

Manual de aplicación de fototrampeo para la investigación y monitoreo del jaguar

Junio / 2020





**Manual de aplicación de
fototrampeo para la investigación y
monitoreo del jaguar**

2020

**MANUAL DE APLICACIÓN DE
FOTOTRAMPEO PARA LA INVESTIGACIÓN
Y MONITOREO DEL JAGUAR**

ELABORADO POR:

Julia Salvador

REVISIÓN TÉCNICA:

Galo Zapata-Ríos

**CORRECCIÓN DE
ESTILO Y EDICIÓN:**

Mayra Romero C.

FOTOGRAFÍA

PORTADA:

Julie Larsen

Maher © WCS

**DISEÑO
Y DIAGRAMACIÓN:**

Siroco Studio

ILUSTRACIÓN

Carmen Lu Páez

IMPRESIÓN:

Siroco Studio

TIRAJE:

100 ejemplares

ISBN:

978-9942-8582-7-6

COPYRIGHT:

Wildlife Conservation Society - Programa Ecuador. 2020. Se transfieren los derechos de autor al Ministerio del Ambiente y Agua, los gobiernos autónomos descentralizados y las comunidades locales que participaron en el proyecto y/o la elaboración de este documento.

Prohibida su venta.

CITA BIBLIOGRÁFICA SUGERIDA:

Salvador, J. 2020. Manual de aplicación de fototrampeo para la investigación y monitoreo del jaguar. Wildlife Conservation Society. Quito. 28 pp.

ÍNDICE

Índice	5
Introducción	7
1. El jaguar: La importancia ecológica de esta especie	8
2. El fototrampeo: Una herramienta indispensable	8
3. Fototrampeo en combinación con modelos de captura-recaptura para estimar la densidad poblacional del jaguar	8
4. Aspectos a considerar para la investigación y monitoreo del jaguar a través de fototrampeo	10
4.1. Antes de iniciar el monitoreo	10
4.2. Planificación del muestreo	10
4.3. Diseño de muestreo	10
4.4. Selección del área de estudio	11
4.5. Planificación previa a la implementación del muestreo en el campo	12
5. Configuración de las trampas fotográficas	13
5.1. Instalación /colocación de las trampas fotográficas en el campo	13
5.2. Procedimiento para la instalación de las trampas fotográficas	14
5.3. Lista de acciones para activar la trampa fotográfica	16
5.4. Revisión y retiro de las trampas fotográficas del campo	16
6. Después del trabajo de campo	16
6.1. Sobre el manejo de los datos de las trampas fotográficas	16
7. Recomendaciones para seleccionar una trampa fotográfica	20
Literatura citada	21
Anexos	23



INTRODUCCIÓN

El jaguar, (*Panthera onca*), es el felino más grande de América que ha habitado en este continente por más de dos millones de años.

El área de distribución histórica del jaguar se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Sin embargo, más del 50% de esta área se ha reducido, particularmente en zonas periféricas. Actualmente, la extensión de presencia del jaguar es de 9 millones de km², donde el 57% del área corresponde a la selva tropical de la cuenca del Amazonas (UICN 2019).

A nivel global, la especie está categorizada como “casi amenazada”, por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y también está incluida en el Apéndice I y II de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Silvestres (CITES). Las principales amenazas para la conservación del jaguar son: la pérdida y fragmentación de su hábitat, el tráfico ilegal, la sobreexplotación de sus especies presa, y la cacería directa causada principalmente por conflictos con la gente (UICN 2019).

En el Ecuador, el jaguar se encuentra a ambos lados de la cordillera de los Andes, y el estado de conservación de sus poblaciones difiere entre la Costa y la Amazonía. El jaguar está catalogado como una especie en “peligro crítico” de extinción en la costa ecuatoriana y señalado como “en peligro” en la región amazónica, razón por la cual su conservación es de vital importancia y una prioridad nacional (Ministerio del Ambiente y Wildlife Conservation Society 2014).

El 80% del hábitat del jaguar se ha perdido en la Costa y el 30% en la Amazonía. El entorno natural de esta especie ha desaparecido, principalmente, debido a la expansión de la frontera agrícola, la construcción de carreteras y vías de acceso, así como por el desarrollo de actividades extractivas de petróleo, madera y minería (Ministerio del Ambiente y Wildlife Conservation Society 2014).

Otros aspectos a tener en cuenta en relación al impacto negativo sobre la abundancia y distribución de los jaguares en el Ecuador, son los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que registran en el país, una de las tasas de deforestación más altas de Latinoamérica en los últimos 20 años (FAO 2011). Por otra parte, la sobreexplotación de las presas del jaguar por la cacería comercial y de subsistencia, también han contribuido a esta situación.

Adicionalmente, en ausencia de presas disponibles para el jaguar, también ha aumentado la probabilidad de que existan y se intensifiquen los conflictos entre gente y jaguares por depredación de animales domésticos (Novack *et al.* 2005, Espinosa 2012, Ministerio del Ambiente y Wildlife Conservation Society 2014). El conocimiento existente sobre el tráfico de jaguar en Ecuador es limitado; sin embargo, los países vecinos de Perú y Bolivia enfrentan un gran desafío para combatir la creciente amenaza de las redes criminales que trafican a este animal. Actualmente existe una demanda internacional de las partes constitutivas del jaguar (por ejemplo, pieles, garras, colmillos, huesos). El jaguar y sus partes son considerados un reemplazo de las partes del tigre en el mercado asiático para la elaboración de joyas con los colmillos y con fines de medicina tradicional. La creciente demanda de la comunidad asiática por los colmillos y otras partes del jaguar ha causado matanzas sin precedentes de esta especie en Latinoamérica (Fraser 2018, Navia 2018).

Estos incidentes coinciden con patrones de caza furtiva observados en el sudeste asiático y África, en los que una creciente presencia de empresas Chinas que trabajan en grandes proyectos de desarrollo coincide con el aumento del comercio legal e ilegal de vida silvestre, incluidos los grandes felinos.



1. El jaguar: La importancia ecológica de esta especie

En términos ecológicos, el jaguar es muy importante para el funcionamiento de los ecosistemas que habita. Como depredador, es clave en el equilibrio de los ecosistemas, controlando las poblaciones de presas. El jaguar utiliza amplias extensiones de territorio para sobrevivir, por ejemplo, el área de vida reportada para un jaguar en el bosque amazónico de Madre de Dios, en Perú, es de 20 Km² (Tobler *et al.* 2013); sin embargo, las áreas de vida del jaguar pueden ser más grandes, se ha registrado una media de 84±27 km² en los bosques amazónicos (Gonzalez-Borrajó *et al.* 2017). Por otra parte, Morato *et al.* (2018) reportan que los jaguares machos pueden tener áreas de vida mayores a 1200 km² y las hembras mayores a 700 km².

Proteger las grandes extensiones de hábitat que requiere el jaguar, es muy importante, ya que al hacerlo se benefician también muchas otras especies que necesitan menos espacio para vivir. Así el jaguar es una especie paraguas que garantiza que las actividades desarrolladas para su conservación beneficien a su vez a una gran diversidad de especies con las que el jaguar coexiste e interactúa.

Por estas y otras razones ecológicas, el jaguar es una especie que requiere de toda nuestra atención para su conservación en el largo plazo. La evaluación de parámetros poblacionales como la abundancia y densidad son fundamentales para el manejo de la vida silvestre. Estos parámetros nos ayudan a determinar el estado de conservación de la especie en un área determinada, nos proveen información útil para tomar decisiones sobre las acciones de conservación a implementarse, y nos permiten evaluar las respuestas de las estrategias de manejo aplicadas.

El jaguar es un animal raro y evasivo, que existe en densidades poblacionales bajas, por lo tanto es muy difícil de observar y estudiar en su hábitat natural. En la actualidad, metodologías no invasivas como el fototrampeo nos permiten estudiar estas especies y obtener los parámetros deseados (abundancia y densidad), sin alterar su conducta (*e.g.* Silver *et al.* 2004, Soisalo y Cavalcanti 2006, Paviolo *et al.* 2008, Zapata-Ríos y Araguillín 2013, Blake *et al.* 2014, Espinosa *et al.* 2018).

2. El fototrampeo: Una herramienta indispensable

El fototrampeo es una técnica no invasiva para registrar especies que son raras, elusivas, o que no son fácilmente identificables mediante huellas u otros rastros. El uso de esta herramienta consiste

en la utilización de cámaras fotográficas (llamadas de aquí en adelante trampas fotográficas), equipadas con sensores de movimiento y temperatura para detectar fauna silvestre.

Las trampas fotográficas son activadas cuando un animal u objeto con temperatura diferente a la del ambiente se mueve frente a la zona de detección de la cámara (Fig. 1). Las trampas fotográficas son colocadas en el bosque y pueden permanecer semanas o meses registrando, las 24 horas del día, la fauna silvestre y su comportamiento.

La automatización de estas herramientas permite la recolección intensiva y prolongada de datos en áreas extensas y de difícil acceso. Mundialmente, el trapeo fotográfico es uno de los instrumentos más utilizados para el estudio de aves y mamíferos terrestres, de tamaño mediano y grande. Su aplicabilidad para el estudio de aspectos ecológicos de la vida silvestre es bien amplia, por ejemplo: a) Para la evaluación de la composición de especies, b) Para el estudio de comportamiento, el uso de los recursos, el uso de hábitat, los patrones de actividad, c) Para el modelamiento de la distribución espacial, ocupación, y la estimación de la abundancia y densidad poblacional en combinación con modelos analíticos de captura-recaptura.

3. Fototrampeo en combinación con modelos de captura-recaptura para estimar la densidad poblacional del jaguar

Las estimaciones de abundancia se basan en la identificación y conteo de individuos, usando un muestreo apropiado para la especie, y además, en la aplicación de un modelo de captura-recaptura. Este método ha sido aplicado para el estudio de una gran variedad de animales, pero, particularmente, para el estudio de felinos que poseen patrones únicos de manchas en su pelaje.

El fototrampeo en combinación con modelos de captura-recaptura se desarrolló originalmente para estimar la abundancia y densidad poblacional de tigres en la India (Karanth 1995, Karanth y Nichols 1998) y posteriormente, también fue aplicada para el estudio del jaguar (Paviolo *et al.* 2008, Zapata-Ríos and Araguillín 2013, Blake *et al.* 2014, Espinosa *et al.* 2018).

Esta metodología consiste en capturar imágenes del jaguar e identificar a los distintos individuos mediante el patrón natural de sus manchas (Fig. 2), para posteriormente, estimar la abundancia y densidad de sus poblaciones utilizando modelos de captura-recaptura tradicionales (CR) para poblaciones cerradas (Otis *et al.* 1978) o espacialmente explícitos (SECR, por su siglas en Inglés; Royle *et al.* 2013).

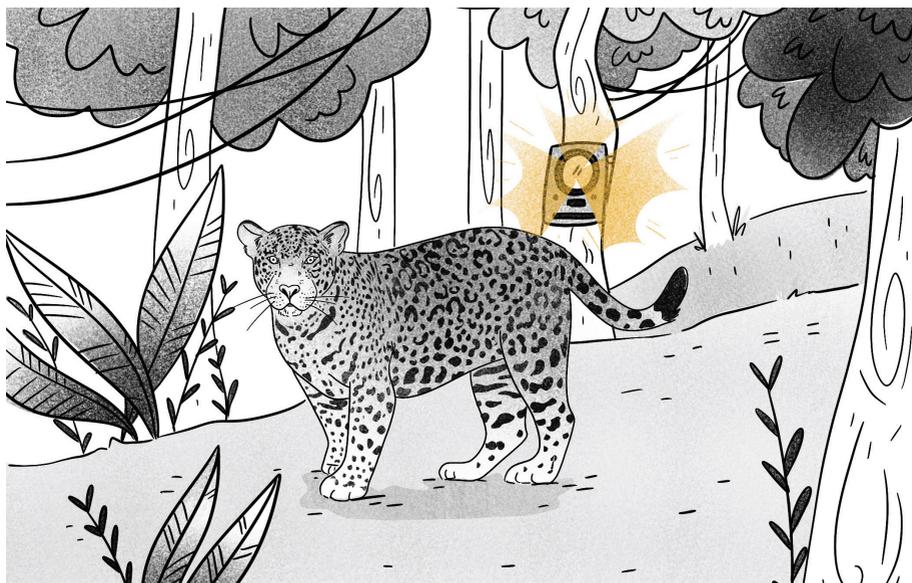


Figura 1. Activación de la trampa fotográfica al detectar un animal frente a la zona de detección de la cámara.

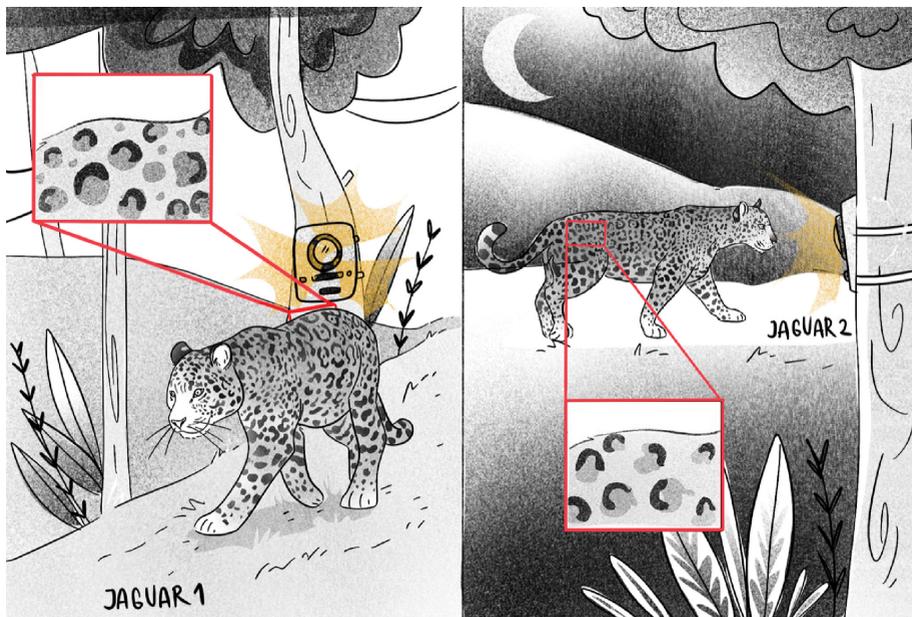


Figura 2. Identificación de individuos de jaguar mediante patrones de manchas. Cada individuo tiene un patrón único de manchas. Para la identificación se usa el mismo lado del cuerpo en todos los individuos; puede ser el izquierdo o el derecho.

Este manual tiene como objetivo proveer una guía para el desarrollo de estudios de abundancia de mamíferos terrestres, particularmente del jaguar, utilizando las trampas fotográficas como herramienta de muestreo. Estos estudios son demandantes en cuanto a requisitos para generar estimaciones confiables, se requiere una minuciosa planificación y no deben ser realizados si no se cuenta con el tiempo, los recursos y el equipo adecuado.

4. Aspectos a considerar para la investigación y monitoreo del jaguar a través de fototrampeo

4.1. Antes de iniciar el monitoreo

El monitoreo, muestreo repetido a lo largo del tiempo, es una herramienta de manejo que permite evaluar si las poblaciones de animales silvestres están aumentando, disminuyendo o permanecen estables, dándonos luces sobre qué acciones de conservación deberíamos tomar para revertir las tendencias poblacionales descendentes.

Estimar la abundancia de especies silvestres es una tarea difícil, y usualmente, requiere de tiempos y esfuerzos muy significativos en cuanto a muestreos. Por lo tanto, una vez que se decide que la abundancia es la variable poblacional que se necesita para informar nuestras actividades de conservación, manejo o toma de decisiones, es necesario identificar el método de estimación más apropiado.

Al elegir un método, deberíamos considerar cuidadosamente aspectos como la biología de la especie de interés, su detectabilidad y las características del área que vamos a monitorear. Esto lleva a preguntas como: ¿En qué sitios necesitamos estimar la abundancia?, ¿Es accesible toda la zona?, ¿Es la especie focal evasiva?, ¿Qué recursos financieros y humanos tenemos disponibles?, y la pregunta más importante, ¿Cuál debería ser el tamaño de nuestra área de muestreo?

4.2. Planificación del muestreo

Antes de planificar el muestreo, es importante conocer información básica de la especie focal, en este caso el jaguar. Esta información se puede obtener a través de entrevistas a los habitantes que conocen el área de estudio (e.g. percepciones de abundancia de la especie, lugares donde han visto jaguares, disponibilidad de presas), en la literatura o información disponible de muestreos preliminares en el área. Estos datos nos pueden dar una idea general sobre qué tan abundantes o raros son estos animales en el área, lo que nos ayudará a escoger adecuadamente la ubicación del área de estudio y los sitios de muestreo.

Es importante tener claro el objetivo del monitoreo. Por ejemplo, si es dentro de un área protegida, deberíamos escoger sitios que sean menos susceptibles a la intervención antrópica, a no ser que justamente nos interese medir el efecto del ser humano en la especie de interés. Si es un sitio fuera de un área protegida, es importante asegurarnos de establecer un sitio que tenga la menor probabilidad de ser fuertemente transformado en años futuros.

4.3. Diseño de muestreo

4.3.1. Temporada y duración del muestreo

Dependiendo del objetivo del estudio, los muestreos pueden realizarse tanto en la época lluviosa como en la seca. Sin embargo, para el estudio del jaguar, recomendamos realizar los muestreos en época seca o de menor lluvia por las siguientes razones:

1. Las trampas fotográficas en época lluviosa se dañan rápidamente.
2. Al funcionar con sensores pasivos (e.g. detección de diferencias de temperatura), las trampas fotográficas son menos efectivas cuando llueve, pues la piel de los animales se moja y eso hace que la diferencia de temperatura de su cuerpo y el ambiente sea más difícil de detectar por la cámara.
3. Si las trampas fotográficas son colocadas en un terreno colinado, va a ser muy difícil llegar a tus sitios de muestreo cuando llueve. O por el contrario, si están en zonas bajas corre el riesgo de tener problemas de inundaciones.

En el caso de los estudios para estimar la abundancia y densidad poblacional del jaguar, lo recomendable es que la duración del muestreo sea de 180 días (Harmsen *et al.* 2020). Esto nos permitirá obtener un mayor número de recapturas del jaguar, lo que mejorará la precisión de la estimación (Harmsen *et al.* 2020).

4.3.2. Distancia entre cámaras y número de cámaras

Para determinar el espaciamiento adecuado entre estaciones de trampas fotográficas, usamos como referencia el área de vida mínima de un jaguar en una región determinada. De esta manera, distribuimos las cámaras de tal manera que no existan espacios equivalentes a una o más áreas de vida donde no haya una trampa fotográfica. Es decir, procuramos que todo individuo dentro de nuestra área de muestreo tenga alguna probabilidad de ser capturado (Rabinowitz y Nottingham 1986, Silver *et al.* 2004). En Ecuador aún no disponemos de estudios de telemetría que nos indiquen el área de vida en las diferentes regiones del país. Por lo tanto, usamos el área de vida mínima encontrada

para un jaguar hembra, en Belice, que fue de 10 km² (Rabinowitz/Nottingham 1986) y sugerida por Silver *et. al.* (2004). Siguiendo estos lineamientos, estudios previos para evaluar la densidad de jaguar en la región amazónica del Ecuador usan una separación de 2.5 a 3 km entre las estaciones de trampas fotográficas (Espinosa *et al.* 2016, Espinosa *et al.* 2018), distancia que recomendamos para futuros muestreos. Sin embargo, esta distancia podría ser extendida a 4-5 km, considerando que estudios con nuevas tecnologías, como collares satelitales, reportan que el área de vida de hembras es bastante mayor que 10 km² (Tobler y Powell 2013). En general, se sugiere que para el estudio poblacional del jaguar se cubran 3 a 4 áreas de vida de este animal. Por lo tanto es clave considerar el espacio que se necesitará cubrir, además del número de estaciones de muestreo con trampas fotográficas. En este sentido, para la Amazonía, lo adecuado sería cubrir un polígono de 300-400 km². En cuanto al número de estaciones de muestreo, recomendamos un mínimo de 40-50 estaciones conformadas por dos trampas fotográficas cada una, para llevar a cabo un muestreo confiable. Para mayor detalle, revisar el estudio de Tobler y Powell (2013). (Fig. 3).

4.4. Selección del área de estudio

Con base en los siguientes criterios, identifica y selecciona áreas que consideras importantes para realizar el monitoreo de jaguar:

- Áreas en buen estado de conservación en términos de tamaño, conectividad y continuidad

del bosque, y presencia de jaguar.

- Áreas vulnerables, claves, determinadas como unidades de conservación del jaguar (e.g. Amazonía norte y sur, estribación oriental de los Andes, Cotacachi-Cayapas, y Chongón-Colonche).
- Áreas con vacíos de información; esta última muy importante, con el fin de no duplicar esfuerzos en áreas que ya poseen un mayor número de estudios de fototrampeo y así aprovechar los recursos disponibles.

Para evitar esfuerzos fallidos, es importante la colaboración interinstitucional para seleccionar los sitios de estudio y de esta manera realizar esfuerzos de monitoreo que se sostengan a largo plazo.

4.4.1. Evaluación previa del área de estudio y sitios de muestreo

El responsable del muestreo deberá trabajar en conjunto con una persona experta en temas de estudio de la vida silvestre y en particular del jaguar, así como con gente de las comunidades indígenas conocedores del territorio, con el fin de identificar distintas variables presentes en el área de estudio, como: vías de acceso, senderos, linderos, comunidades y territorios indígenas, tipos de bosque, cobertura vegetal, uso del suelo, topografía y ríos. También para identificar áreas con potenciales problemas logístico como: pendientes pronunciadas, áreas inundadas estacionalmente y ríos grandes.

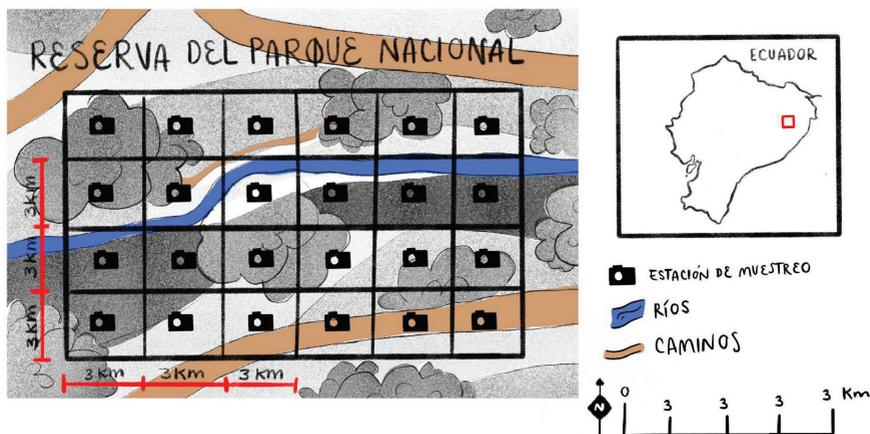
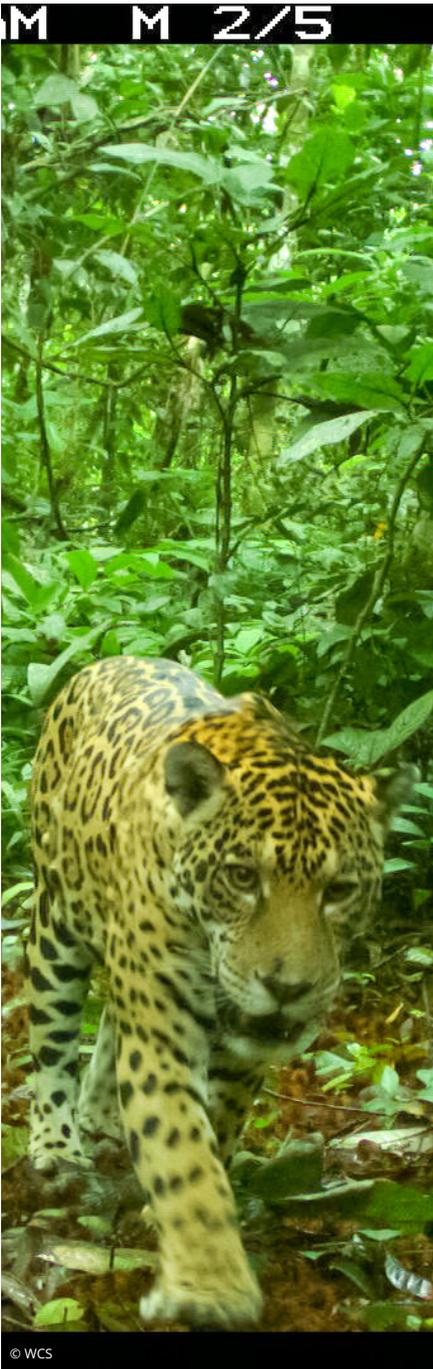


Figura 3. Diseño de muestreo utilizando celdas de 3 km por 3 km para ubicar sistemáticamente las trampas fotográficas en el área de estudio. El diseño puede variar dependiendo de las características del área de estudio y el objetivo de la investigación.



Una vez realizado este ejercicio y georreferenciados los potenciales sitios de muestreo en un mapa, el siguiente paso es hacer una verificación en campo del área de muestreo, previo a la colocación definitiva de las trampas fotográficas.

Durante la inspección de campo deberás identificar la facilidad de acceso a los sitios de muestreo, la complejidad del terreno y la logística necesaria para el desarrollo del estudio, así como los potenciales sitios de colocación de las trampas fotográficas. Además, deberás recorrer y georreferenciar los senderos identificados en el área con la ayuda de GPS y guías locales.

4.4.2. Selección de sitios y ubicación de las estaciones de muestreo

Uno de los aspectos más importantes del diseño de muestreo es que se escojan sitios de muestreo que maximicen la probabilidad de encontrar o registrar al jaguar, dado que es un animal que vive en bajas densidades, incluso en los hábitats mejor conservados.

De preferencia, selecciona los sitios que son probablemente visitados por el jaguar y sus presas como fuentes de alimento (árboles con frutos, saladeros, fuentes de agua), y donde existan señales de su presencia (huellas, rasguños, marcas de olor y fecas). No coloques cámaras donde sabes que no se va a registrar nada (e.g., zonas muy inclinadas); muévelas a un sitio mejor (e.g. a lo largo de las aristas de las montañas).

Para aumentar la probabilidad de registrar al jaguar debes ubicar las cámaras sobre senderos o caminos bien utilizados como caminos de animales, senderos de cacería y senderos comunitarios, ya que el jaguar prefiere usar estos caminos para desplazarse por el bosque (Macdonald y Loveridge 2010).

En muchos casos, necesitarás abrir senderos nuevos para instalar las estaciones de muestreo. Hazlo con al menos un mes de anticipación al estudio para que los animales empiecen a usarlos. Toma en cuenta que en muchas áreas los senderos facilitan el acceso a la gente incrementando los impactos de la cacería y tala ilegales.

4.5. Planificación previa a la implementación del muestreo en el campo

Una vez que hayas completado el diseño de muestreo, es necesario que tomes en cuenta los siguientes aspectos claves:

1. Socializa el proyecto con las comunidades o actores que se encuentran en el área de

influencia del estudio. Además, solicita el permiso de investigación emitido por el Ministerio del Ambiente.

2. Asegura que los medios de transporte, infraestructura y personal de campo o voluntarios entrenados, estén disponibles o sean suficientes para conducir el estudio.
3. Haz una lista de los materiales y equipos necesarios para realizar el estudio, e incluye equipos de repuesto (ver lista en la sección 6).
4. Marca cada cámara y su respectiva tarjeta con un número único o código para los propósitos de identificación. Por ejemplo: RX01 (Cámara Reconyx no. 01). De esta manera puedes hacer seguimiento del estado de cada equipo.
5. Configura y verifica el funcionamiento correcto de todas las cámaras, tarjetas de memoria y baterías, incluidas las unidades nuevas.
6. Planifica el itinerario de los días de campo, con una lista de todos los materiales necesarios, dirigidos para cada equipo de personas que participará en la fase de campo, y para cada día de campo.
7. Coloca los puntos de muestreo en un mapa del área de estudio, ingresa las coordenadas de cada punto en los GPS (coordenadas UTM, formato WGS84). Recuerda siempre hacer copias de seguridad de los archivos de ubicación de las trampas fotográficas.

4.5.1. Lista de equipos para el muestreo en el campo

1. Trampas fotográficas (incluidas unidades de repuesto) con correas de ajuste para sujetar las cámaras a los árboles.
2. Cables de seguridad con candados, en caso de ser necesario.
3. Tarjetas de memoria para las cámaras con capacidad de almacenamiento de al menos 4 GB (incluir unidades de repuesto).
4. Baterías recargables o de litio (incluir unidades de repuesto). Si se usan baterías de litio, éstas pueden ser reutilizadas en varios muestreos.
5. Cargadores de baterías y voltímetro para monitorear el nivel de carga y estado de las baterías.
6. Cinta de marcaje para señalar senderos y estaciones de muestreo.
7. GPS con los mapas y puntos de muestreo cargados.

8. Libretas y formularios de campo para registrar la información sobre los sitios de muestreo y sus coordenadas. También, carpetas plásticas para proteger los formularios de la lluvia.
9. Pequeños techos de plástico elaborados para proteger a las cámaras de la lluvia.
10. Marcadores permanentes para codificar las cámaras y sus respectivas tarjetas de memoria.
11. Cinta métrica
12. Machete

5. Configuración de las trampas fotográficas

Para realizar esta actividad con éxito, se recomienda tener a la mano la guía de configuración de las cámaras. Es necesario configurar las trampas fotográficas antes de salir al campo para su colocación. Además de la configuración, debes revisar que cada uno de los componentes de las cámaras (sensores) estén operando correctamente mediante una prueba de funcionamiento.

Configura las cámaras para que estén activas las 24 horas del día, tomen fotos en serie (> 3), sin tiempo de espera entre detecciones (el tiempo mínimo debe ser 0 ó 1 segundo). Este último ajuste te permitirá aumentar la posibilidad de conseguir una buena fotografía de la especie (cuerpo completo del animal).

Los parámetros principales a configurar en las cámaras son:

1. Fecha y hora
2. Modo de foto o video y su resolución
3. Número de fotos por detección
4. Sensibilidad del sensor
5. Tiempo mínimo entre fotos
6. Intensidad del flash, si este ajuste estuviera disponible
7. Nombre o identificación de la cámara, si el ajuste estuviera disponible

5.1. Instalación /colocación de las trampas fotográficas en el campo

En esta etapa, el tipo de trampa fotográfica, el número de estaciones de muestreo, el número de trampas fotográficas por estación de muestreo (generalmente una o dos), su ubicación y colocación, y la temporada y duración del muestreo, dependerán del objetivo del estudio y del diseño de muestreo que se haya establecido previamente, además de la disponibilidad de equipo.



Figura 4. Diagrama de una estación de muestreo, para la captura fotográfica del jaguar, y su ubicación respecto al camino o sendero.

Para el caso específico del estudio de las poblaciones de jaguar, cada estación de muestreo estará conformada por dos trampas fotográficas colocadas una frente a la otra, de manera perpendicular o diagonal a la dirección del sendero (Fig. 4). Las dos trampas fotográficas te permitirán obtener fotografías de ambos lados del cuerpo del animal, lo que facilitará posteriormente la identificación de los individuos.

5.2. Procedimiento para la instalación de las trampas fotográficas

En este paso, es muy importante, colocar las trampas fotográficas en sitios relativamente planos. Para esto, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Selecciona un árbol a cada lado del sendero, uno frente al otro o diagonales. Los árboles deben ser de preferencia rectos y lisos para facilitar la instalación y el ajuste de la trampa fotográfica, y de tronco resistente para asegurar que no se muevan con el viento o se rompan durante el muestreo.
2. Sujeta las trampas fotográficas a los árboles, a una altura entre 40 – 50 cm. del suelo. Si estás en zonas cercanas a ríos, es importante tomar en cuenta el nivel máximo de inundación.
3. Debes instalar las trampas fotográficas, idealmente, a una distancia de 3 a 4 m del centro del sendero (e.g. sitio por donde generalmente pasará el animal) para obtener fotografías claras y del cuerpo completo del animal (Fig.5). La distancia puede ser mayor o menor, con la desventaja que a menor distancia el animal puede salir cortado (e.g. solamente cuartos traseros) o la foto puede estar sobreexpuesta. A mayor distancia, puede ser posible que el animal salga muy pequeño o la fotografía muy oscura.
4. Selecciona sitios con buena cobertura vegetal en el dosel (sombra) para evitar que los rayos del sol lleguen directamente a la trampa fotográfica o al suelo. Esto, con el objetivo de maximizar la sensibilidad del sensor y detectar así, con mayor facilidad, la temperatura de los animales evitando fotografías falsas.
5. Mueve o corta cualquier elemento (vegetación, rocas) que obstaculicen los sensores y la lente de la trampa fotográfica. También, fíjate en otros elementos como hojas de palmas que pudieran caer sobre las trampas durante el muestreo. Los sitios de muestreo deben ser alterados lo menos posible para asegurar que permanezcan desapercibidos por los animales.
6. Prueba el correcto funcionamiento del sensor de detección de ambas trampas fotográficas, imitando el caminar y el tamaño del jaguar sobre el sendero. Una luz titilante te indicará si hay detección o no, esto también te servirá para corregir la orientación de la trampa fotográfica o el ángulo de inclinación de la misma con respecto al punto de interés (Fig. 6).
7. En el caso de terrenos inclinados, ajusta el ángulo de inclinación de la cámara utilizando palos o ramas frescas y resistentes. No utilices palos muertos o viejos.

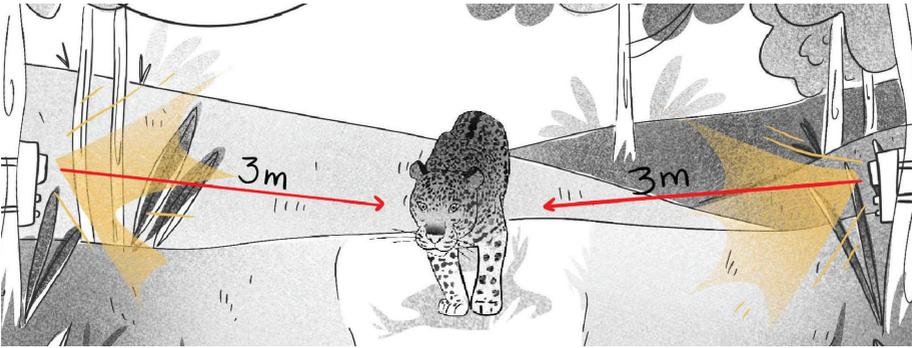


Figura 5. Colocación de la trampa fotográfica con respecto al sendero o el camino de animales. Las flechas indican la distancia mínima que debe existir entre la trampa fotográfica y el centro del sendero.



Figura 6. Instalación de la trampa fotográfica y prueba de su funcionamiento imitando el paso de un jaguar frente a la cámara. La luz roja indica que la cámara está detectando y funcionando; repite el test a diferentes distancias.

8. Puedes utilizar atrayentes con el objetivo de que el animal se detenga frente a las trampas fotográficas para oler o buscar el cebo y se tomen varias fotos en distintos ángulos (no atrae animales de largas distancias). Esto te ayudará a obtener mejores fotografías y facilitará la identificación de los individuos de jaguar. Existen varios cebos en el mercado que son especializados para atraer felinos; una pasta hecha con atún o sardinas en aceite también funciona.
9. Finalmente, antes de continuar hacia la instalación de otra estación de muestreo, no olvides grabar las coordenadas (UTM WGS84) del sitio exacto de la estación de muestreo con un GPS. Además, el responsable del grupo o todo el grupo se colocará frente a las trampas

fotográficas instaladas para que estas tomen una fotografía de registro, donde constará el código de la estación, la fecha y hora de instalación, y nombre del responsable del grupo. El código de la estación debe hacer referencia al muestreo, por ejemplo: YAS-01 (YAS = sitio Yasuní, 01 = punto de muestreo 01), YAS-01-01 (YAS = sitio Yasuní, 01 = bloque de muestreo 01, 01 = punto de muestreo 01). Es importante que en un formulario o libreta de campo se registre el código de la estación y el código del equipo que se usó para dicha estación.

5.3. Lista de acciones para activar la trampa fotográfica

Una vez que las trampas fotográficas han sido instaladas, es importante que sigas los siguientes

pasos para verificar que las mismas están listas para usarse, y que las hayas colocado de la manera correcta:

1. Comprueba que los parámetros configurados en las trampas fotográficas son los correctos (e.g. fecha, hora, número de fotos por detección, tiempo de retraso).
2. Coloca el cebo, en caso de que vaya a ser usado.
3. Activa la cámara (enciéndela y déjala en modo activo), luego toma una foto de 'inicio' del grupo de personas que instaló la respectiva trampa fotográfica, sosteniendo una pizarra u hoja de papel con la siguiente información: ID del punto de muestreo, fecha y hora, y nombre del responsable de instalar la estación de muestreo. Esta información te permitirá tener un respaldo en caso de pérdida de información en las fotos.
4. Al final, registra las coordenadas de la ubicación del punto de muestreo en tu formulario y libreta de campo junto con otros metadatos: código de la cámara, nombre del sitio, responsable, fecha y hora (**ver formulario en anexos**). Según el estudio, se pueden recopilar datos adicionales sobre el tipo de hábitat o cualquier otra información relevante como la presencia de caminos cercanos; y signos o características particulares, tales como, pozas de agua, saladeros y huellas de animales.

5.4. Revisión y retiro de las trampas fotográficas del campo

Durante el período de muestreo debes revisar periódicamente las trampas fotográficas, idealmente por lo menos cada 20-30 días, para verificar su buen funcionamiento y evitar períodos de inactividad. Las trampas fotográficas pueden fallar debido a problemas de batería, la entrada de agua, el ingreso de insectos, lodo en la lente, ramas caídas o la vegetación de rápido crecimiento que bloquea el campo de visión, además de daños causados por gente y animales, y/o por problemas de funcionamiento del hardware y software de la cámara.

5.4.1. Lista de acciones para revisar y retirar las trampas fotográficas

Es necesario tomar en cuenta los siguientes pasos, cuando se va a revisar el buen funcionamiento de las cámaras, y posteriormente, su retiro:

1. Revisa la cámara y pasa frente a ella para saber si aún está funcionando; debería tomarte una foto.
2. Comprueba el nivel de la batería, la capacidad restante de la tarjeta de memoria, y que la fecha

y hora sean las correctas. Reemplázalas si es necesario.

3. Remueve la vegetación que obstaculice el campo de visión de la trampa fotográfica.
4. Recarga el cebo.
5. Al retirar la cámara, repite los dos primeros pasos, y registra en el formulario la fecha y hora de retiro y el número de fotos tomadas.
6. Si la cámara no está funcionando, anota las razones (e.g. batería baja, humedad, memoria llena, vandalismo, etc.).

6. Después del trabajo de campo

Una vez finalizado el trabajo de campo debes revisar todas las trampas fotográficas para grabar la información recolectada en un disco externo o de respaldo. Copia la información de cada tarjeta de memoria en directorios/carpetas que llevarán la misma identificación de la estación de muestreo (e.g. YAS-01-01).

Posteriormente debes limpiar cuidadosamente las trampas fotográficas para retirar el lodo de la lente, de los sensores y de los contactos de las baterías. Asimismo, debes dejar abiertas las trampas fotográficas por unos días en un ambiente fresco y seco para retirar toda la humedad de sus componentes. A continuación, prueba el funcionamiento de las trampas fotográficas y, si es necesario, deben repararse.

Al finalizar el estudio almacena las trampas fotográficas en cajas de plástico y colócalas en un lugar fresco, seco y limpio. Además, debes clasificar, organizar e inventariar todas las baterías y accesorios adicionales como techos, cables y correas de ajuste. Idealmente, todo el material debe ser almacenado por separado, en contenedores etiquetados de acuerdo con su contenido para que el personal de campo pueda encontrarlo fácilmente al comienzo de la siguiente fase de campo.

6.1. Sobre el manejo de los datos de las trampas fotográficas

La necesidad de una herramienta informática para manejar y procesar la información recolectada por las trampas fotográficas, es cada vez más grande. A medida que la tecnología de las trampas fotográficas mejora, su capacidad de coleccionar gran cantidad de información también incrementa y vuelve más difícil el manejo de la información.

Las imágenes obtenidas por las trampas fotográficas representan una observación física y proporcionan un registro verificable de lo que se avistó, cuándo se lo hizo y el contexto. Como resultado, las

imágenes y las propiedades de la imagen (nombre de archivo, tamaño de archivo, tipo de archivo), así como otros datos deben conservarse. Estos datos adicionales incluyen información como fecha y hora, coordenadas, nombre de la especie, identificación individual (para especies con marcas naturales o artificiales, si procede), metodología de campo y metadatos.

Actualmente, existen softwares que permiten manejar esta información de manera automatizada, minimizando el riesgo de cometer los errores que ocurren al momento de ingresar la información manualmente. A continuación, presentamos algunos softwares disponibles para la gestión de datos de trampas fotográficas:

1. Wild ID

Wild ID es un software gratuito creado como una colaboración entre San Diego Super Computer Center y Wildlife Insights (antiguamente TEAM Network) para el manejo de datos de fototrampeo, y que puede ser aplicado a cualquier proyecto científico o de conservación. El software Wild ID y la documentación de ayuda están disponibles en:

<https://github.com/ConservationInternational/Wild.ID>

2. Camera Base

Camera Base es un software creado por Mathias Tobler - San Diego Zoo Global Institute for Conservation Research. Desarrollado originalmente para el estudio de tigres, facilita la identificación (manual) de individuos en imágenes, con el fin de realizar análisis de captura-recaptura para la estimación de poblaciones. Camera Base incluye varias herramientas de análisis, mayormente, enfocadas para los estudios de tamaños poblacionales. El link para su descarga y material suplementario están disponibles en:

<http://www.atrrium-biodiversity.org/tools/camerabase/>

3. eMammal

eMammal es un software desarrollado por el Instituto Smithsonian, es un sistema para la recolección, gestión y distribución de fotografías. Esta plataforma está diseñada no solo para la utilidad de los científicos, sino también para proyectos de ciencia ciudadana sobre distribución y abundancia de mamíferos. Se puede encontrar más información sobre esta herramienta en:

<https://emammal.si.edu/north-carolinas-candid-critters/content/how-download-desktop-application>

4. camtrapR

camtrapR es un es un paquete de acceso libre que corre en el software R (también gratuito), el cual ayuda en la organización de imágenes, identificación de especies e individuos, extracción de datos de imágenes, tabulación, visualización de resultados y exportación de datos para análisis posteriores. En camtrapR también se pueden realizar algunos gráficos exploratorios de riqueza, abundancia y patrones de actividad, así como, preparar bases para análisis de ocupación. No hay limitación en el número de imágenes almacenadas en este sistema de gestión de datos. Se puede encontrar más información sobre esta herramienta en:

<https://cran.r-project.org/web/packages/camtrapR/index.html>

5. Análisis de datos de trampas fotográficas y almacenamiento automático

Se trata de una hoja de cálculo y una herramienta para el manejo de datos desarrollada por Harris *et al.* (2010). Para más detalles y descarga de material suplementario se puede visitar:

<https://www.publish.csiro.au/book/7150>

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9623-91.3.352>

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9623-91.3.352>

Cada una de estas herramientas proporciona diversos niveles de gestión de datos y paquetes de análisis. Desafortunadamente, ninguno de estos sistemas puede aprovechar al máximo la funcionalidad de video que la mayoría de trampas fotográficas ofrecen hoy en día. Los videos brindan información muy importante, sobre todo, en investigaciones de comportamiento (Kuijper *et al.* 2015). Algunos programas como **eMammal**, **Camelot**, **Camera Base**, **Snoopy** y **TRAPPER**, presentan ciertas características que permiten manejar o explorar archivos de video; para mayor detalle ver **tabla 1**.

Camelot: <https://www.wildlabs.net/community/thread/290>

TRAPPER: <https://gitlab.com/oscf/trapper-project>

Agouti: <https://www.agouti.eu/>

Tabla 1. Características de los software y programas de gestión de datos de fototrampeo. Tomado de Young et al. (2018).

	Camelot	Snoopy	Camera Base	CPW Photo Warehouse	eMammal	camtrapR	camtrapR	TRAPPER	Agouti
Características generales									
Sistema operativo	Windows, Linux	Windows, MacOS	Windows	Windows	Windows	Windows, MacOS	Windows, MacOS, Linux	Windows, MacOS, Linux	Windows
Requisitos de instalación	MySQL	MySQL	Java	MS Access	MS Access	Acceso a internet	R	Acceso a internet	Acceso a internet
Requiere habilidades de codificación/ programación	-	-	-	-	-	-	Si (R)	-	-
Acceso libre	-	-	-	-	-	-	Si	Si	-(abierta a colaboradores)
Web - based	-	-	-	-	-	Si	-	Si	Si
Almacenamiento de datos	Local	Local	Local	Local	Local	Nube	Local	Servidor	Nube
Capacidad de almacenamiento de imágenes	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	c. 2,000,000	c. 2,000,000	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Funcionalidad									
Importe automático de metadatos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Imágenes fijas/en movimiento	Ambas	Ambas	Fija	Ambas	Fija	Fija	Fija	Ambas	Fija
Visor de medios incorporado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si	Si
Intervalos de captura	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Filtrar/consultar datos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Registra días activos	Si	-	Si	Si	Si	-	Si	Si	Si
Reconocimiento automático de especies	-	Planificado	-	-	-	Si	-	-	-
Cartografía incorporada	-	-	-	Si	-	-	Si	Si	Si
Análisis en la aplicación	-	-	-	-	-	-	Si	-	-
Generación de reportes estándar	Si	-	-	Si	Si	Si	-	-	-
Genera archivos de entrada	.csv; PRESENCE; R	Si	.csv; Excel	.csv; Excel; MARK; CAPTURE; DENSITY; PRESENCE; EstimateS	.csv; Excel; MARK; PRESENCE; DENSITY; R	.csv; PRESENCE; R	.csv	.csv	.csv

	Camelot	Snoopy	Camera Base	CPW Photo Warehouse	eMammal	camtrapR	camtrapR	TRAPPER	Agouti
Datos grabables									
Maraca/modelo de cámara	-	Si	Si	Si	-	-	Si	Si	Si
Lista desplegable de especies	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si	Si
Múltiples especies	Si	Si	Si	-	Si	Si	Si	Si	Si
Identificación de individuos	-	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tamaño de grupo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Edad y sexo por identificación	Si	Si	-	Solo sexo	Notas	Si	Si	Si	Si
Compartimiento por identificación	-	-	-	-	-	-	Si	Si	Si
Variables de clima	-	Si	-	-	-	-	Si	Si	-
Fase lunar	-	Si	Si	-	-	-	Si	Si	-
Amanecer/atardecer	-	Si	-	Si	-	-	Si	Si	-
Variables de sitio	Si	Si	-	-	-	-	Si	Si	-
Latitud/longitud	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Altitud	-	Si	-	-	-	-	Si	Si	Si
Características espaciales (hábitat)	Si	-	-	-	-	-	Si	Si	-
Soporte									
Usuarios múltiples/compartibles	Si	-	-	-	Si	Si	Si	Si	Si
ID de fuente	-	-	-	-	Si	-	Si	Si	Si
Ayuda/soporte	Manual de usuario, Foro	Manual de usuario	Manual de usuario	Manual de usuario	Manual de usuario	Foro	Foro	Foro	Manual de usuario
¿Valor de suscripción?	-	-	-	-	-	Si	-	-	Si
Referencia	Hendry y Mann (2018)	Smedley y Terdal (2014)	Fegraus et al. (2011)	Tobler (2015)	Ivan y Newkirk (2016)	Forrester et al. (2013)	Niedbala et al. (2016)	Bubnicki et al. (2016)	

7. Recomendaciones para seleccionar una trampa fotográfica

Existe un amplio rango de cámaras. Las trampas fotográficas de la marca Reconyx probablemente son las de mejor calidad en el mercado, con alta durabilidad en campo y excelente tiempo de activación y calidad de imagen; sin embargo son equipos muy costosos. Otras buenas opciones, con sus limitaciones, son los equipos de las marcas Bushnell, Browning y Cuddeback, de menor precio que Reconyx pero confiables. Los modelos de Reconyx, Bushnell y Cuddeback tienen tiempos de activación cortos (menores a un segundo) y sensores de movimiento muy sensibles. El tiempo de activación es el tiempo transcurrido entre el momento en que un animal camina al frente de la trampa fotográfica y la trampa fotográfica toma una fotografía.

Las trampas fotográficas con tiempos de activación más largos, por lo general, producen un mayor número de fotos vacías, ya que los animales que se mueven rápidamente pasarán por el cuadro de visión antes de capturar la imagen. En

cuanto a la configuración de los equipos, recomendamos configurar las trampas fotográficas para que tomen varias imágenes por detección, por ejemplo, en una ráfaga, sin demora entre detecciones.

Preferimos cámaras con flash blanco LED para los estudios de jaguar, o estudios que requieran identificar individuos. Esta característica nos permite tener fotos nocturnas de mejor calidad, así como distinguir colores en el cuerpo de los animales. Usualmente, usamos configuraciones de sensibilidad 'alta' o 'muy alta' para el sensor de movimiento.

Para mayor información sobre las características y el desempeño de los modelos más actuales de trampas fotográficas, puedes visitar la página de Trailcampro en:

<https://www.trailcampro.com/collections/trail-camera-reviews>

Para más detalles sobre las Características importantes a considerar en el momento de escoger una trampa fotográfica mira en Anexos.



Literatura citada

- Blake, J., D. Mosquera, J. Guerra, B. Loiselle, D. Romo, and K. Swing. 2014. Yasuní – a hotspot for jaguars *Panthera onca* (Carnivora: Felidae)? Camera-traps and jaguar activity at Tiputini Biodiversity Station, Ecuador. *Biología Tropical* 62:689–698.
- Espinosa, S., G. Celis, and L. Branch. 2018. When roads appear jaguars decline: Increased access to an Amazonian wilderness area reduces potential for jaguar conservation. *PLoS One* 13:e0189740.
- Espinosa, S., L. Albuja, D. Tirira, G. Zapata, E. Araguillin, V. Utreras y A. Noss. 2016. Análisis del estado de conservación del jaguar en el Ecuador. Pp: 319-338. En: Medellín, R., A. de la Torre, H. Zarza, C. Chávez, y G. Ceballos (eds.). *El jaguar en el siglo XXI: La Perspectiva Continental*. Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica. México D.F., México.
- Espinosa, S. 2012. Road Development, Bushmeat Extraction and Jaguar Conservation in Yasuní Biosphere Reserve –Ecuador. PhD Dissertation. University of Florida. Gainesville – FL, USA.
- Fleming, P., P. Meek, P. Banks, G. Ballard, A. Claridge, J. Sanderson, and D. Swann. 2014. *Camera Trapping: Wildlife Management and Research*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. *State of the World's Forests*. Rome.
- Fraser, B. 2018. China's lust for jaguar fangs imperils big cats. *Nature* 555:13–14.
- Gonzalez-Borrojo, N. V. López-Bao, and F. Palomares. 2017. Spatial ecology of jaguars, pumas, and ocelots: a review of the state of knowledge. *Mammal Review* 47:62–75.
- Harmsen, B., R. Foster, and H. Quigley. 2020. Spatially explicit capture recapture density estimates: Robustness, accuracy and precision in a long-term study of jaguars (*Panthera onca*). *PLoS One* 15:e0227468.
- Harris, G., R. Thompson, J. Childs, and J. Sanderson. 2010. Automatic storage and analysis of camera trap data. *The Bulletin of the Ecological Society of America* 91:352–360.
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture—recapture models. *Biological Conservation* 71:333–338.
- Karanth, K. U., and J. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79:2852–2862.
- Kuijper, D., J. Bubnicki, M. Churski, B. Mols, and P. van Hooft. 2015. Context dependence of risk effects: wolves and tree logs create patches of fear in an old-growth forest. *Behavioral Ecology* 26:1558–1568.
- Macdonald, D., and A. Loveridge. 2010. *The Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford University Press. New York, USA.
- Meek, P. D., and A. Pittet. 2012. User-based design specifications for the ultimate camera trap for wildlife research. *Wildlife Research* 39: 649– 660.
- Meek, P., A. Ballard, and P. Fleming. 2012. *An Introduction to Camera Trapping for Wildlife Surveys in Australia*. PestSmart Toolkit publication. Invasive Animals Cooperative Research Centre. Canberra, Australia.
- Ministerio del Ambiente and Wildlife Conservation Society. 2014. *Plan de Acción para la Conservación del Jaguar en el Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Wildlife Conservation Society, Liz Claiborne & Art Ortenberg Foundation, y Wild4Ever. Quito, Ecuador.
- Morato, R., J. Stabach, C. Fleming, J. Calabrese, R. Paula, K. Ferraz, D. Kantek, S. Miyazaki, T. Pereira, G. Araujo, A. Paviolo, C. De Angelo, M. Di Bitetti, P. Cruz, F. Lima, L. Cullen, D. Sana, E. Ramalho, M. Carvalho, F. Soares, B. Zimbres, M. Silva, M. Moraes, A. Vogliotti, J. May, Jr, M. Haberfeld, L. Rampim, L. Sartorello, M. Ribeiro, and P. Leimgruber. 2016. Space use and movement of a Neotropical top predator: The endangered jaguar. *PLoS One* 11:e0168176.

- Navia, R. 2018. Bolivia: Mafia le arranca los colmillos al jaguar, el gran felino de América. Mongabay Latam. <https://es.mongabay.com/2018/01/bolivia-jaguar-colmillos-mafia/>
- Novack, A., M. Main, M. Sunquist, and R. Labisky. 2005. Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology* 267:167–178.
- Otis, D., K. Burnham, G. White, and D. Anderson. 1978. Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations. *Wildlife Monographs* 62:3-135.
- Paviolo, A., C. De Angelo, Y. Di Blanco, and M. Di Bitetti. 2008. *Jaguar Panthera onca* population decline in the Upper Paraná Atlantic Forest of Argentina and Brazil. *Oryx* 42:554–561.
- Rabinowitz, A., and B. Nottingham. 1986. Ecology and behavior of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *Journal of Zoology* 210:149–159.
- Rovero, F., F. Zimmermann, D. Berzi, and P. Meek. 2013. “Which camera trap type and how many do I need?” A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix* 24:148–156.
- Royle, J. A., R. B. Chandler, R. Sollmann, and B. Gardner. 2013. *Spatial Capture-Recapture*. Academic Press. Waltham – MA, USA.
- Silver, S., L. Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M. Kelly, R. Wallace, H. Gómez, and G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38:148–154.
- Soisalo, M., and S. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture–recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129:487–496.
- Swann, D., K. Kawanishi, and J. Palmer. 2011. Evaluating types and features of camera traps in ecological studies: guide for researchers. Pp. 27– 44 in O’Connell, A., J. Nichols, K. U. Karanth, eds. *Camera Traps in Animal Ecology Methods and Analyses*. Springer. New York, USA.
- Tobler, M., and G. Powell. 2013. Estimating jaguar densities with camera traps: Problems with current designs and recommendations for future studies. *Biological Conservation* 159:109–118.
- Tobler, M., S. Carrillo-Percastegui, A. Zúñiga Hartley, and G. Powell. 2013. High jaguar densities and large population sizes in the core habitat of the southwestern Amazon. *Biological Conservation* 159:375–381.
- IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019. <https://www.iucnredlist.org>.
- Viscarra, M., G. Ayala, R. Wallace, and R. Nallar. 2011. The use of commercial perfumes for studying jaguars. *Cat News* 54:30–31.
- Wallace, R., H. Gómez, G. Ayala, and F. Espinoza. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 10:133–1329.
- White, G., D. Anderson, K. Burnham, and D. Otis. 1982. *Capture-Recapture and Removal Methods for Sampling Closed Populations*. Los Alamos. New Mexico, USA.
- Young, S., J. Rode-Margono, and R. Amin. 2018. Software to facilitate and streamline camera trap data management: A review. *Ecology and Evolution* 8:9947–9957.
- Zapata-Ríos, G., and E. Araguillin. 2013. Estado de conservación del jaguar y pecarí de labio blanco en el Ecuador occidental. *Biodiversidad Neotropical* 3:21–29.

Anexos

Características importantes a considerar en el momento de escoger una trampa fotográfica

En la actualidad, existe una gran variedad de trampas fotográficas en el mercado que se pueden diferenciar no solo por sus marcas, sino además por sus características y especificaciones; es importante tomar en cuenta sus componentes y sus propiedades tecnológicas con el objetivo de asegurar una interacción óptima de estas singularidades en relación con el diseño y objetivo del estudio.

Las trampas fotográficas modernas se caracterizan por estar equipadas con un sistema de sensor infrarrojo pasivo (también llamado PIR "sensor piroeléctrico"), con el fin de detectar un diferencial de temperatura y movimiento entre el animal y el ambiente. Además están equipadas con un sistema de flash LED/infrarrojo para iluminar el área objetivo.

En base a la tecnología de sensor y flash, las trampas fotográficas más utilizadas en estudios de fauna son:

1. PIR con flash infrarrojo: La mayoría de trampas fotográficas vienen equipadas con este sistema, el flash LED infrarrojo produce fotos monocromáticas en la noche.
2. PIR con flash blanco: Existen dos tipos de trampas fotográficas con flash blanco, de xenón y LED. La primera, cada vez, es menos común en el mercado.

Una visión clara de la pregunta de investigación y, por lo tanto, un diseño de muestreo adecuado debe preceder a la elección de las características de la trampa fotográfica (Nichols *et al.* 2011).

Dado que no existe una trampa fotográfica que pueda ser usada para todos los tipos de estudio, a continuación se presenta una revisión de diez características principales que deben ser evaluadas al momento de seleccionar tipos y modelos de trampas fotográficas (Rovero *et al.* 2013).

1. **Velocidad de disparo:** Se refiere a la velocidad con la que la cámara captura una imagen desde que el sensor detecta al animal en movimiento; debe ser menor a un segundo. Esta es quizás la característica más importante de una trampa fotográfica.
2. **Tipo de flash:** El flash es el destello o fuente de luz artificial que ilumine y encuadre fotográfico. Las trampas fotográficas con flash blanco son fundamentales cuando se necesitan imágenes

nítidas y/o a color durante la noche y durante el día, como es el caso de los estudios de captura y recaptura que requieren reconocimiento de individuos. Puede ser flash blanco de xenón o LED.

3. **Zona de detección:** Es el área en la que una trampa fotográfica puede detectar el objetivo a través de su sensor. La zona de detección no es necesariamente igual al campo de visión de la cámara, es decir, el área incluida en la fotografía real.

El área de la zona de detección varía ampliamente entre los modelos actuales (15 - 324 m²; Meek *et al.* 2012), y para algunos, solo una pequeña proporción del campo de visión corresponde realmente a la zona de detección de la cámara. Tanto la zona de detección como el campo de visión pueden aumentarse hasta cierto punto alejando la cámara del objetivo, esto compensará las velocidades de disparo lentas. Se debe consultar sobre las especificaciones del fabricante para confirmar los detalles de las zonas de detección de las trampas fotográficas de interés.

4. **Número de fotos tomadas, tiempo de recuperación y video:** Las trampas fotográficas de flash infrarrojo son capaces de tomar ráfagas de imágenes en secuencia rápida, lo que puede ser importante para varios propósitos, por ejemplo: mejor identificación de los animales (ya que aumentarán las posibilidades de obtener una buena imagen dentro de una ráfaga, especialmente, cuando los animales no se mueven demasiado rápido) y registrar individuos dentro de grupos familiares.

Por la noche, las trampas fotográficas de flash blanco LED son la mejor opción para tomar fotos o videos en secuencia. Las secuencias de imágenes y videos pueden ser útiles para estudios de comportamiento y monitoreo.

5. **Sensibilidad:** Se refiere a la sensibilidad del sensor PIR, esta es una característica que generalmente puede ser ajustable. Este parámetro regula la respuesta del sensor al objetivo, cambiando el umbral de sensibilidad al calor. Una alta sensibilidad hará que la trampa fotográfica sea más sensible al calor y al movimiento, y esto es útil para detectar animales pequeños y también para cuando trabajamos en ambientes cálidos donde el sensor puede tener dificultades en detectar a los animales. Una sensibilidad baja

puede ayudar en climas fríos ya que la cámara podría dispararse con mayor frecuencia por algo más cálido que el entorno.

6. Intensidad del flash: Varios modelos de trampas fotográficas pueden ajustar la intensidad del flash automáticamente, de acuerdo con la distancia del animal u objeto desde la cámara. Esta es una característica importante, ya que al regular automáticamente la cantidad de luz ayudará a minimizar el número de fotos sobre expuestas (quemadas por mucha luz) cuando un animal pasa cerca de la cámara.

7. Batería: Siempre es una interrogante qué tipo de baterías utilizar en los estudios de fototrampeo. En general, las trampas fotográficas con flash blanco de xenón consumen más energía de la batería, que aquellas con flash infrarrojo.

Los tres tipos de batería que más se utilizan para las trampas fotográficas son: litio, hidruro de níquel-metal (NiMH) y alcalinas. Las baterías de litio (no recargables) son preferidas por su alta densidad de carga (larga vida), pero también son las más caras. Las baterías recargables (NiMH) pueden reutilizarse varias veces y además producen menos desechos tóxicos. Aunque estas baterías tienen un costo inicial más alto, resultan más económicas a largo plazo con respecto a las baterías alcalinas y otras no recargables.

Sin embargo, el voltaje de las baterías de NiMH es menor que el de las baterías alcalinas y de litio, por lo tanto, algunos sistemas pueden no funcionar de manera confiable. Es importante comprobar que las baterías que estamos considerando adquirir son compatibles con los equipos que tenemos, lo cual generalmente se encuentra especificado en los manuales del equipo.

Las baterías alcalinas son las más comunes y se usan ampliamente en las trampas fotográficas, aunque se descargan más rápido que las baterías de litio. A pesar de los costos iniciales más altos, recomendamos el uso de las baterías recargables siempre que el rendimiento de la trampa fotográfica no se vea comprometida. Hoy en día existen baterías recargables de NiZn que poseen un voltaje comparable al de las baterías no recargables y pueden ser muy útiles para el fototrampeo.

8. Resolución de imágenes, nitidez y claridad:

La mayoría de las trampas fotográficas en el mercado toman fotos y videos de media a alta resolución. Sin embargo, mientras más alta sea la resolución verdadera de la imagen, más lenta será la velocidad de obturación, lo que puede resultar en imágenes borrosas en condiciones de poca luz; por lo tanto, es necesario buscar la forma de compensar entre la resolución y la velocidad de obturación para producir las imágenes más nítidas. Algunos modelos de trampas cámara infrarrojas tienen una opción de 'modo nocturno', que maximiza la claridad durante la noche, al reducir el poder de iluminación y aumentar la velocidad del obturador, lo que reduce la posibilidad de obtener imágenes borrosas.

9. Carcasa y hermeticidad de la cámara:

La calidad de la carcasa, el camuflaje y la resistencia a los insectos y al agua de las trampas fotográficas es extremadamente importante en la investigación de la vida silvestre. Esto es esencial, principalmente, cuando se experimenta en condiciones climáticas extremas como la nieve, lluvia y humedad (Swann *et al.* 2011, Meek y Pittet 2012, Fleming *et al.* 2014).

10. Programación y configuración de la cámara:

Deben ser lo más simples posible, para permitir que los trabajadores de campo, con diversos grados de experiencia, configuren las trampas fotográficas sin errores. Además, la configuración de la trampa fotográfica debe permitir escoger entre tomar fotos las 24h del día o escoger un período del día, el día o la noche. Debe incluir una opción para programar al equipo para que realice fotografías a la misma hora todos los días del muestreo; esto permite a los investigadores confirmar que la cámara trampa estuvo operativa durante toda la implementación, lo cual, es especialmente importante cuando no se han tomado fotos.

Manual de aplicación de fototrampeo para la investigación y monitoreo del jaguar

ISBN: 978-9942-8582-7-6



ecuador.wcs.org



[wcsecuador](https://www.youtube.com/wcsecuador)



[@wcsecuador](https://twitter.com/wcsecuador)



[@wcsecuador](https://www.instagram.com/wcsecuador)



[wcsecuador](https://www.facebook.com/wcsecuador)