



Universidades Estatales de Oaxaca

**10 Universidades
y 18 Campus**

**Universidad Tecnológica
de la Mixteca
(UTM)**
Huajuapán

**Universidad del Mar
(UMAR)**
Campus Puerto Escondido,
Puerto Ángel, Huatulco
y Oaxaca

**Universidad del Istmo
(UNISTMO)**
Campus Tehuantepec,
Ixtepec y Juchitán

**Universidad del Papaloapan
(UNPA)**
Campus Loma Bonita
y Tuxtpec

**Universidad de la Sierra Sur
(UNSIIS)**
Miahuatlán

**Universidad de la Sierra Juárez
(UNSIJ)**
Ixtlán de Juárez

**Universidad de la Cañada
(UNCA)**
Teotitlán de Flores Magón

**NovaUniversitas
(NU)**
Campus Ocotlán,
San Jacinto y Juxtlahuaca

**Universidad de la Costa
(UNCOS)**
Pinotepa Nacional

**Universidad de Chalcatongo
(UNICHA)**
Chalcatongo de Hidalgo

**620 edificios
500 Ha**

**30 Institutos
de
Investigación**



**175 Laboratorios
21 Talleres**

Universidades ecológicas:
Los campus universitarios
son bosques con
la flora y fauna endémicas

85 carreras,
de las cuales la mayoría
son **ingenierías**

**40 posgrados:
10 Doctorados
y 30 Maestrías**



**Más de
11,000 alumnos
Más de
1,000 profesores
de tiempo completo**

Las cámaras trampa y su avance tecnológico en favor de la conservación

Jesús García Grajales¹ & Alejandra Buenrostro Silva^{2*}

Resumen

El manejo de especies silvestres y de su hábitat, tanto para fines de conservación como de uso sustentable, es un proceso que involucra conocimientos científicos, experiencia empírica y requiere del establecimiento de programas de monitoreo que ayuden a conocer el estatus y la tendencia de la biodiversidad. En este trabajo intentamos hacer una breve descripción del uso de las cámaras trampa y su avance tecnológico en favor de la conservación de la fauna silvestre, así como sus distintas aplicaciones, con el fin de presentar sus ventajas y limitaciones para el lector interesado en esta tecnología. En México el uso de las cámaras trampa ha tenido un auge considerable y una gran cantidad de publicaciones han demostrado su utilidad a favor de la conservación, demostrando que el futuro continúa siendo prometedor en cuanto a la generación de conocimientos a partir de esta herramienta tecnológica.

Palabras clave: infrarrojo, tecnología, sensibilidad, vida silvestre, fotografía, investigación.

Recibido: 15 de enero de 2019

Abstract

The wildlife management and their habitats, both for conservation purposes and for sustainable use, is a process involving scientific knowledge, empirical experience and it requires the establishment of monitoring programs that help to understand the status and trend of biodiversity. In this work we try to make a brief description of the use of the camera traps and their technological advancement in favor of the conservation of the wildlife, as well as their different applications, in order to present its advantages and limitations for the reader interested in this technology. In Mexico the use of camera traps has had a considerable boom and a large number of publications have demonstrated its usefulness in favor of conservation, proving that the future continues to be promising in terms of the generation of knowledge from this technological tool.

Key words: infrared, technology, sensibility, wildlife, photography, research.

Aceptado: 01 de febrero de 2019

¹ Instituto de Recursos, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 2.5 Carretera Federal Puerto Escondido – Sola de Vega, 71980, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca.

² Instituto de Industrias, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 2.5 Carretera Federal Puerto Escondido – Sola de Vega, 71980, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca.

* Autor de correspondencia: sba_1575@yahoo.com.mx (ABS)

Introducción

El manejo de especies silvestres y de su hábitat, tanto para fines de conservación como de uso sustentable, es un proceso que involucra conocimientos científicos, experiencia empírica, un considerable grado de creatividad (Sánchez 2011) y requiere además del establecimiento de programas de monitoreo que ayuden a conocer el estatus y la tendencia de la biodiversidad (Thompson 2004). Para alcanzar tales fines, diversos métodos de muestreo en campo se han desarrollado, entre los que destacan: el conteo directo de los animales por observación, la captura-recaptura con diferentes tipos de trampa, el uso de redes, así como el tradicional empleo de la identificación mediante el rastreo por huellas, excrementos, pelo, madrigueras y cualquier otra evidencia de la presencia de las especies de interés (Monroy-Vilchis & Rubio-Rodríguez 2003, Sutherland 2006, Aranda 2012).

Como lo explican Mandujano *et al.* (2017), la aplicación de estos métodos implica trabajo en campo e involucra la compra de cierto tipo de equipo básico (binoculares, redes, postes de aluminio, por mencionar algunos ejemplos), además de los gastos de traslado del personal, sin omitir las grandes extensiones de área que se deben cubrir para alcanzar los objetivos del estudio. Ante estas situaciones, la incorporación de la tecnología como herramienta de apoyo se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas, por ejemplo, el uso de los coloquialmente llamados “drones” (Sistema Aéreos No Tripulados) cuya importancia se ha enfatizado en distintos trabajos (Jones *et al.* 2006, Hardin & Hardin 2010, Koh & Wich 2012, Anderson & Gaston 2013, Mandujano *et al.* 2017) o el uso de las cámaras trampa cuyo desarrollo comercial se intensificó e incluyó a la tecnología digital (O’Connell *et al.* 2011).

En este trabajo intentamos hacer una breve descripción del uso de las cámaras trampa y su avance tecnológico, definido este último como la serie de mejoras que se le realiza a la citada tecnología con objeto de facilitar las actividades para las cuales fueron diseñadas, en favor de la conservación de la fauna silvestre, así

como sus distintas aplicaciones, con el fin de presentar sus ventajas y limitaciones para el lector interesado en esta tecnología.

Un poco de historia acerca de las cámaras trampa

Las cámaras trampa son equipos fotográficos que se activan de manera automática y toman la fotografía cuando algo o alguien pasa frente al detector de movimiento. En la actualidad, existen diversos modelos y fabricantes por lo que año con año se incorporan nuevas tecnologías a estos equipos, situación que las convierte en una herramienta ampliamente utilizada en el estudio de la fauna silvestre (Rowcliffe & Carbone 2008, Rovero *et al.* 2010, Gonzáles Desales 2013).

El uso de este equipo se remonta al año 1878 cuando E. J. Muybridge logró registrar el galope de caballos para entender la locomoción de éstos. El sistema que desarrolló consistía en colocar una cuerda tensa a nivel de suelo que al paso del animal activaría el disparo de la cámara; sin embargo, dado que sólo se podía tomar una sola fotografía por cámara decidió colocar varias de éstas que le permitieron obtener la secuencia de fotografías deseada (Kucera & Barret 2011). Posteriormente, Shiras en 1890 diseñó un sistema de cámaras trampa que se accionaba mediante un alambre que era tensado por el paso del propio animal y, adicionalmente, incorporó el uso un flash para obtener las imágenes nocturnas (Kucera & Barret 2011).

En 1946, Young implementó al sistema de cámara trampa el empleo de pedales que accionaban la cámara cuando el animal los pisaba, para ello eran atraídos con cebos hacia el pedal; sin embargo, no fue sino hasta 1980 cuando se añadieron sensores infrarrojos para accionar las cámaras (Cluter & Swann 1999).

Ahora sabemos que el primer registro del uso de las cámaras trampa como método de muestreo en fauna silvestre se realizó por Chapman en 1920 al elaborar un listado faunístico en Panamá (Rovero *et al.* 2010). En ese mismo estudio, Chapman mencionó que era posible distinguir de manera individual

a algunas especies usando como referencia sus marcas en la piel (Kucera & Barret 2011). Desde entonces se fue incorporando con mayor frecuencia el uso de esta tecnología para la detección de la fauna silvestre, modificando y mejorando las cámaras trampa según las necesidades del investigador y los avances tecnológicos disponibles, mencionando como ejemplo el cambio de uso del rollo fotográfico (carrete de 35 mm) a un sistema de almacenamiento digital en tarjetas de memoria SD (Secure Digital, por sus siglas en inglés).

Con el avance del tiempo y el desarrollo de la tecnología, tanto los mecanismos de acción como el diseño y dimensiones de las cámaras, así como el sistema de flash se fueron modificando hasta lograr el paso de las cámaras profesionales de gran tamaño, difícil operación, uso de polvo de magnesio para la emisión del flash y limitado número de fotografías por rollo fotográfico a los modelos actuales digitales de bajo peso, fácil operación, mayor capacidad de almacenamiento de imágenes fotográficas y un sistema de flash con luz infrarroja (Cluter & Swann 1999, Kucera & Barret 2011).

Tipos de sensores utilizados en las cámaras trampa

Los sensores utilizados en la mayoría de las cámaras trampa, en la actualidad, utilizan el tipo infrarrojo, que consiste básicamente en la emisión de luces infrarrojas para la detección de los cambios de calor (mayor temperatura) en comparación con la del ambiente. Existen dos tipos de sensores infrarrojos para accionar el dispositivo de la cámara: 1) el sensor activo y 2) el sensor pasivo.

El primero se caracteriza por emitir energía de manera constante para ejecutar su funcionamiento óptimo. Dentro de este tipo de sensor encontramos a la vez diversas variaciones (Fig. 1), por ejemplo: a) el sensor de movimiento por microondas, el cual emite pulsos a través del llamado efecto Doppler haciendo que las ondas lanzadas reboten en la superficie a vigilar y, si algo interfiere en el retorno de dichas ondas, el sensor detectará

un cambio de tiempo en el retorno de la onda y se activará el dispositivo; b) el sensor de movimiento por ultrasonidos, cuyo funcionamiento es similar al del microondas, pero la diferencia es que emite sonidos de baja frecuencia que rebotan en la superficie a vigilar y, un retraso en el tiempo de dichas ondas, generará la activación del dispositivo; c) el sensor de movimiento por vibración, el cual detecta la vibración de la superficie sobre la que se encuentra colocado el dispositivo y cualquier vibración en dicha superficie lo activará y d) el sensor de movimiento reflexivo, el cual emite un haz de luz led que une a un dispositivo emisor con un receptor. Si esa luz se ve interrumpida por algún cuerpo u objeto, se activará el dispositivo (O'Connell *et al.* 2011).

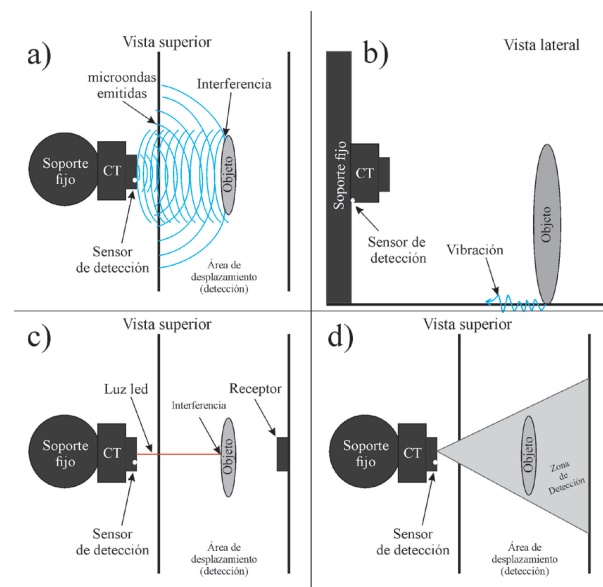


Figura 1. Ilustración de las variaciones en el sistema de sensores: a) sensor de detección por microondas, b) sensor de detección por vibración, c) sensor de detección por interferencia en la luz led, d) sensor pasivo con detección de calor o movimiento (Autor: Jesús García Grajales).

El sensor pasivo en cambio funciona en el intervalo del espectro infrarrojo (de 3,000 nm a 10,000 nm) presenta una amplia zona de detección y se denomina pasivo porque no emite ningún tipo de energía para su funcionamiento (Fig. 1d); no obstante, se trata de un sistema que se activa al existir una diferencia

entre la temperatura ambiental y el cambio de energía calórica causado por un animal en movimiento (Swann *et al.* 2004).

¿Qué tipos de cámaras trampa existen?

Los modelos que actualmente existen en el mercado presentan una gran variedad de ventajas y variaciones, dependiendo la marca y el modelo; sin embargo, una situación común entre todas estas marcas y modelos se relaciona con la miniaturización y bajo peso, es decir, los primeros esbozos de estos dispositivos eran de considerables dimensiones y pesos superiores a los dos kilogramos, utilizaban pilas (tipo D) que incrementaban el peso y no soportaban memorias SD con capacidad superior a los dos gigabytes, situación que se volvía tortuosa cuando dicho equipo tenía que ser desplazado a pie por largas distancias en condiciones orográficas y climáticas difíciles. En cambio, la reducción de tamaño, tipo de pilas para el funcionamiento (AAA) y mayor capacidad de almacenaje e imágenes en archivos digitales ha facilitado y promovido su uso con mayor frecuencia en estudios biológicos tendientes a la conservación de los recursos naturales (Fig. 2; O'Connell *et al.* 2011).

En los modelos actuales, una ventaja importante es el hecho de que han implementado mejoras en sus dispositivos en cuanto a la velocidad de disparo, es decir, el tiempo entre el momento en que el animal es detectado y la toma de fotografía es de aproximadamente

¼ de segundo, situación que en los primeros dispositivos la toma tardaba 2.5 segundos provocando que el animal que había activado el mecanismo de disparo podía no aparecer en la imagen, o bien, sólo aparecer una parte de su cuerpo (Chávez *et al.* 2013).

Existen modelos y marcas de costo muy bajo (<\$3,500.00 pesos mexicanos); sin embargo, en la elección y presupuesto disponible se deberán considerar las características, funcionamiento y eficiencia en campo porque podrían llegar a ser poco satisfactorios o simplemente inadecuados para las condiciones de trabajo (Chávez *et al.* 2013). A los lectores interesados en esta temática, recomendamos visitar la página electrónica www.trailcampro.com/ para realizar la comparación de costos, desempeño y especificaciones, junto con las pruebas de velocidad de disparo a varias distancias.

Dificultades en el uso de las cámaras trampa

La serie de conceptos básicos para el uso apropiado, la adecuada instalación de las cámaras trampa, así como la serie de pasos a seguir y verificar para un correcto funcionamiento se pueden leer con detalle en Chávez *et al.* (2013); sin embargo, aunque pareciera que el uso de las cámaras trampa (CT) es relativamente fácil, existen problemas asociados y que por lo general no son comentados en la literatura, por ejemplo, el hecho de que las CT son propensas a dos tipos de errores: 1) disparo falso y 2) fracaso a fotografiar al animal.

Los disparos falsos se reconocen porque en la imagen fotográfica no hay un sujeto y pareciera no haber indicios de actividad; no obstante, este error puede ser provocado porque el viento o la lluvia mueven la vegetación que está dentro del área de detección o simplemente porque el animal está dentro de dicha área, pero fuera del campo visual de la cámara. Este tipo de disparo ocurre en equipos que tienen una zona de detección amplia, pero un menor campo visual. Por otro lado, el fracaso a fotocapturar a un animal puede estar asociado a pequeñas diferencias entre la velocidad del mismo o altura y la colocación



Figura 2. Marcas y modelos de cámaras trampa y sus variaciones en dimensiones. De izquierda a derecha: Moultrie (Modelo antiguo), Bushnell y Cuddeback, con una referencia de tamaño a la extrema derecha.

de la cámara a una altura incorrecta o también al nivel de sensibilidad de la cámara para la detección (Swann *et al.* 2004, Kucera & Barrett 2011), situación que en algunos modelos puede ajustarse mediante un dial que selecciona el nivel de sensibilidad entre alto, medio y bajo. En aquellos modelos en los que la sensibilidad es ajustable, a mayor sensibilidad mayor número de registros aunque dependerá también del tamaño de los animales, de su altura y la distancia a la que pasan (González-Desales 2013).

Reto de importancia en el uso de las cámaras trampa

Para las personas que han usado o usarán estos dispositivos como herramientas de apoyo para entender procesos biológicos asociados con la fauna silvestre deberán tomar como un reto importante al cual se enfrentan o se enfrentarán es al manejo de archivos digitales (imágenes) en grandes cantidades, es decir, en un estudio típico usando 20 cámaras trampa, funcionando continuamente durante un mes e instaladas secuencialmente en tres grupos hasta completar 60 puntos se generaron un poco más de 30,000 fotografías, de las cuales 1,537 imágenes fueron útiles y el resto fue catalogado como disparos falsos (Cervera *et al.* 2016). Bajo ese mismo diseño y repetido durante cinco años consecutivos, se produjeron varios cientos de miles de fotografías (Ahumada *et al.* 2011). Por tanto, el revisar cada una de las imágenes y organizarlas de manera manual resulta, en la mayoría de las ocasiones, una tarea abrumadora y es por ello que en consecuencia se han desarrollado programas de cómputo útiles que ayudan al manejo de esta impresionante cantidad de imágenes digitales. Si bien no es tema a desarrollar en el presente escrito, recomendamos leer los trabajos de López-Tello & Mandujano (2017), Lizcano (2018), López-Arévalo *et al.* (2018) y Pulido *et al.* (2018) quienes muestran la funcionalidad de diferentes programas y así el lector podrá tomar su decisión sobre cuál le es más fácil o conveniente utilizar.

¿En qué se están usando las cámaras trampa?

Con el rápido desarrollo comercial de las cámaras trampa y la incorporación de la tecnología digital, en años recientes, su uso ha aumentado considerablemente como herramienta para realizar estudios de ecología y conservación, reflejándose durante la última década un incremento del número de publicaciones que incluyen su uso y manejo (Rowcliffe & Carbone 2008, O'Connell *et al.* 2011, McCallum 2013, Vila *et al.* 2016).

Las CT representan un método no invasivo que generalmente causa un mínimo de perturbación a las especies. Algunas de sus ventajas en comparación con otros métodos utilizados está el hecho de ofrecer pruebas inequívocas de la presencia de algún organismo, especialmente aquellos considerados crípticos, es decir, que son difícil de observar o muestrear debido a sus hábitos escurridizos (Fig. 3). Entre sus aplicaciones destacan: los inventarios de fauna y detección de especies elusivas o amenazadas; estimaciones de abundancia relativa, densidad, supervivencia y reclutamiento de especies con individuos que sean identificables; desarrollo de modelos de ocupación; estudios de hábitat, dieta y patrones de actividad (Rovero *et al.* 2010); interacciones depredador-presa; depredación sobre ganado; caza furtiva y uso de hábitat (Monroy-Vilchis *et al.* 2009, Soria-Díaz 2010, Hernández-Guzmán *et al.* 2011, Zarco-González *et al.* 2012).

Por si las aplicaciones antes mencionadas no fueran suficientes, también se han empleado a las CT para registrar a la fauna en zonas que generaban duda respecto a su distribución, por ejemplo el caso del leopardo de las nieves en el Himalaya (Jackson *et al.* 2006), el gato montés en el Norte de California (Larrucea *et al.* 2007), el gato montés Chino (Sanderson 2007, Yufen *et al.* 2007), una nueva especie de musaraña elefante gigante (Rovero *et al.* 2008) y registros como el del jaguar en el Estado de México (Monroy-Vilchis *et al.* 2009) o los registros del rascón cuellirufu y del zorriño listado en los límites de la Sierra Sur en Oaxaca (Buenrostro-Silva *et al.* 2016, García-Grajales *et al.* 2016).

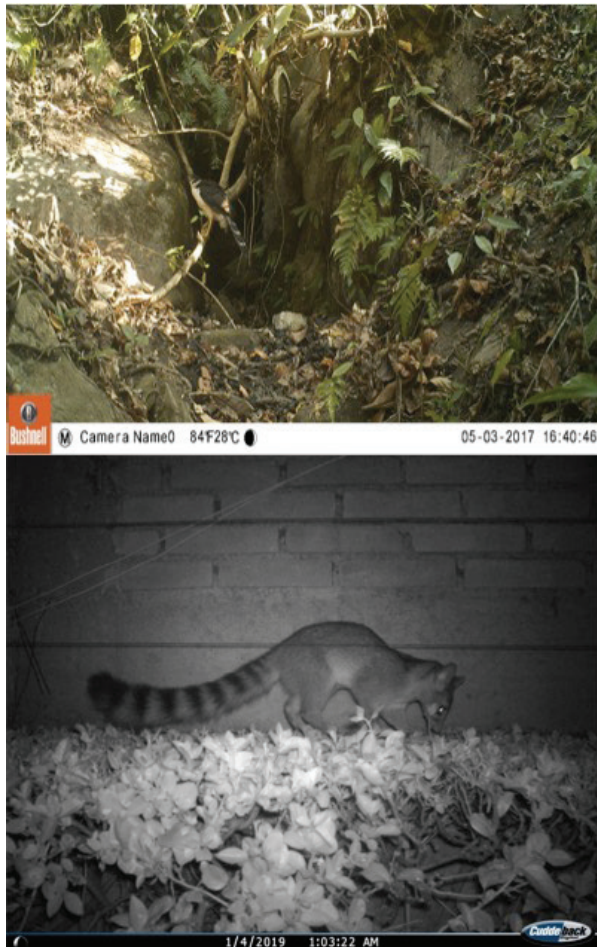


Figura 3. Ejemplificación de especies crípticas o escurridizas fotocapturadas con cámaras trampa. Arriba: Halcón selvático menor (*Micrastur semitorquatus*) fotocapturado en el ADVC El Gavilán, Oaxaca. Abajo: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) fotocapturado en la ciudad de Toluca, Estado de México (Imágenes: Jesús García Grajales).

¿Cuáles son las limitaciones principales de las cámaras trampa?

Las principales limitaciones en este tipo de equipos se relacionan fundamentalmente con los costos de adquisición, es decir, si bien es cierto que una gran cantidad de compañías han explotado la producción de las CT, los costos de manera individual aún representan desventajas al momento de requerir una cantidad importante de las mismas que ayuden a cubrir una cierta extensión del terreno. Por otro lado, además del costo unitario por CT también se requiere la adquisición de las

baterías, la tarjeta de memoria SD con una buena capacidad de almacenaje y, por si esto fuera poco, la suerte de que no exista el hurto en los sitios en donde se quedarán activas las trampas, ya que debido a la cacería furtiva en muchas ocasiones los cazadores las encuentran, las retiran y no las devuelven por el miedo a ser identificados, implicando la pérdida del equipo y del costo involucrado.

Los modelos actuales y el futuro de las cámaras trampa

En el avance tecnológico de las CT, los modelos más actuales muestran una serie de características que los hacen de mayor utilidad como lo es el uso de flash de tipo infrarrojo (IR), velocidad de disparo de un cuarto de segundo (0.25 s) de día y de noche, tamaño de imágenes de 20 megapíxeles en formato de alta definición que permiten grabar de manera dual, es decir, fotografía más video, con tiempos de 10 y hasta 30 segundos, tomar de una y hasta cinco fotografías en el mismo tiempo, cuentan con visión nocturna, permiten registrar incluso la fase lunar en la que ocurre la toma fotográfica o de video, además de que soportan tarjetas de memoria superiores a los 32 gigabytes, con el uso de 8 pilas alcalinas o de litio tipo AA.

La tendencia actual de las CT es hacia la miniaturización (menores dimensiones en el equipo) para un fácil transporte, en comparación con las primeras versiones que surgieron en la década de 1990. Sin embargo, los modelos más recientes muestran avances tecnológicos acordes a los avances de la tecnología digital de nuestros tiempos, por ejemplo la adición de celdas solares para un uso efectivo de la energía solar (Fig. 4a), la implementación del nuevo estándar de resolución de imágenes de alta calidad en formato 4K (Fig. 4b) o el uso de la red de telefonía celular para el envío continuo de datos a los teléfonos celulares o computadoras mediante el sistema satelital 4G y aplicaciones inteligentes (apps) (Fig. 5).

En el futuro inmediato, dichos avances tecnológicos en las CT presuponen un menor esfuerzo físico para el investigador y la obtención de datos de manera continua,

situación que en la comparativa de costos de adquisición *versus* cantidad de información a obtener representa una gran ventaja para el investigador.

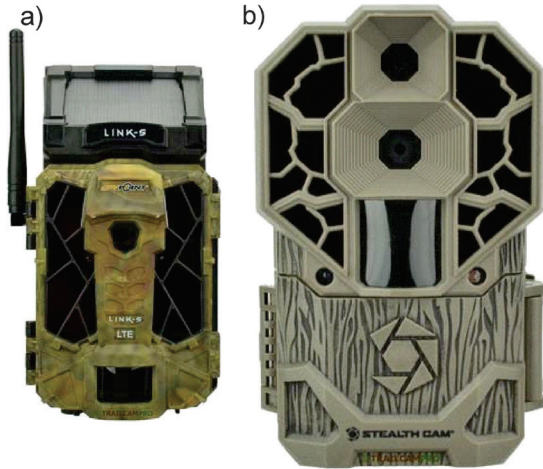


Figura 4. Modelos recientes de cámaras trampa: a) Cámara TrailCampro con celda solar, b) Cámara StealthCam con resolución en video 4K.



Figura 5. Modelo de cámara trampa con conexión vía Wifi-Fi y aplicación para teléfono celular.

Conclusión

En México el uso de las CT ha tenido un auge considerable y una gran cantidad de publicaciones han demostrado su utilidad a favor de la conservación, demostrando que el futuro continúa siendo prometedor en cuanto a la generación de conocimientos a partir de esta herramienta tecnológica; sin embargo, a pesar de ser una alternativa muy atractiva, aún se deben considerar los costos de adquisición para alcanzar los objetivos deseados y la logística para su aplicación.

Agradecimientos

A la Universidad del Mar por las facilidades otorgadas para la redacción del presente documento.

Referencias

- Ahumada, J. A., C. E. F. Silva, K. Gajaspersad, C. Hallam, J. Hurtado, E. Martin, A. McWilliam, B. Mugerwa, T. O'Brien, F. Rovero, D. Sheill, W. Spironello, N. Winarni & S. J. Andelman. 2011. Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 366: 2703-2711.
- Anderson, K. & K. J. Gaston. 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology & Environment* 11: 138-146.
- 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.
- Buenrostro-Silva, A., C. A. Luis Curiel, O. J. Sánchez Núñez & J. García Grajalas. 2016. Registro de *Mephitis macroura* (Carnivora: Mephitidae) en Santa María Tonameca, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* XX (59): 23-26.
- Cervera, L., D. J. Lizcano, V. Parés, S. Espinoza, D. Poaquiza, E. de la Montaña & D. M. Griffith. 2016. A camera trap assessment of terrestrial mammals in Machalilla National Park, western Ecuador. *Checklist* 12 (2): 1868. Doi: <http://dx.doi.org/10.15560/12.2.1868>
- Chávez, C., A. de la Torre, H. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza & G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cluter, T. L. & D. E. Swann. 1999. Using remote photography in wildlife ecology: a review. *Wildlife Society Bulletin* 27 (3): 571-581.

- García-Grajales, J., A. Buenrostro-Silva & J. Meraz Hernando. 2016. Registro notable de Aramides axillaris (Gruiformes, Rallidae) en los límites de la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 32 (2): 206-209.
- González Desales, G. 2013. Evaluación de algunos modelos de trampas cámara para la obtención de registros fotográficos de mamíferos silvestres. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
- Hardin, P.J. & T. J. Hardin. 2010. Small-scale remotely piloted vehicles in environmental research. *Geography Compass* 4 (9): 1297-1311.
- Hernández-Guzmán, A., E. Payán & O. Monroy-Vilchis. 2011. Hábitos alimentarios del Puma concolor (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Puracé, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59 (3): 1285-1294.
- Jackson, R. M., J. D. Roe, R. Wangchuk & D. O. Hunter. 2006. Estimating snow leopard population abundance using photography and capture-recapture techniques. *Wildlife Society Bulletin* 34: 772-781.
- Jones, G., L. Pearlstone & H. Percival. 2006. An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research. *Wildlife Society Bulletin* 34: 750-758.
- Koh, L. P. & S. A. Wich. 2012. Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation. *Tropical Conservation Science* 5: 121-132.
- Kucera, T. E. & R. H. Barret. 2011. A history of camera trapping. Pp. 9-25 In: O'Connell, A. F., J. D. Nichols & K. U. Karanth (Eds.), *Camera traps in animal ecology. Methods and analyses*. Springer Press, New York, USA.
- Larrucea, E. S., G. Serra, M. N. Jaeger & R. H. Barret. 2007. Censusing bobcats using remote cameras. *Western North American Naturalist* 67: 538-548.
- López-Arévalo, H. F., K. L. Velásquez-Carrillo, C. Mora, L. Raz, A. Consuelo, A. E. Páez & H. D. Agudelo. 2018. QUYN: Plataforma de registros digitales de fauna silvestre. *Mammalogy Notes* 5(1): 36-38.
- López-Tello, E. & S. Mandujano. 2017. Paquete camtrapR para gestionar datos de foto-trampeo: aplicación en la Reserva de Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 7 (2): 13-37.
- Lizcano, D. 2018. Trampas cámara como herramienta para estudiar mamíferos silvestres: algunas recomendaciones sobre su uso, programas disponibles para manejar archivos y posibilidades adicionales con los datos. *Mammalogy Notes* 5(1): 31-35.
- McCallum, J. 2013. Changing use of camera traps in mammalian field research: habitats, taxa and study types. *Mammal Review* 43 (3): 196-206.
- Mandujano, S., M. Mulero-Pazmany & A. Risquez-Valdepeña. 2017. Drones: una nueva tecnología para el estudio y monitoreo de fauna y hábitats. *Revista Agroproductividad* 10 (10): 79-84.
- Monroy-Vilchis, O. & R. Rubio-Rodríguez. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
- Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González & V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology* 59: 145-157.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols & K. U. Karanth. 2011. *Camera traps in animal ecology. Methods and analyses*. Springer Press, New York, USA.
- Pulido, L. F., C. Isaza & A. Díaz-Pulido. 2018. NAIRA III: una herramienta para el procesamiento y manejo de imágenes de cámaras trampa. *Mammalogy Notes* 5 (1): 39-44.
- Rovero, F., M. Tobler & J. Sanderson. 2010. Camera trapping for inventorying vertebrates. In: Eymann, J., J. Degreef, C. L. Hauser, J. C. Monje, Y. Samyn, D. VandenSpiegel (Eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa inventories and monitoring*. Vol. 8, ABC Taxa.
- Rovero, F., G. B. Rathbun, A. Perkin, T. Jones, D. O. Ribble, C. Leonard, R.R. Mwakisoma & N. Doggart. 2008. New species of giant sengi or elephants shrew (Genus *Rynchocyon*) highlights the exceptional biodiversity of Udzungwa Mountains of Tanzania. *Journal of Zoology* 274: 126-133.
- Rowcliffe, J. M. & C. Carbone. 2008. Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future? *Animal Conservation* 11: 185-186.
- Sánchez, O. 2011. Introducción al Programa de Monitoreo del cocodrilo de pantano. Pp. 19-48 In: Sánchez, O., G. L. Segurajauregui, A. G. Naranjo & H. Benítez (Eds.), *Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii): México-Belice-Guatemala*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, México.
- Sanderson, J. G. 2007. No mean cat feat. *Science* 317: 185-186.
- Soria-Díaz, L. 2010. Variación de la abundancia y densidad de Puma concolor en zonas con alta y baja concentración de trampas cámara en el centro de México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Sutherland, W. J. 2006. *Ecological census techniques: a handbook*. Second Edition, Cambridge University Press, UK.

- Swann, D. E., C. Hass, D. Dalton & S. Wolf. 2004. Infrared-triggered cameras for detecting wildlife: an evaluation and review. *Wildlife Society Bulletin* 32 (2): 357-365.
- Thompson, E. L. 2004. *Sampling rare or elusive species: concepts, designs and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington, D. C.
- Vila, A. R., G. Aprile, V. Sotelo, P. Sugliano, C. Zoratti, M. Berardi & J. Montbrun. 2016. Cámaras trampa y huemules: ¿una alternativa de monitoreo? *Anales Instituto de Patagonia* 44 (3): 71-76.
- Yufen, Y., N. Drubgyal, Z. L. Achu & J. Sanderson. 2007. First photographs in nature of the Chinese mountain cat. *Cat News* 47: 6-7.
- Zarco-González, M. M., O. Monroy-Vilchis, C. Rodríguez-Soto & V. Urios. 2012. Spatial factors and management associated with livestock predations by Puma concolor in central Mexico. *Human Ecology* 40: 631-638.