esta importante especie y su hábitat en la mejor condición posible.

Después de tres años de ocurrido un incendio de gran extensión, el ocelote casi no hace uso de la zona afectada por el fuego, probablemente porque el hábitat no le favorece para atrapar a sus presas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo a CONACyT, con la beca asignada a S. N. Muñoz Belmont; a la Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales de la Universidad de Guadalajara; a la Estación Científica de las Joyas y su personal: V. Güitrón, C. Quiñonez, A. Aragón y J. Loera. A la Dirección de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán CONANP: F. Gavito, L. López, G. Guzmán y M. Rodríguez; a la Brigada de Incendios de Tecopatlán, en especial a M. Anguiano (jefe de brigada), así como al vigilante comunitario de Cuzalapa E. Elías Bartolo. A Idea Wild, por haber donado seis cámaras-trampa y un GPS. Y a los voluntarios en el trabajo de campo: M. F. Barber Mir, M. D. García, S. Proust y C. Sabaté.

LITERATURA CONSULTADA

- Aranda, M., 2005. *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) Ocelote. en: Ceballos, G., Oliva, G. (Eds.). Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO-FCE. Distrito Federal, México.
- Ceballos, J. A. 2018. Las manchas del ocelote. Pp. 56-59 en Lengua Materna. Libro de español. Lecturas Segundo Grado (Dirección de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública, ed.) Secretaría de Educación Pública. Distrito Federal, México.
- Esparza-Carlos, J. P., J. A. Guerrero-Delgado, L. I. Iñiguez-Dávalos, y J. C. Gómez-Llamas. 2014. Frecuencia de presas, estructura de hábitat y su relación con el riesgo de depredación por jaguar y puma, relaciones que favorecen la biodiversidad: Informe técnico. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- Esparza-Carlos, J.P., L.I. Iñiguez-Dávalos, y J. Laundré. 2018. Microhabitat and presence of top predators affect prey apprehension in a subtropical mountain forest. *Journal of Mammalogy* 99: 96-607
- Jardel-Peláez, E. J., et al. 2009. Regímenes de fuego en ecosistemas forestales de México. Pp. 73-100 en: Impacto ambiental de incendios forestales. (Flores-Garnica, J. G., ed.). Mundi-Prensa México. Distrito Federal, México.
- Murray, J. L., y G. L. Gardner. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species* 548:1-10.
- Nasi, R., R. et al. 2001. Los incendios forestales y la diversidad biológica. www.fao.org/3/y3582s/y3582s08.htm, Consultado el 20 mayo de 2020.
- Paviolo, A., et al. 2015. *Leopardus pardalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T11509A97212355.
- Pérez-Irinea, G., y A. Santos-Moreno. 2014. Density, distribution, and activity of the ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican rainforests. *Revista de Biología Tropical* 62:1421-1432.
- Pérez-Irinea, G., y A. Santos-Moreno. 2015. El ocelote: el que está marcado con manchas. *CONABIO. Biodiversitas* 117:7-5.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. Programa de acción para la conservación del ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), SEMARNAT/ CONANP. Distrito Federal. México.
- 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. México. 21 de junio de 2010.
- Vanbianchi, C. M., M. A. Murphy, y K. E. Hodges. 2017. Canada lynx use of burned areas: Conservation implications of changing fire regimes. *Ecology and Evolution* 7:2382.2394.

Sometido: 28/feb/2022.

Revisado: 17/mar/2022.

Aceptado: 22/mar/2022.

Publicado: 24/mar/2022.

Editor asociado: Dr. Gerardo Sánchez-Rojas.

EL ÚNICO E INIGUALABLE TEPEZCUINTLE: UN PILAR DE LAS INTERACCIONES EN LAS SELVAS DE MÉXICO

Yuriana Martínez Ceceñas^{1*} y Avril Figueroa de León²

¹El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

limbizkit_07_yr@hotmail.com

²Instituto Empresarial y de Certificación Biotransformo. Oaxaca de Juárez, Oaxaca,

México. iecb.avril.figueroa@gmail.com

*Autor de Correspondencia

Desde tiempos prehispánicos, el tepezcuintle ha sido un mamífero muy apreciado por diversas culturas. Para los chinantecos, pueblo originario de México que habita en el noreste del estado de Oaxaca y Veracruz, este roedor es la madre del sol y la luna, lo que explica su coloración y mejillas abultadas. En la actualidad, el tepezcuintle es un animal poco conocido a pesar de su gran importancia ecológica y cultural.

Las interacciones son relaciones recíprocas entre dos o más seres vivos o cosas y desde que existimos están presentes en nuestra vida cotidiana. Nos relacionamos con todo lo que nos rodea y en un contexto ecológico podemos decir que, las tramas que entretretemos por medio de las interacciones son los hilos que sostienen la vida en el planeta. En cualquier ecosistema (conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre sí y con su ambiente físico), es importante conocer las interacciones que existen para comprender cómo éste funciona y las consecuencias que habría si alguna interacción cambia o se interrumpe.

En la interacción planta-animal puede surgir un proceso ecológico conocido como dispersión de semillas, donde planta y animal se benefician. El animal se alimenta del fruto y gracias a ello, la semilla de la planta es dispersada. En los bosques tropicales como la Selva Lacandona en Chiapas, México, se estima que entre el 51 y el 90 % de las especies de árboles que existen dependen de algún mamífero para dispersar sus semillas y así contribuir a su supervivencia.

Uno de estos mamíferos es el tepezcuintle, cuyo nombre científico es *Cuniculus paca*, el "tepe" para los cuates. Es el roedor más grande de México y se distribuye desde el sur-sureste del país hasta el Istmo de Tehuantepec, subiendo por la vertiente del Golfo de México hasta San Luis Potosí. Este

mamífero se caracteriza por su cuerpo fuerte y robusto, la cabeza y los ojos son grandes, el pelaje es corto y grueso, el cual varía de color desde el marrón rojizo a chocolate negro o gris humo y presenta un patrón de manchas irregulares de color blanco o amarillento pálido sobre los costados. El tepezcuintle tiene bigotes largos y su piel es áspera; las orejas son pequeñas al igual que la cola, que además es desnuda y no es visible o apenas es perceptible. Los adultos llegan a pesar entre 5 y 13 kg. Sus patas son cortas y los dedos son alargados. Presentan cinco dedos, todos con garras cortas y chatas, pero tanto el pulgar como el meñique están muy reducidos, de modo que, dependiendo de la marcha y del terreno, se marcarán tres (los tres centrales) o cinco dedos.

Dado que el tepezcuintle tiene una visión limitada, su olfato está muy desarrollado y esto permite la detección de depredadores y a reconocer los senderos por donde transita, ya que va marcando con un olor particular el camino por donde pasa. Además, a partir de la estimulación olfativa durante el cortejo, se desencadena en los machos un comportamiento de juego peculiar, donde se acerca y aleja de las hembras por medio de saltos rápidos. Por otra parte, el oído agudo permite a los tepezcuintles evitar a los depredadores, competidores o prevenir amenazas y también a comunicarse entre individuos, por ejemplo, cuando una madre llama a su cría.



Tepezcuintle (*Cuniculus paca*) en la Selva Lacandona, Chiapas, México.
Fotografía: Avril Figueroa de León.

Este roedor se puede observar de noche o madrugada cuando sale de su madriguera a buscar comida. En la Selva Lacandona, se ha documentado que el tepezcuintle consume más de 20 frutos distintos, entre ellos se encuentran el jobo (*Spondias mombin*), el guapaque (*Dialium guianense*), los corozos (*Attalea butyracea*) y las anonas (*Annona esclerodermia*). Al ser un animal oportunista, es decir, que aprovecha lo que hay disponible en el medio, también se alimenta de diversos cultivos, tales como el maíz, calabaza, aguacate, plátano, mango, entre otros.

A este roedor glotón le encantan las frutas, tanto que las acarrea a un lugar apartado (conocido como comedero) donde puede amontonarlas y almacenarlas. En estos sitios, las semillas de los frutos pueden permanecer varios días o meses y ser buscadas posteriormente por el tepezcuintle cuando hay escasez de frutos. No obstante, en ocasiones las semillas llegan a germinar y crecer en estos lugares, estableciéndose lejos del árbol progenitor, aumentando así la probabilidad de supervivencia de dicho árbol. Esto se ha observado en semillas grandes como las de los mangos (*Mangifera indica*), mameyes (*Pouteria sapota*), aguacates (*Persea americana*) y sonzapote (*Licania platypus*), las cuales difícilmente otro mamífero las puede dispersar como lo hace el tepezcuintle.

Cuando se alimentan de frutos pequeños como el amate (*Ficus insipida*), el hule (*Castilla elástica*), el ramón (*Brosimum alicastrum*) o el frijolillo (*Cajoba arborea*), la dispersión se realiza de forma distinta. Si las semillas no se destruyen al pasar por el sistema digestivo, pueden ser dispersadas por medio de las heces. El tepezcuintle defeca en el agua, lo cual ayuda a que las semillas que están en las heces sean dispersadas a una mayor distancia, es decir, llevan a cabo una dispersión secundaria.

Los frutos y semillas que consume este roedor también pueden ser alimento de otros animales, los cuales podrían convertirse en su competencia cuando la disponibilidad de alimento es limitada. En la Selva Lacandona, se han registrado 11 mamíferos, al menos dos aves y un reptil que comparten parte de la dieta del tepezcuintle. Estos animales son: a) mamíferos: mapache, guaunque, coatí, pecarí de collar, pecarí de labios blancos, tapir, tlacuache común, tlacuache cuatro ojos, venado temazate, y venado cola blanca; b) aves: ocofaisán, y momoto y; c) reptiles: iguana verde.

Otro de los recursos indispensables para la supervivencia del tepezcuintle son las madrigueras, que pueden estar bajo raíces de árboles grandes, dentro de troncos caídos o bajo el suelo, casi siempre cercanas a cuerpos de agua (menos de 25 metros). Las madrigueras subterráneas pueden ser construidas por los tepezcuintles o bien, éstos pueden ocupar y modificar madrigueras construidas por otros animales, como armadillos o iguanas. También se ha



Tepezcuintle acarreado un fruto y llevándolo al comedero.
Fotografía: Yuriana Martínez Ceceñas.

observado que las madrigueras pueden ser utilizadas por distintos animales, aunque no de manera simultánea con el tepezcuintle, quizá para evitar encuentros desagradables y salir lastimados. Algunas especies que se han registrado en las madrigueras que utilizan los tepezcuintles son: guaunque, pecarí de collar, tlacuache común, tlacuache cuatro ojos, zorrillo, armadillo de nueve bandas, armadillo de cola desnuda e iguana verde.

Por otra parte, el tepezcuintle también es un eslabón importante dentro de la cadena alimenticia de carnívoros en peligro de extinción como el jaguar y el ocelote. Además, este roedor también representa una fuente de alimento para el ser humano y aunque, en general la dependencia del hombre hacia los animales silvestres se ha disminuido, el tepezcuintle sigue siendo de las presas más apreciadas en los sitios donde habita, especialmente en la Selva Lacandona.

La mayoría de los lugareños menciona que prefieren cazar al tepezcuintle, en lugar de otros animales como los venados y los jabalíes, ya que su carne es más suave y tiene un sabor exquisito. Desafortunadamente, el tepezcuintle ha sido cazado indiscriminadamente y por tanto ha desaparecido de algunas localidades tanto de la Selva Lacandona en Chiapas como del estado de Tabasco, y en otras regiones de México podría llegar a desaparecer en las próximas décadas ya que sus poblaciones han disminuido y quedan ya muy pocos individuos.

Si el tepezcuintle desapareciera de nuestras selvas, se iniciaría una serie de efectos cascada sobre las interacciones en estos ecosistemas. Por ejemplo, la composición y estructura de la vegetación se modificaría: las poblaciones de árboles con frutos de semillas grandes como el mamey y el sonzapote se reducirían cada vez más y se fragmentaría su distribución, con lo que aumentaría el riesgo de su extinción. En consecuencia, otros animales que también se alimentan de estas plantas podrían desaparecer o trasladarse a diferentes sitios donde encuentren frutos de los cuales alimentarse, generando así un bosque vacío. Por otro lado, los animales que utilizan las mismas madrigueras que el tepezcuintle se verían obligados a buscar otros refugios, aumentando así el riesgo de ser depredados mientras están buscando un nuevo hogar. Así mismo, los depredadores también perderían una de sus presas, por lo que podrían verse obligados a modificar su comportamiento de caza para poder sobrevivir. Para el ser humano perder al tepezcuintle representaría no solo perder uno de sus alimentos preferidos, sino también parte de su cultura milenaria, ya que desde tiempos prehispánicos ha estado presente en cuentos y leyendas.

Afortunadamente, en México y específicamente en la Selva Lacandona aún existe el tepezcuintle, sin embargo, es necesario realizar acciones que favorezcan su cuidado y conservación. En México, existe un plan de aprovechamiento tipo para el tepezcuintle elaborado por la SEMARNAT, que tiene como finalidad proporcionar información técnica a aquellos interesados en establecer una UMA intensiva (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) para abastecer la demanda de carne de fauna silvestre. Sin embargo, es necesario recalcar que la información presentada en dicho documento es específica para las UMAs intensivas y que, por tanto, debe manejarse responsablemente, además de ajustarse a las necesidades y características de cada localidad.

Por otra parte, si se deseara contar con una UMA extensiva o simplemente contribuir a la conservación del tepezcuintle en vida silvestre, algunas de las acciones que se pueden implementar son: mantener e incluso sembrar más plantas cuyos frutos son alimento del tepezcuintle, para asegurar que este roedor tenga alimento durante todo el año

Therya *ixmana*, 2022, Vol. 1(2):74-76

y que sea suficiente para poder mantener a sus crías. También podrían conservarse árboles grandes, troncos gruesos que estén tirados y tocones o cualquier otra estructura resistente donde el tepezcuintle pueda hacer sus madrigueras y refugiarse de los depredadores y mal clima. Se sugiere que estas madrigueras se encuentren cerca del agua (a 25 metros máximo), ya que se ha observado que cuando el tepezcuintle es perseguido se avienta al agua para escapar, incluso puede permanecer algunos minutos buceando en el fondo. Reducir la cacería es un punto clave para que este roedor pueda seguir existiendo en nuestras selvas, pues la cacería es uno de los principales factores de disminución de sus poblaciones.

Compartir esta información ayudará a que más personas conozcan la importancia del roedor más grande de México: el único e inigualable tepezcuintle, un pilar de las interacciones en las selvas de México.



Cría de tepezcuintle capturada después de la caza de su madre.
Fotografía: Yuriana Martínez Ceceñas.

LITERATURA CONSULTADA

- Aranda, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- Dubost, G., y O. Henry. 2006. Comparison of diets of the acouchy, agouti and paca, the three largest terrestrial rodents of French Guianan forests. *Journal of Tropical Ecology* 22:641-651.
- Figueroa-de-León, A., et al. 2016. Cavity occupancy by lowland paca (*Cuniculus paca*) in the Lacandon Rainforest, Chiapas, Mexico. *Tropical Conservation Science* 9:246-263.
- Figueroa-de-León, A., et al. 2017. Abundance, density and habitat use of lowland paca (*Cuniculus paca*, Rodentia: Cuniculidae) in the Lacandon Rainforest, Chiapas, Mexico. *Therya* 8:199-208.
- Martínez-Ceceñas, Y., et al. 2018. Ecología alimentaria del tepezcuintle (*Cuniculus paca*) en áreas conservadas y transformadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89:507-515.
- Martínez-Ceceñas, Y., et al. 2020. Conducta alimentaria del tepezcuintle (*Cuniculus paca*) en dos sitios con distinto uso de suelo en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91:2112-2136.
- Mendoza, E., y A. Camargo. 2014. Interacciones entre plantas y mamíferos un elemento clave para conservar la diversidad de las selvas. *Biodiversitas* 115:1-6.
- Pérez, E., 1992. *Agouti paca*. *Mammalian Species* 404:1-7.

Sometido: 20/mar/2022.

Revisado: 11/abr/2022.

Aceptado: 18/abr/2022.

Publicado: 22/abr/2022.

Editor asociado: Dra. Susette Castañeda-Rico.