

PRIMER CENSO NACIONAL DEL JAGUAR

CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, GERARDO CEBALLOS,
RODRIGO MEDELLÍN A. Y HELIOT ZARZA

Resumen

Las prioridades de conservación de especies que tienen grandes áreas de actividad, como los jaguares, deben de planearse a diferentes escalas (local a geográfica), además de tomar en cuenta el tamaño del área de actividad, el área de distribución y los distintos hábitat, y sus posibles interacciones con las actividades humanas. El Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR), pretende realizar una estimación del jaguar y sus presas en sitios prioritarios para su conservación. Para ello se usará la técnica de trampas-cámara, que ha sido ampliamente usada para estimar las poblaciones de jaguar y también las abundancias de sus presas. Se recomienda una densidad de tres estaciones de muestreo por cada 9 a 16 km² para el jaguar y sus presas con grandes áreas de actividad. Para las presas con áreas de actividad pequeña se recomiendan nueve estaciones en 0.2 km². Se recomienda el uso de modelos de captura-recaptura para analizar los aspectos demográficos; sin embargo, se deben considerar aspectos como el tamaño de la muestra para generar una estimación estadísticamente robusta de densidad. El CENJAGUAR es el primer esfuerzo para llevar a cabo una evaluación de su situación poblacional a nivel nacional en México. No se han realizado estudios similares de esta magnitud en ningún otro país donde habita el jaguar. En este sentido, el proyecto marcará nuevos estándares para la conservación de la especie a nivel mundial. Esta información servirá para determinar las áreas prioritarias para la conservación del jaguar a escala local (ejidos), regional (nivel estatal) y geográfica (nivel país). La estrategia identificará las áreas que deben tener un manejo compatible con la conservación del jaguar y sitios adecuados para establecer corredores biológicos que una a los sitios prioritarios.

Palabras clave: Censo nacional, estimación poblacional, presas, trampas-cámara.

Abstract

The priorities of conservation of species that have large home ranges, as the jaguars, have to be planned at different scales, besides bearing in mind the size of the area of activity, the distribution area and different habitat, and his possible interactions with the human activities. The National Census of the Jaguar and its Preys (CENJAGUAR) will estimate the population status of jaguar and its preys in priority sites for his conservation. Cameras-traps, which have been widely used to estimate the populations of jaguars, will be used to estimate abundances. A density of three sampling stations for every 9 to 16 km² for jaguars and preys with big areas of activity, whereas, for the preys with areas of small activity nine stations in 0.2 km². We recom-

mend, the models' use of capture re-captures to analyze the demographic aspects; nevertheless, we must consider aspects to be the size of the sample to generate a statistically robust estimation of density, by what the use of indexes of abundance can be adapted, provided that the design this one standardized. The CENJAGUAR is the first effort to carry out an evaluation of his population national situation. There have not been realized similar studies of this magnitude in any other country where he inhabits the jaguar. In this respect, the project will mark new standards for the conservation of the species worldwide. This information will serve to determine the priority areas for the conservation of the jaguar to local scale (common lands), regional (state level) and geographical (level country). The strategy will identify the areas that must have a managing compatible with the conservation of the jaguar and sites adapted to establish biological corridors that one to the priority sites

Keywords: National census, population estimate, prey, camera-traps.

Introducción

La mayoría de las poblaciones de grandes carnívoros se encuentran amenazadas o en peligro de extinción a causa de presiones antropogénicas (Treves y Karanth, 2003; Woodroffe y Ginsberg, 1998). A pesar de que el jaguar (*Panthera onca*) es una especie de amplia distribución, ha perdido más de la mitad del área que ocupaba históricamente debido a la destrucción y fragmentación del hábitat, junto con la cacería ilegal, la pérdida de sus presas y la presencia de enfermedades exóticas (Ceballos *et al.*, 2002; Chávez, 2006; Chávez *et al.*, este volumen; Sanderson *et al.*, 2002).

El jaguar está en peligro de extinción en México; sin embargo, se carece de una evaluación sólida y actualizada sobre el estado de sus poblaciones que permita diseñar estrategias adecuadas para su conservación (Ceballos *et al.*, 2006). Nunca se ha evaluado su situación de manera simultánea ni se ha determinado el tamaño de su población en todo un país. En el 2006 se llevó a cabo el segundo simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo en donde se reunieron cerca de 50 expertos de universidades, organizaciones sociales, el Gobierno Federal y la iniciativa privada. Una de las conclusiones de este simposio fue la necesidad de realizar acciones concretas en el ámbito nacional para reducir el riesgo de extinción del jaguar. Los resultados obtenidos en el simposio son la base para una estrategia de conservación de la especie a largo plazo, que contempla objetivos, metas y acciones concretas, incluyendo la realización de un censo nacional (Ramírez y Oropeza, este volumen).

El Primer Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR) tiene por objetivos evaluar la densidad poblacional del jaguar y sus presas en México, determinar el hábitat disponible del jaguar en México, e identificar los requerimientos para la conservación del jaguar y sus presas en los sitios prioritarios. Pretende evaluar la distribución y situación poblacional de la especie en áreas donde actualmente no se sabe si persiste o sus poblaciones son estables, si existe hábitat adecuado y presas suficientes para su supervivencia, y

en sitios identificados anteriormente como prioritarios (Ceballos *et al.*, 2006; Chávez y Ceballos, 2006; Zarza *et al.*, en este volumen).

El CENJAGUAR contempla el monitoreo de poblaciones de jaguar, sus presas y su hábitat, pero debido a su escala, para ponerlo en práctica se requiere un medio relativamente fácil y confiable, que permita estandarizar los datos demográficos. Si se mantiene a largo plazo, permitirá evaluar periódicamente la viabilidad de su hábitat y poblaciones. Si este esfuerzo se desarrolla paralelamente a otras acciones, como la atención al conflicto con el ganado, redundará en un mejor entendimiento de las relaciones jaguar-humano. Además, este tipo de acciones junto con programas nacionales, como Proarbol, las UMA (Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre) y el fomento para la conservación de su hábitat y su presas, redundarán en una mejor calidad de vida de los pobladores locales.

Protocolo estandarizado

En un intento por estandarizar los diseños de muestreo, Silver *et al.* (2004) y Medellín *et al.* (2006) publicaron sendos protocolos para el estudio del jaguar que se basan en métodos originalmente aplicados al estudio del tigre (*Panthera tigris*) en India, empleando técnicas de captura-recaptura (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; 2002; Lynam, 2002).

El primer protocolo enfatiza el uso de las trampas - cámara en la implementación de muestreos para estimar la abundancia de jaguar, utilizando los procedimientos establecidos de captura y recaptura para el análisis de poblaciones cerradas y el patrón de manchas del pelaje para identificar a los individuos en las fotografías. Con la fecha impresa en las fotografías, se pueden medir días o bloques de tiempo como eventos discretos de muestreo. Este protocolo ha sido utilizado con éxito para estimar la abundancia del jaguar y sus presas (Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004; Weckel *et al.*, 2006). En México ha sido utilizado en tipos de vegetación tan diversos como el matorral xerófilo, la selva baja, la selva mediana y la selva alta (Azua, 2005; Azua y Medellín, este volumen; Ceballos *et al.*, 2005; López-González y Brown, 2002; Nuñez, *et al.*, 2000).

El segundo protocolo, que se desarrolló específicamente para México (Medellín *et al.*, 2006), es resultado de la mesa de trabajo sobre censos y monitoreos, del primer simposio "El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo" llevado a cabo en Cuernavaca, Morelos (Chávez y Ceballos, 2006). Incluye la estimación de la abundancia por diferentes métodos: 1) búsqueda de rastros y huellas, 2) uso de trampas-cámaras, 3) excrementos y análisis genético en laboratorio y 4) captura y radio telemetría.

Censo nacional del jaguar y sus presas

Este es el primer esfuerzo para llevar a cabo una evaluación de la situación del jaguar a nivel nacional. No se han realizado estudios similares de esta magnitud en ningún otro país donde habita el jaguar. En este sentido, el proyecto marcará nuevos estándares para la conservación de la especie a nivel mundial. La información generada servirá para determinar las áreas prioritarias para la conservación del jaguar a escala local, regional (ni-

vel estatal) y geográfica (nivel país). La estrategia identificará las áreas que deben tener un manejo compatible con la conservación del jaguar y sitios adecuados para establecer corredores biológicos que unan a los sitios prioritarios.

Diseño del censo

Para el diseño del censo se debe contemplar la evaluación preliminar de la presencia-ausencia del jaguar en sitios predeterminados. La base para la evaluación a nivel regional y nacional son las áreas prioritarias para la conservación del jaguar (Cuadro 1; Ceballos *et al.*, 2006). En donde se deben de contemplar reuniones previas con todas las instancias que pudieran estar involucradas en el proceso. Además del levantamiento de encuestas en donde se tengan o se recabe información básica sobre las condiciones socioeconómicas y de conocimiento de la fauna en general y del jaguar y sus presas en particular, y una verificación en el campo donde se corrobore la presencia de jaguares, y estandarización de los resultados de manera cualitativa y cuantitativamente. Para esto se tomará como base la evaluación sugerida en Medellín *et al.* (2006) en donde se dan todas las herramientas para realizar la evaluación.

Se debe de verificar la existencia de una población o individuos. Esta se realizará mediante búsqueda de rastros y huellas y uso de trampas-cámara. El uso de cámaras tiene suposiciones que requieren ser tomados en cuenta para realizar una correcta estimación (Karanth y Nichols, 2002). La base del censo es la utilización de trampas-cámara, además de ser el método más viable, factible y seguro para obtener la información que requerimos sobre abundancia y densidad del jaguar a través de su distribución en diferentes tipos de hábitat (Karanth y Nichols, 1998; Lynam, 2002; Medellín *et al.*, 2006). Para propósitos de este censo, una estación de muestreo consiste de una ó dos trampas-cámara puestas en un sitio. Una celda de muestreo es el área mínima de actividad de una hembra (9 km²) en un determinado tiempo, que para fines prácticos y de la evaluación, será de 20 días.

Para el CENJAGUAR, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones en el diseño:

1. Todos los individuos dentro del área de muestreo tienen la misma probabilidad de ser capturados, e.g. fotografiados en una o más estaciones de trampeo durante el estudio. El diseño del estudio tiene que asegurar que no existan huecos dentro del área de muestreo, tales que un individuo pueda viajar dentro de su área de actividad y no tenga alguna probabilidad de ser fotografiado. Dentro de cada celda de muestreo, las trampas-cámara pueden ser puestas estratégicamente para maximizar la probabilidad de los eventos de captura, e.g. cerca de rascaderos, huellas, excretas, a lo largo de caminos de cacería y cerca de cuerpos de agua.

2. El tiempo y duración del muestreo se determinará considerando la estacionalidad climática y el acceso a la zona de muestreo. En la mayor parte de los sitios (Cuadro 1) es posible llevar a cabo un estudio de esta naturaleza en la temporada de secas (enero-mayo). Sin embargo, esto tendrá que ser definido en concordancia con cada investigador

con base en la estacionalidad, accesibilidad y conocimiento de los parámetros demográficos existente en la zona o en sitios similares. El trampeo con cámaras puede tomar un total de 20 a 90 días consecutivos. Un periodo de muestreo superior a 90 días consecutivos puede resultar en una violación del supuesto de población cerrada (Karanth y Nichols, 1998). Aunque existan pocos datos sobre la historia natural de jaguar las curvas de acumulación de nuevos individuos en ambientes tropicales muestran que el tiempo promedio para tomar fotos de jaguares en una estación de muestreo es aproximadamente 20 días (C. Chávez, datos no publicados). La revisión de las cámaras, será cada 10 días,

Cuadro 1. Regiones y estados donde de se realizará el CENJAGUAR en México

Región	Estado	Nombre	Institución/Organización
Norte	Sinaloa	Yamel Rubio	Universidad Autónoma de Sinaloa
Norte	Sonora	Gerardo Carreón	Naturalia A.C.
Norte	Sonora	Oscar Moctezuma	Naturalia A.C.
Norte	Sonora	Carlos Lopéz	Universidad de Queretaro
Norte	Sonora	Octavio C. Rosas Rosas	Colegio de Posgraduados, Unidad San Luis Potosí
Norte	San Luis Potosí	Octavio C. Rosas Rosas	
Norte	Tamaulipas	Arturo Caso Aguilar	Proyecto Felinos de México A.C.
Pacífico Centro	Jalisco	Rodrigo Núñez Pérez	Fundación Ecologica de Cuixmala A.C.
Pacífico Centro	Guerrero	Rodrigo Núñez Pérez	Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.
Pacífico Centro	Michoacán	Ricardo Legaria	Gobierno del Estado de Michoacán
Pacífico Centro	Nayarit	Erik Saracho Aguilar	Hojanay A.C. Hombre Jaguar Nayarit
Pacífico Sur	Chiapas	Rodrigo A. Medellin	Instituto de Ecología UNAM
Pacífico Sur	Chiapas	Epigmenio Cruz	IHNE Chiapas (Sierra Madre de Chiapas)
Pacífico Sur	Oaxaca	Iván Lira Torres	Zoológico de Aragón
Pacífico Sur	Oaxaca	Diego Wooldrich/ Iván Lira Torres	Zoológico de Aragón
Península de Yucatán	Quintana Roo	Cuauhtémoc Chávez	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Gerardo Ceballos	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Heliot Zarza	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Marco Lazcano	El Edén
Península de Yucatán	Yucatán, Campeche	Juan Carlos Faller	Pronatura Península de Yucatán A.C.
Península de Yucatán	Quintana Roo	Francisco Remolina	ANP Yum Balam, Conanp
Península de Yucatán	Quintana Roo	Carlos Navarro	Onca A.C.

y la colocación y retiro de la cámara-trampa no debe de ser contada dentro del esfuerzo de muestreo.

3. Esfuerzo del muestreo dependerá del sitio. En ambientes con topografía accidentada será de 5 a 10 días para colocarlas y de 4 a 8 para retirarlas. Se pueden colocar de 2 a 3 estaciones de trapeo por día y de una por día en las que se encuentren lejos del campamento base. Esto depende mucho del tipo de vegetación y la accesibilidad del sitio. Hay que planear un promedio de 2 horas para colocar cada trampa-cámara.

4. El tamaño del área muestreada es fundamental. El programa CAPTURE trabaja mejor con poblaciones $\geq 15-20$ individuos, lo que es poco viable en la mayoría de las situaciones debido a la baja densidad de jaguar y a las limitaciones logísticas y económicas. Se requiere un área mínima de muestreo de $64-200 \text{ km}^2$ para sitios con altas densidades (Figura 1; Medellín *et al.*, 2006). Las densidades mas altas registradas son de 7-9 individuos en 100 km^2 (Chávez, 2006; Chávez *et al.*, este volumen; Maffei *et al.*, este volumen). Las áreas con bajas densidades requieren un área mínima de muestreo de $400-750 \text{ km}^2$ (Figura 2). Esto es debido a que la densidad mínima registrada para jaguar es de menos de un individuo por cada 100 km^2 (S. Ávila, com. pers.; Paviolo *et al.*, 2005; Rosas-Rosas, en prensa; C. López-González, com. pers.).

5. El tamaño del área de muestreo puede ser determinado con base en las limitaciones logísticas, recursos de equipo y monetarios, disponibilidad del grupo de trabajo, o densidad del jaguar. Hay que determinar cuando se puede realizar un censo de muestreo o estimación de la abundancia. Se tiene que delimitar el área de muestreo dentro del hábitat adecuado y no adecuado para el jaguar. Un hábitat adecuado, puede definirse como un área que presenta cobertura vegetal y evidencias del uso del hábitat por jaguares, mientras que, uno no adecuado, es aquel en que existan muy pocas evidencias de presencia del jaguar. El área de muestreo se divide en celdas de muestreo de igual tamaño y no más grandes que el área de actividad mínima de una hembra adulta (10 a 65 km^2), dependiendo del tiempo de muestreo y tipo de vegetación.

6. La distribución y el número de las trampas-cámara se debe hacer de la siguiente manera. Cada celda de muestreo puede tener 3 estaciones de muestreo espaciadas entre 1 a 4 km (Figura 1). En situaciones en las cuales la mayoría de las celdas de muestreo contienen hábitat no adecuado para el jaguar y dos estaciones de muestreo pueden estar relativamente cercanas, a menos de 1 km, se tendrá que utilizar solamente una estación de trapeo (Figura 2). Es necesario definir un límite para el número de estaciones de muestreo; incluso con 20 estaciones de muestreo solo se podría tener un área de 250 km^2 para ser muestreada simultáneamente. El estudio más importante a la fecha sobre la ecología del puma se realizó en un área de 2059 km^2 (Logan y Sweanor 2001), que sugiere que el área adecuada destinada a monitorear nuestra población de jaguares en algunas áreas tendría que ser de $6000-8000 \text{ km}^2$, lo cual logísticamente es muy difícil de realizar. Por otro lado, si las cámaras son movidas periódicamente o el tiempo de muestreo se extiende demasiado, podemos correr el riesgo de violar el supuesto de población cerrada.

El número mínimo de estaciones es de 18 en 100 km^2 ; 3 estaciones por cada 16

km², que es el área de actividad mínima de una hembra en 20 a 60 días (C. Chávez, com. pers.; Soisalo y Calvancanti, 2006). Por cada 9 estaciones, un mínimo de 4 deben tener dos cámaras (estaciones dobles). Por lo que como mínimo se necesitan 26 cámaras para el censo del jaguar, con un total de 18 estaciones (Figura 1).

Presas

El muestreo con trampas-cámara ofrece la posibilidad de estimar la abundancia de las especies de presas, sobre todo en aquellas áreas donde los animales son difíciles de observar. Las cámaras pueden ser puestas a lo largo de senderos o rutas que los animales siguen para generar un índice de densidad de presas en términos del número de fotografías tomadas por esfuerzo de muestreo. Por ejemplo, el número de fotos de pecaríes/100 días trampa. Sin embargo, la amplitud de la relación del índice con la verdadera densidad

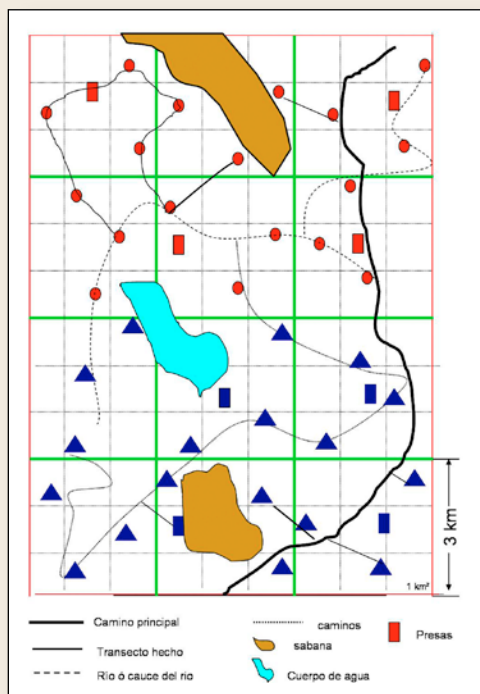


Figura 1. Figura 1. Diseño de muestreo con trampas-cámara en los cuales todo el hábitat tiene buena calidad o buena cobertura forestal. Cada celda de muestreo es de 9 km². Los círculos y triángulos corresponden a la posición de las estaciones de foto trampeo. El color rojo indica el primer periodo y el azul el segundo.

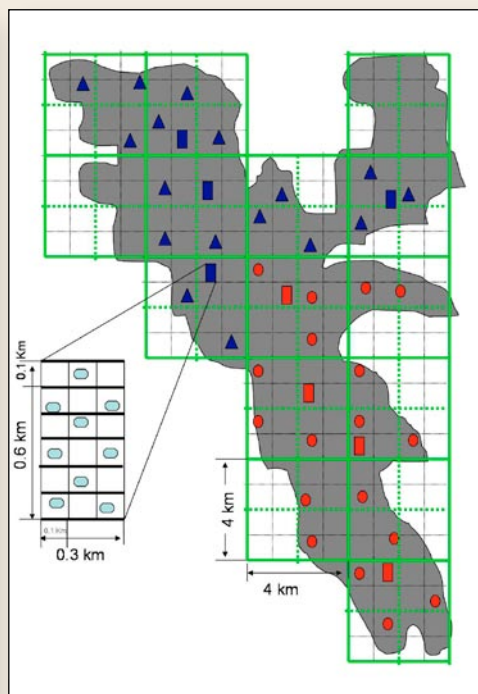


Figura 2. Diseño de muestreo en un área hipotética con clasificación de buena y pobre calidad de hábitat. El achurado es el hábitat de buena calidad y cada celda de muestreo es de 16 km². Los círculos y triángulos corresponden a la posición de las estaciones de foto trampeo. El color rojo indica el primer periodo y el azul el segundo. Se resalta el área para el muestreo de presas.

o abundancia de presas permanece desconocida (Karanth y Kumar, 2002). Debido a los hábitos de la mayoría de las presas potenciales del jaguar y a los tamaños de éstas, habrá dos tipos de áreas de muestreo, una para especies grandes que tienen áreas de actividad mínimas mayores a un km^2 . Para estas últimas las consideraciones del diseño de las trampas-cámara serán similares a las del jaguar, con algunas diferencias. El muestreo se realizará simultáneamente al del jaguar pero éste durará 10 días, que es el tiempo en que tarda un tepezcuintle en mover o cambiar su área de actividad (Beck-King *et al.*, 1999). La puesta de las trampas-cámara será de todas las estaciones de trampeo por día y como mínimo una celda de muestreo por día, sobre todo en aquellas que se encuentren lejos del campamento base. Esto depende del hábitat, así como de cuestiones de accesibilidad. El tamaño del área muestreada será de 0.2 km^2 para las especies pequeñas como seretes (*Dasyprocta punctata*), que esta es el área promedio de actividad mínima registrada para este tipo de especies (Beck-King *et al.*, 1999; Chew y Chew, 1970). El área de muestreo se dividirá en celdas de muestreo de igual tamaño y menores que el área de actividad mínima de una hembra adulta o un grupo de animales; en este caso sera de 0.2 km^2 (Figura 2).

Cada celda de muestreo tendrá 9 estaciones de muestreo espaciadas al menos 100 metros y un máximo de 300, cubriendo un área de $20\,000 \text{ m}^2$ (0.2 km^2 ; Figura 2). Se tomará la cuadrícula de un kilómetro cuadrado, el cual se dividirá en una sub-cuadrícula de 20 cuadros de $100 \times 100 \text{ m}$, donde se utilizarán 9 cuadros ($600 \times 300 \text{ m}$). Se considera que cada estación de muestreo cubre 100 m^2 . En donde se seleccionará el sitio que presente mayores probabilidades de que una presa pueda ser fotografiada, procurando evitar aquellos sitios que por sus características tengan una menor probabilidad de fotografiar a los animales. Es necesario definir un límite para el número de estaciones de muestreo mediante un muestreo experto, en el sentido de tomar los sitios y áreas con fragmentos de vegetación lo mas homogéneos posibles. El tener más estaciones y cubrir una mayor área, probablemente resulte en el que para algunas especies se registren grupos o poblaciones distintos. Existen varios estudios con cámaras que han calculado las frecuencias de ocurrencias ó densidades para todas las presas, sin considerar aspectos clave como áreas de actividad y patrones de uso de las presas, así como tamaños de éstas (e. g. Souza *et al.*, 2007; Srbek-Araujo y García, 2005). Además de que el muestreo generalmente



esta dirigido a presas potenciales mayores a un kilo (Oliveira, 2002).

Se usarán dos celdas de muestreo por cada tipo de vegetación, y si se considera el área de muestreo para el jaguar, se tendrán cuando menos ocho. Todas las estaciones tendrán una cámara, por lo que como mínimo se necesitan 18 cámaras para evaluar la abundancia relativa de las presas y 8 celdas de muestreo.

Consideraciones finales

En general, la forma del área de trampeo dependerá de la calidad del hábitat, la topografía, ubicación de los caminos, ríos y senderos por donde se tendrá acceso. Se recomienda que el área de trampeo tenga una forma de mínimo borde. El tamaño del área de muestreo dependerá del sitio, la facilidad del traslado para colocar y revisar las cámaras, el número de cámaras con el que se puede contar y la densidad de los jaguares en el sitio. Se sugiere un área mínima de trampeo de 64 km², con tamaños de celda de 9 km² para ambientes cerrados o con altas densidades de jaguares (e. g. tropicales) a 16 km², para ambientes abiertos (e. g. matorrales xerófitos) o con bajas densidades de jaguares.

Posibles ejemplos de forma y ubicación aproximada de las trampas en un sitio de trampeo se describen a continuación. Una vez que se tiene un área suficientemente grande y con buena accesibilidad se puede empezar ubicando los posibles sitios para las trampas-cámara en un mapa, de manera que no queden grandes vacíos sin muestrear. Éstos se pueden geoposicionar y marcar en un mapa para después elegir algunos para tener la mejor distribución posible. En ciertos casos hay que abrir senderos para acceder a zonas donde quedaron huecos sin cámaras. Estos senderos deben ser abiertos con la mayor anticipación posible para que los animales se acostumbren a usarlas (Figura 1).

Agradecimientos

Agradecemos el financiamiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Semarnat, a la Alianza WWF-Telcel y a la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, a la Fundación del Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (FBBVA), el apoyo logístico del Instituto de Ecología de la UNAM, y la contribución con su experiencia y conocimiento a los participantes al Simposio El Jaguar en el Siglo XXI: situación actual y manejo.



PEspecies fotografiadas mediante el diseño de muestreo para bosques tropicales.

