

EL FOTOTRAMPEO EN LOS MONITOREOS MASTOFAUNÍSTICOS

Erika J. Cruz-Bazan¹, Jorge E. Ramírez-Albores^{2*} y Eber G. Chavez-Lugo¹

¹Departamento de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
erikacbazan@gmail.com (EJC-B), egcl2991@gmail.com (EGC-L).

² Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. jorgeramirez22@hotmail.com (JER-A).

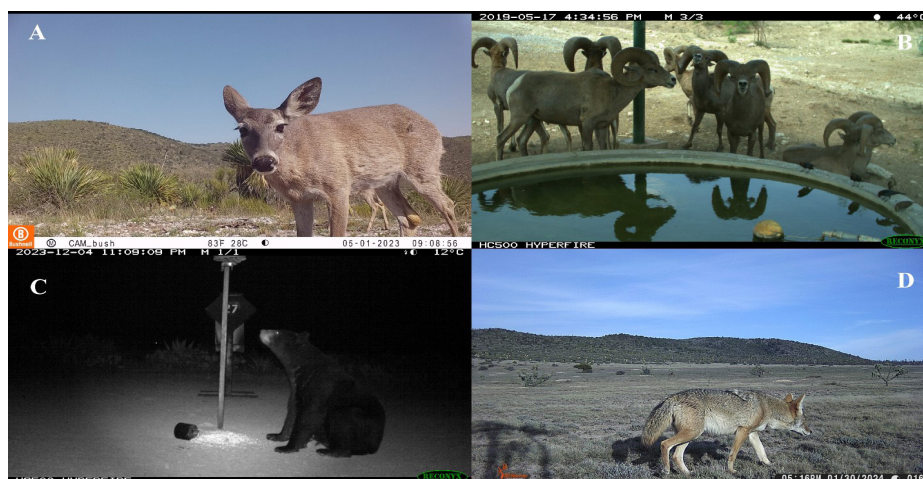
*Autor de correspondencia.

En el ámbito del conocimiento y la conservación de la biodiversidad, los mamíferos son uno de los grupos mejor estudiados y su monitoreo desempeña un papel fundamental para comprender su distribución, abundancia, comportamiento, y salud de las poblaciones en un ecosistema determinado.

El monitoreo faunístico es un proceso sistemático de seguimiento y registro de animales silvestres en un área específica a lo largo del tiempo, el cual puede realizarse utilizando una variedad de métodos, que incluyen observación directa en el campo, trampas, o indirectas como el rastreo, análisis de muestras biológicas (como heces), tecnologías de monitoreo remoto (telemetría o drones) y cámaras de fototrampeo. En este contexto, el uso de cámaras-trampa, también conocido como fototrampeo que a partir de la década de 1990 del siglo pasado han emergido como una herramienta invaluable para estudiar y conservar la mastofauna (principalmente mamíferos de talla mediana y grande) sin interferir con ellos ni perturbar su entorno. El fototrampeo consiste en colocar cámaras automáticas en lugares estratégicos dentro de un área específica, como senderos, fuentes de agua o paso de animales, y configurarlas para que se activen mediante sensores de movimiento o calor cuando detecten la presencia

de mamíferos en movimiento dentro de su rango visión. Estas cámaras están equipadas con sensores de movimiento y una fuente de luz infrarroja, lo que les permite capturar imágenes durante el día y la noche, sin perturbar a los animales ni requerir la presencia humana para activarlas. Cuando los sensores de la cámara detectan movimiento, toman una serie de fotografías o videos de acuerdo con la configuración y modelo de la cámara que se utilice, algunos modelos tienen la opción de tomar una o más fotografías por tiempo delimitado.

Estas cámaras suelen estar equipadas con características específicas para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y necesidades de investigación. Algunas de estas características incluyen: 1) visión nocturna: muchas cámaras trampa están equipadas con luces infrarrojas o flash LED que permiten la captura de imágenes nocturnas sin perturbar a la mastofauna con una luz visible; 2) resistencia a la intemperie: dado que suelen utilizarse en entornos naturales, las cámaras trampa están diseñadas para ser resistentes a la intemperie y pueden soportar condiciones climáticas adversas como lluvia, nieve o altas temperaturas; 3) duración de la batería: para permitir un monitoreo continuo a largo plazo, las cámaras trampa suelen tener una duración de batería prolongada o la capacidad de utilizar baterías recargables; y 4) almacenamiento de datos: las imágenes y videos capturados se almacenan en tarjetas de memoria o pueden transmitirse de forma inalámbrica a una ubicación central para su posterior análisis por medio de apps que envían fotografías a un dispositivo móvil o al correo electrónico.

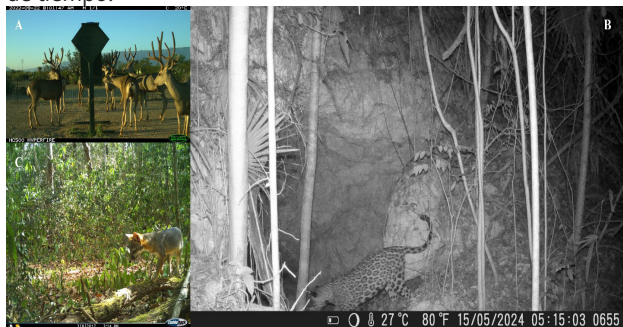


Fotografías de mamíferos silvestres tomadas con la técnica de fototrampeo: (A) Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), (B) Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), (C) Oso negro (*Ursus americanus*) y (D) Coyote (*Canis latrans*).
Fotografías: (A, D) Erika J. Cruz-Bazan y (B, C) Vladimir Lara Ramírez.

Esta herramienta es ampliamente utilizada en estudios mastofaunísticos, principalmente por ser una técnica no intrusiva, dado que las cámaras trampa pueden colocarse en lugares estratégicos y configurarse para activarse automáticamente cuando detectan movimiento, lo que minimiza la interferencia humana en el comportamiento animal y reduce el sesgo en los datos. También son capaces de capturar imágenes de una amplia variedad de mamíferos, incluyendo aquellas especies que son de conducta esquivada, sigilosa, rara o que son activas durante la noche. Esto proporciona una visión más completa de la biodiversidad mastofaunística en un área determinada, ya que, al analizar el número de detecciones y la frecuencia de aparición de las diferentes imágenes, se puede estimar la abundancia relativa y la densidad de las poblaciones en un área de estudio.

Para determinar con una fotografía tomada con cámara trampa que no se cuente al mismo individuo dos veces, algunos investigadores en cada estación de muestreo instalan dos trampas cámara una frente a la otra con el objetivo de fotografiar ambos planos anatómicos de los mamíferos. Esto aumenta aún más la posibilidad de grabar una imagen en la que se puedan registrar características identificables individualmente de un animal en especial en el monitoreo de poblaciones crípticas como en el caso de los felinos, donde se identifica a los organismos fotografiados por medio de las marcas distintivas en sus cuerpos como el patrón de rosetas o rayas más allá de su pelaje, pero también en su cara, extremidades y cola. Esto ayuda a los expertos a identificar y contar a los mamíferos en un área y asegurarse de que no cuenten el mismo individuo dos veces. Adicionalmente, pueden operar durante largos periodos de tiempo, capturando datos de manera continua y permitiendo monitorear cambios en la composición de especies, abundancia y el uso del hábitat de la mastofauna, lo que proporciona información importante sobre cambios estacionales, patrones de actividad, dinámica poblacional y los efectos de los cambios ambientales. Además, puede proporcionar información valiosa sobre el comportamiento, la actividad y las interacciones sociales de los mamíferos, así como sobre su uso del hábitat y preferencias alimentarias.

Por otra parte, el uso de cámaras trampa permite la estandarización de los métodos de muestreo en los monitoreos mastofaunísticos, lo que facilita la comparación de datos entre diferentes estudios, sitios y periodos de tiempo. Y aunque la instalación inicial puede requerir una inversión de tiempo y recursos, el fototrampeo puede ser una opción relativamente económica y eficiente para monitorear grandes áreas o estudiar múltiples especies simultáneamente; además, de requerir poco mantenimiento y pueden operar de manera autónoma. Es importante la selección de sitios para la colocación de las cámaras trampa, el uso de cebos o atrayentes y la correcta instalación, sin embargo, para el procesamiento de los datos obtenidos es necesario el manejo eficaz de la cantidad de imágenes que el método genera en lapsos cortos de tiempo.



Una de las ventajas del fototrampeo es que mamíferos crípticos pueden ser capturados comiendo o transitando en su hábitat: (A) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), (B) Jaguar (*Panthera onca*) y (C) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Fotografías: (A) Vladimir Lara Ramírez, (B) Erika J. Cruz-Bazan y (C) Rudy Daniel Sansores García.

Aunque el fototrampeo es una herramienta valiosa y con muchas ventajas en los monitoreos mastofaunísticos, también presenta una serie de limitaciones o desventajas:

1) Dependencia de la presencia animal: depende de la presencia y actividad de los animales para capturar imágenes. Si los animales no pasan por el área monitoreada o si pasan, pero no activan la cámara, puede haber falta de datos sobre ciertas especies o periodos de tiempo.

2) Dependencia de factores ambientales: las condiciones ambientales adversas, como lluvia intensa, nieve, niebla o altas temperaturas, pueden afectar el funcionamiento de las cámaras trampa, causando problemas técnicos como la activación incorrecta, el deterioro de las imágenes o la pérdida de datos.

3) Sesgo de muestreo: la ubicación y configuración de las cámaras trampa puede introducir sesgos en los datos capturados. Por ejemplo, las cámaras pueden ser más propensas a detectar animales en ciertos tipos de hábitats o en áreas donde la vegetación es menos densa, lo que puede sesgar las estimaciones de abundancia y distribución de las especies.

4) Limitaciones técnicas: las cámaras trampa pueden tener limitaciones técnicas como problemas de batería, fallos en los sensores de movimiento, mala colocación de las cámaras, errores de activación o problemas de almacenamiento de datos (uso de tarjetas memoria de gama baja o no compatibles con el formato de almacenamiento de la cámara). Estos problemas técnicos pueden resultar en la pérdida de datos, malos registros (registros borrosos o que no evidencian claramente el registro de una especie) o en la captura de imágenes de calidad.

5) Costo inicial y mantenimiento: la adquisición y configuración de las cámaras trampa puede requerir una inversión inicial significativa en equipos y capacitación (precios elevados de equipos que cuentan con mayor número de megapíxeles, y accesorios costosos como paneles solares). Además, las cámaras trampa requieren mantenimiento regular, incluida la revisión de baterías, la limpieza de los lentes y el reemplazo de las tarjetas de memoria. Actualmente, el costo de una cámara trampa va de 400 a 65,000 pesos mexicanos, sin incluir accesorios.

6) Análisis de datos laboriosos: el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos de fototrampeo puede ser laborioso y requiere tiempo y experiencia. Los investigadores deben de revisar manualmente las imágenes y videos capturados, identificar las especies presentes y cuantificar su abundancia y comportamiento.

7) Limitaciones éticas: aunque el fototrampeo es considerado una técnica no invasiva, algunos investigadores plantean preocupaciones éticas sobre el uso de cámaras trampa, especialmente en áreas sensibles o con especies de mamíferos amenazados. El monitoreo debe realizarse de manera ética y considerada para minimizar cualquier impacto negativo en los animales y su hábitat.

8) Interferencia humana: las cámaras trampa pueden ser objeto de robo, vandalismo o interferencia por parte de personas no autorizadas, lo que puede resultar en la pérdida de equipos o datos. Además, la presencia humana en el área de estudio puede afectar el comportamiento de los animales y con ello reducir su actividad y la probabilidad de ser registrados con esta técnica.

A pesar de lo anterior, el fototrampeo es una herramienta versátil, valiosa y eficaz para la conservación y monitoreo de los mamíferos silvestres, dado que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, y las limitaciones pueden mitigarse con un diseño cuidadoso del estudio, la selección adecuada de sitios de muestreo y un análisis riguroso de los datos. Estas van desde estudios de biodiversidad y conservación hasta monitoreo poblacional, seguimiento de mamíferos en peligro de extinción, gestión de los recursos naturales, planificación del uso del suelo, evaluación de

impacto ambiental, educación y sensibilización, y de alerta temprana para detectar cambios ambientales y con ello poder tomar medidas antes de que se conviertan en problemas más graves. Por tanto, el fototrampeo debe mirar hacia el futuro para identificar tendencias emergentes, posibles innovaciones y áreas de desarrollo en esta área, aunado con los avances tecnológicos, integración de la inteligencia artificial y aprendizaje automático, integración de sensores avanzados, monitorización a gran escala, conectividad y transmisión remota, enfoque interdisciplinario, monitoreo comunitario y participativo y ética y privacidad.

Por tanto, el fototrampeo es una herramienta crucial en la investigación y conservación de mamíferos silvestres, proporcionando datos detallados y precisos de manera eficiente y no invasiva, lo cual es esencial para la toma de decisiones informadas en la gestión de la biodiversidad. Al aprovechar las ventajas y aplicaciones del fototrampeo en los estudios mastofaunísticos, podemos mejorar nuestra comprensión de los ecosistemas naturales y su biodiversidad, y tomar medidas más efectivas para proteger y conservar la fauna silvestre para las generaciones futuras.

El fototrampeo es una técnica valiosa y no invasiva que proporciona información detallada sobre la vida silvestre y los ecosistemas, que permite a los investigadores obtener datos objetivos y detallados sobre la fauna en su entorno natural, contribuyendo así al conocimiento y la conservación de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

A los Fondos Institucionales de Investigación para el proyecto 38111-425104001-2389 y 38111-425104001-2178 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a las becas de postgrado de EJC-B (758841) y EGC-L (763362) por parte del CONAHCYT.



Preparación y colocación de cámaras trampa en campo.
Fotografías: Erika J. Cruz-Bazan.

LITERATURA CONSULTADA

- Ahumada, J. A., *et al.* 2011. Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366:2703-2711.
- Chávez, C., *et al.* 2013. Manual de fototrampeo para estudio de la fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telmex, UNAM. Ciudad de México, México.
- Díaz-Pulido, A., y E. Payán-Garrido. 2012. Manual de fototrampeo. Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-Panthera Colombia. Bogotá, Colombia.
- FMCN, CONAFOR, USAID, y USFS 2018. Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, CONAFOR-FMCN. Ciudad de México, México.
- Foster, R., y B. Harmsen. 2012. A critique of density estimation from camera-trap data. *Journal of Wildlife Management* 76:224-236.
- Griffiths, M., y C. P. van Schaik. 1993. Camera-trapping: A new tool for the study of elusive rain forest animals. *Tropical Biodiversity* 1:131-135.
- Hernández, J. C. 2023. La tecnología y la conservación de especies: el poder de las cámaras-trampa. *Revista Digital Universitaria* 24:1-9.
- Hernández-Pérez, E. L., *et al.* 2017. Fototrampeo: Descubriendo lo que no podemos ver. *Ecofronteras* 61:26-29.
- Kelly, M. 2008. Design, evaluate, refine: Camera trap studies for elusive species. *Animal Conservation* 11:182-184.
- Kucera, T. E., y R. H. Barrett. 2011. A history of camera trapping. Pp. 9-26 *in* Camera traps in animal ecology: Methods and analyses (O'Connell, A. F., J. D. Nichols, y K. U. Karanth, eds.). Springer. London, UK.
- Lizcano, D. J. 2018. Trampas cámara como herramienta para estudiar mamíferos silvestres. Algunas recomendaciones sobre su uso, programas disponibles para manejo de archivos y posibilidades adicionales con los datos. *Mammalogy Notes* 5:31-35.
- Long, R. A., P. MacKay, W. Zielinski, y J. Ray. 2008. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press. Washington, EEUU.
- López, L. H., D. A. García, y A. M. Ruiz. 2023. Cámaras trampa, una ventana a la vida silvestre en reservas naturales. *Revisión de literatura y tendencias. Revista Saperes Universitas* 7:6-29.
- Mandujano, S. 2017. Monitoreo de la biodiversidad de mamíferos en áreas naturales protegidas empleando cámaras-trampa: sugerencias de herramientas para la gestión y el análisis numérico de las fotos. *Paracuaria Natural* 5:24-33.
- Mandujano, S. 2024. Índice de abundancia relativa y tasa de encuentro con trampas cámara: conceptos, limitaciones y alternativas. *Mammalogy Notes* 10:389.
- Ministerio del Medio Ambiente-ONU Medio Ambiente-CONAF. 2021. Manual de uso de trampas cámaras para el monitoreo de carnívoros nativos y exóticos. Encargado a Lagos, N. en el marco del proyecto GEFSEELDS135. Ministerio del Medio Ambiente-ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Niedballa, J., R. Sollmann, A. Courtiol, y A. Wilting. 2016. camtrapR: an R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution* 7:1457-1462.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols, y K. U. Karanth. 2011. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. Springer. London, UK.
- Rowcliffe, J. M., y C. Carbone. 2008. Surveys using camera traps: Are we looking to a brighter future? *Animal Conservation* 11:185-186.

Sometido: 07/jun/2024.

Revisado: 21/jun/2024.

Aceptado: 24/jun/2024.

Publicado: 25/jun/2024.

Editor asociado: Dra. Natalia Martín-Regalado.