

**CURSO INTERNACIONAL PARA GUARDAPARQUES  
COSTA RICA-PANAMA  
JULIO, 2006**

**MODULO  
“ECOLOGÍA GENERAL, BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓN Y  
FUNDAMENTOS PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO EN  
AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS”**

**CHARLA # 3  
MONITOREO BIOLÓGICO**

**Por: Celso Alvarado**

- **Qué es un monitoreo de especies?**
- Un monitoreo consiste en la recolecta sistemática de información sobre una o más especies a través del tiempo. Para que el monitoreo sea lo más provechoso posible éste debe tener objetivos claros y concretos.
- Por ejemplo, se realiza un monitoreo de las dantas en la Cordillera de Tilarán para investigar preferencia de hábitats por parte de esta especie. De igual forma, se puede diseñar un monitoreo del número de tepezcuintles a lo largo de una temporada para ver si la cacería está afectando a la población de dichos animales.

## Características del Monitoreo

(Tomado del Volumen 4 del Manual Básico para el Guardarecurso Centroamericano, PROARCA)

- **Premeditado:** Se hace para cumplir propósitos explícitos.
- **Sistemático:** Se ejecuta de acuerdo a un plan y siguiendo pautas en forma ordenada y consistente.
- **Registral:** Se toma nota de los datos pero no se someten de inmediato al análisis, evaluación o interpretación.
- **Descriptivo:** Resume y presenta datos en tablas y gráficos.
- **Específico:** Concentrado en aspectos puntuales de procesos y fenómenos naturales, socioculturales y de manejo.
- **Contributivo:** Ayuda pero no reemplaza a la investigación ni a la planificación o al manejo de recursos, a los registros públicos civiles o a los administrativos

# Conceptos de Indicador Biológico

Indicadores Biológicos: Son especies o grupos de especies utilizados en demostrar los efectos de cambios ambientales, tales como alteración del hábitat, fragmentación, efecto de borde, cambios climáticos, etc. En sentido amplio un indicador ecológico es una especie utilizada como una medida de las condiciones de un hábitat particular, comunidad o ecosistema.

- Un indicador biológico es una especie silvestre que aporta información sobre el estado de salud del ecosistema. Así, los indicadores biológicos son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas. Estas especies a menudo son seleccionadas para representar a un conjunto de especies con requerimientos similares (Noss, 1990).

- El primer paso antes de iniciar la selección de especies indicadoras y el Monitoreo de éstas es contar con un inventario de las especies presentes o sea, estimación de la riqueza de especies en un tiempo y localidad determinados (Meffe y Carroll 1997).
- Este paso lleva a un segundo, que consiste en el monitoreo de la biodiversidad en un tiempo definido para determinar si las medidas de conservación y manejo aplicadas son efectivas o necesitan ajustarse.
- El monitoreo de la biodiversidad consiste en muestrear uno o varios parámetros poblacionales de las especies a lo largo del tiempo y comparar los resultados obtenidos con un estándar predeterminado.
- El monitoreo provee información acerca del estado de una especie, del conjunto de especies y las tendencias de estos dos niveles de la biodiversidad (Noss 1990).

- En general los objetivos específicos a seguir durante el monitoreo de indicadores biológicos son dos:
- primero monitorear la abundancia relativa de las poblaciones de las especies de flora y fauna que se consideran indicadores biológicos de la salud de un ecosistema; y
- segundo, monitorear aquellas especies de flora y fauna cuyas poblaciones se encuentren amenazadas o bajo fuertes presiones de diferente índole.

- Con el seguimiento o monitoreo de la biodiversidad, el objetivo principal es constituir una herramienta que genere información continua sobre el estado de conservación de las áreas protegidas, para orientar la toma de decisiones de manejo y evaluar la efectividad de las acciones realizadas en el pasado.
- Todo seguimiento y evaluación de la biodiversidad conlleva trabajo de campo, el cual debe realizarse continuamente. Un monitoreo año tras año de la biodiversidad de la zona en estudio, permite conocer con más exactitud como se comportan los diferentes elementos o componentes de la flora y fauna en el área definida por un período largo de tiempo.

- ***Riqueza de Especies***
- La riqueza corresponde al número total de especies de un sitio dado. Este indicador es de mucha utilidad para tener una aproximación global a los recursos de una zona.
- ***Abundancia***
- Corresponde a la cantidad de individuos de cada especie identificada.
- **Densidad:** número de individuos por unidad de superficie.

Cuando se habla de medidas absolutas de una población, por ejemplo el número total de individuos por unidad de superficie, nos referimos a la **densidad absoluta**.

Cuando nos referimos a una medida que representa alguna relación más o menos constante, pero desconocida, respecto al tamaño total de la población, nos referimos a la **densidad relativa**, donde solo obtenemos un índice de abundancia relativamente poco preciso.

# Métodos directos

- Los métodos directos son los conteos de los animales observados en un determinado recorrido. Para esto se deben seleccionar varios transectos de una misma distancia; por ejemplo 3 kilómetros de largo.
- Se debe escoger una distancia mínima de detección a cada lado del transecto, puede ser 30 metros por ejemplo. En este caso al finalizar el recorrido se tendría el número de individuos observados en una distancia de 3 km por 60 m de ancho
- En caso de escuchar un sonido característico mediante el cual se pueda identificar la especie, se toma nota de al menos un individuo escuchado.
- Los monitoreos deben adaptarse a los hábitos de las especies.

# Métodos indirectos

- Los métodos indirectos se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente.
- Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excrementos, trillos, marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por depredador), y olores.
- Para el conteo de rastros se deben también establecer varios transectos fijos de igual longitud, los cuales deben recorrerse en forma sistemática cada cierto tiempo e idealmente durante un mismo horario.
- Los rastros contabilizados deben permitir la identificación precisa de la especie que los dejó.

- Por rastro se entiende todo vestigio, señal, o indicio (evidencia) que deja uno o varios individuos en un sitio dado, los cuales delatan su presencia. Así, por ejemplo los mamíferos dejan diversos tipos de rastros, entre los que se pueden señalar los siguientes (Aranda, 1980):

- **Huellas**
- **Señales de alimentación**
- **Excrementos**
- **Desechos de la alimentación**
- **Senderos (camino, veredas)**
- **Restos orgánicos (pelo)**
- **Madrigueras y sitios de descanso**
- **Cráneos y ornamentas**
- **Marcas en las plantas**
- **Voces y sonidos**
- **Olores**

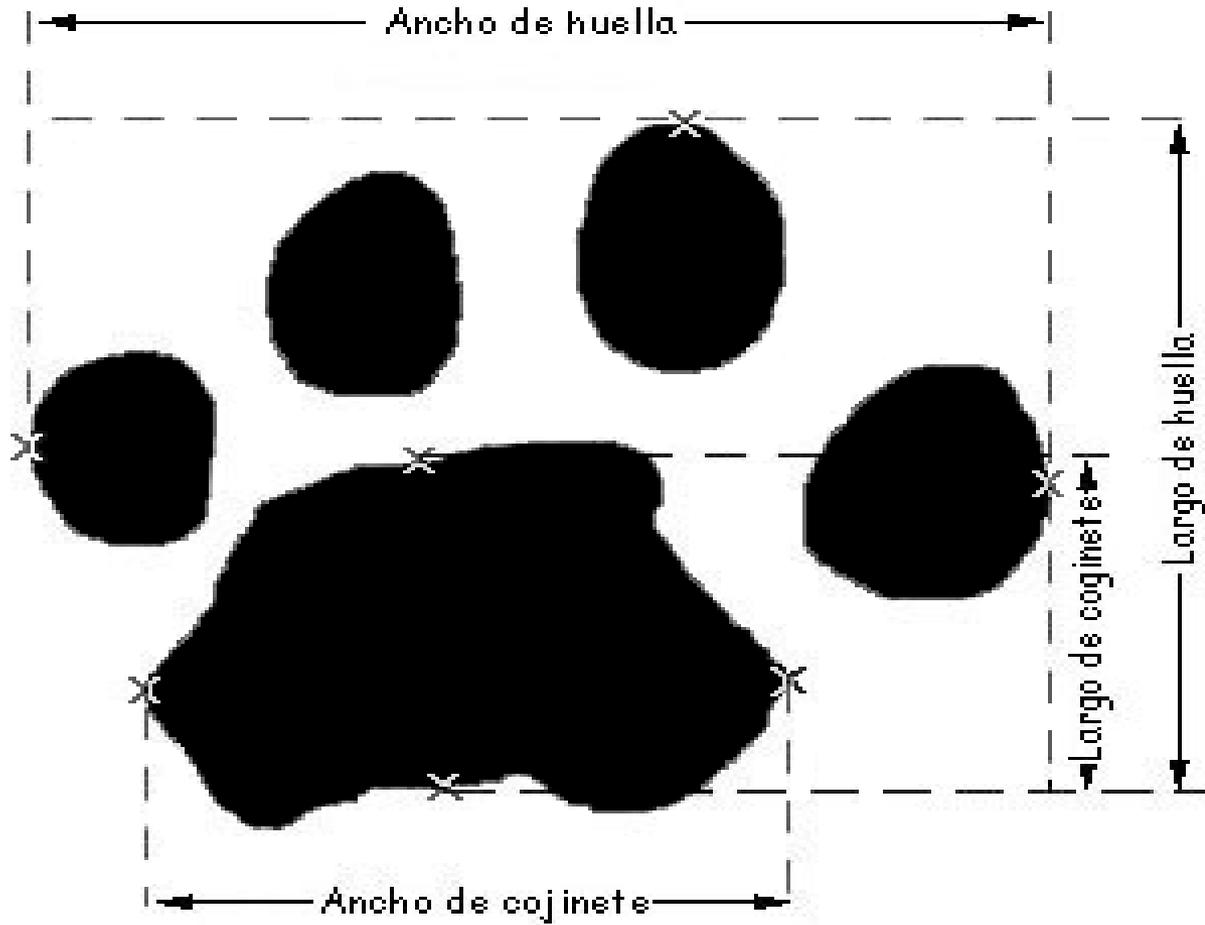
- La interpretación de diferentes tipos de rastros encontrados en un determinado lugar podría darnos información sobre comportamiento, hábitos alimentarios o territorialidad de algunas de las especies seleccionadas en el monitoreo.
- Por ejemplo, podría encontrarse huellas de puma junto a restos de un saíno (pelos, huesos, pezuñas) lo cual es una evidencia de que el puma se ha alimentado de un saíno. De la misma forma se pueden encontrar huellas de danta o venado asociadas a mordiscos en la vegetación, o rascaderos con excretas de felinos que puedan relacionarse con territorio de los individuos. A lo largo del monitoreo esta información acumulada puede ser de gran utilidad para comprender aspectos de la ecología de las especies.

- Al medir una pisada, se toma la longitud desde el borde anterior de la marca de la almohadilla del dedo más largo hasta el borde posterior de la almohadilla intermedia. Las uñas por lo tanto no se toman en cuenta al hacer la medición hasta el borde posterior. El ancho se mide en la parte más ancha de la huella. Para obtener medidas lo más exactas posibles lo mejor es tomarlas de huellas hechas cuando el animal se mueve despacio.
- La posición de las huellas refleja la manera de desplazarse del animal, y una vez que se conocen las posiciones relativas que corresponden a las diferentes marchas, se puede deducir si el animal ha estado andando, trotando, saltando o galopando. Los principales tipos de marchas son: el paso, el trote, el galope y el salto (Moore et al., 1989).

- **Identificación de rastros.**
- Las huellas de los mamíferos pueden dividirse en dos grupos principales según la estructura del pie, que son: las huellas hechas por animales con manos y uñas como por ejemplo el jaguar, el gato de monte y el pizote; y las hechas por animales con pezuñas o cascos, como el venado, el cabro de monte y la danta.
- Así, las uñas de los cánidos casi siempre dejarán una clara huella, pero nunca se ven las marcas de uñas en la pisada de un felino, debido a que siempre están retraídas durante la marcha (Moore et al., 1989).



# COMO MEDIR UNA HUELLA?



## Métodos para el monitoreo de mamíferos

- Existen varios métodos para el monitoreo de mamíferos. Los más detallados, y por lo general los más costosos, son aquellos en los que media la captura de los animales.
- Esta técnica permite obtener información tal como sexo, edad, peso y tamaño de los individuos. Además, los animales pueden ser marcados para luego ser identificados en eventuales recapturas durante el monitoreo.
- Técnicas de radio-telemetría son otro tipo de marca que permiten estimaciones precisas sobre ámbitos de hogar e información de movimientos y preferencia de hábitats de los animales bajo estudio.
- Los métodos que no involucran la captura de los animales pueden hacerse en forma directa o indirecta, o bien mediante una combinación de ambas.

– ***Marcas naturales***

Es obvio que diferentes especies de animales tienen diferentes características morfológicas y diferentes patrones de coloración. Los individuos dentro de las especies a menudo también muestran variaciones. Estas variaciones pueden ser cicatrices obvias, o anomalías (un ojo ciego, una extremidad perdida o en malas condiciones, etc.) o simplemente son variaciones de marcas naturales o patrones de coloración. Tales diferencias pueden ser usadas para identificar a los animales cuando se encuentran en el campo. Algunos ejemplos incluyen:

- Colas enroscadas: pecaríes
- Patrones de manchas faciales: jaguares
- Patrones rayas o manchas: ocelotes
- Patrones de nariz: monos araña (u otros)
- Estructura de cara, nariz y orejas: tapires

Tenga cuidado al usar lo que parecen diferencias obvias, pero que tal vez sólo son cambios temporales tales como “piel encrespada” de un mono en celo, una área sin pelo en la cabeza de un ocelote por frotaciones, o el cuerno roto de un venado. Discuta ejemplos de patrones de marcas naturales utilizando diapositivas de la fauna silvestre local.

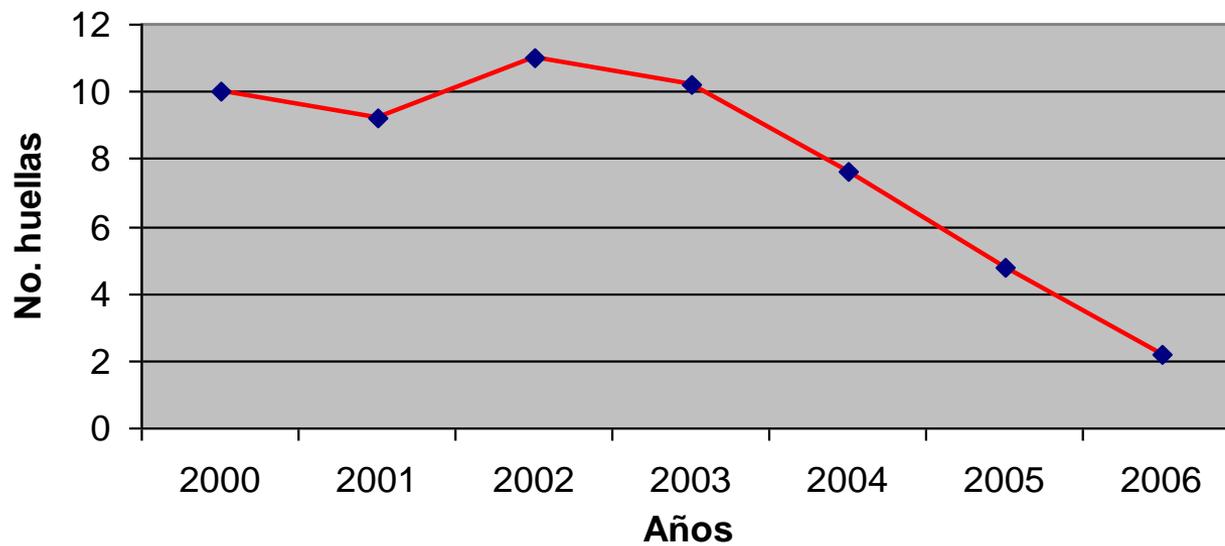
## Monitoreo de Indices

- Los cambios en la abundancia relativa de las especies de aves y mamíferos se lleva a cabo mediante un **monitoreo de índices**; tanto directos, como indirectos. En el monitoreo por índices, estos reflejan cambios en la abundancia de una especie a través del tiempo y el espacio.
- Un índice es una medida (conteo incompleto o conteo indirecto de signos) que está correlacionada con la abundancia animal (Caughley, 1997). Por ejemplo, en un conteo de índices de abundancia, si queremos estimar la abundancia de jaguares en un área protegida y conocer como varía año con año, entonces lo que se haría es recorrer un “transecto” de cinco (5) Kilómetros de longitud, para contar el número de huellas de jaguar. Además, el recorrido del transecto y el conteo de huellas se realizan una vez al mes, es así como se obtiene un promedio anual del número de huellas en el transecto. Esto permite calcular el índice de abundancia del jaguar, dividiendo el número de huellas observadas por la distancia recorrida (**Cuadro 5 y Figura 6**).

**Cuadro 5**  
**Ejemplo de Conteo de Huellas de Jaguares**  
**a lo largo de un transecto en un período de 7 años**

Año	Huellas contadas en el transecto (promedio anual)	Índice de abundancia
2000	50	1,0
2001	46	0,92
2002	55	1,1
2003	51	1,02
2004	38	0,76
2005	24	0,48
2006	11	0,22

**Figura 6**  
**Indice de abundancia relativa del jaguar por**  
**conteo de huellas**



## Monitoreo de aves.

- Para determinar los índices de abundancia de aves se utiliza los siguientes métodos:
- **Conteos por oportunidad:** consisten en recorrer senderos establecidos (con una distancia dada) registrando las especies de aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas.
- **Muestreo por puntos de conteo (PC).** Esta técnica consiste en permanecer (los encargados del censo) en varios puntos pre-determinados en el bosque o fuera de él, y registrar las especies de aves y el número de individuos de cada especie, que son observadas o escuchadas durante un período de 10 o 15 minutos.

No es una labor particularmente intensa ni costosa y tiene la posibilidad de tomar muestras de una variedad más amplia de aves (desde el piso de la selva hasta el dosel) que otros métodos. Realizado en forma sistemática, los datos se pueden utilizar para suministrar información sobre presencia/ausencia e índices de abundancia (tasas de observación) para las especies de aves indicadoras. La metodología permite el estudio de cambios anuales y/o estacionales, así como detectar diferencias en la composición de las especies entre distintos hábitat.

- Conteo de aves rapaces. La idea es realizar censos de rapaces desde miradores ubicados en cerros o puntos con buena visibilidad o sobre la copa de árboles emergentes.
- Conteo en transectos: se realizan caminando por los senderos a una velocidad moderada, durante una hora y se anota la hora de inicio y finalización del recorrido. Se enlistan las especies y el número de individuos identificados por observación y/o canto. La técnica requiere de experiencia considerable y está sujeta a sesgos relacionados con el comportamiento en la vocalización.
- Para determinar la abundancia relativa de las aves se procede a calcular el promedio de individuos y especies, por punto y transecto, lo que se logra al dividir el total de especies o individuos vistos entre el total de puntos o transectos realizados.
- De esa manera la abundancia se expresa en número de especies/punto de conteo, número de especies/transecto, número de individuos/punto de conteo y número de individuos/transecto.

- ***Redes de niebla***
- Como método de muestreo de intercepción, la red de niebla no depende de la distancia. Las habilidades de reconocimiento y las habilidades técnicas necesarias para operar las redes se aprenden con facilidad. Sin embargo, requiere de un trabajo intenso y de una preparación y operación Cuidadosas.
- Aunque la técnica es intrínsecamente objetiva y se pueden utilizar datos de recaptura para calcular los parámetros demográficos (ejemplo, Karr 1981), el conteo de puntos y la transecta tienden a dar mejores resultados. Sin embargo, la eficacia del muestreo está relacionada con la complejidad del hábitat.
- Además, no todas las especies tienen la misma probabilidad de ser
- muestreadas: las aves más grandes y aquellas adaptadas a la vida en estratos de hábitat por encima del sotobosque, con frecuencia son mal muestreadas

## Monitoreo de murciélagos.

- Existen varios métodos de captura en perchas por ejemplo con la mano, redes de aro y trampas de balde.
- Para la captura de murciélagos cuando están en vuelo, se colocan redes de niebla durante la noche, de 12 y 6 metros de cobertura. Las redes se disponen a través de los senderos y se mantienen abiertas una cantidad de tiempo variable
- Se estima el éxito de captura de murciélagos para lo cual se multiplica el número de metros red utilizados por el tiempo de trabajo, esto es el esfuerzo de captura (EC). El número de individuos capturados por especie se divide entre EC y se obtiene el éxito de captura (Ex.C).

## ANFIBIOS Y REPTILES

- Las metodologías para calcular la presencia, abundancia relativa y/o densidad incluyen:
- Estudios de Encuentros Visuales - es la más eficaz para anfibios y muy eficaz para reptiles;
- Transectas de Bandas Auditivas - muy efectiva para anfibios
- Inventarios de sitios de apareamiento
- Estudios de cuadrados - eficaces pero muy laboriosos
- Trampas de pegamento
- Recurrir a información anecdótica para las especies extremadamente raras
- Método de captura – recaptura
- Método del conteo de puntos

**Distintos factores que se deben considerar para seleccionar la técnica apropiada para el censo de herpetofauna (modificada de Heyer et al. 1994)**

<b>Nº</b>	<b>Técnica</b>	<b>Resultados</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo</b>	<b>Personal</b>
1	Censo completo	Riqueza	Alto	Bajo	Bajo
2	Encuentros visuales	Abundancia relativa	Bajo	Bajo	Bajo
3	Transectos auditivos	Abundancia relativa	Medio	Medio	Bajo
4	Cuadrículas	Densidad	Alto	Bajo	Medio
5	Transecto	Densidad	Alto	Bajo	Medio
6	Parche	Densidad	Alto	Bajo	Medio
7	Cercas y trampas	Abundancia relativa	Alto	Alto	Alto
8	Sitios de reproducción	Abundancia relativa	Medio	Bajo	Medio
9	Cercas en sitios de reproducción	Abundancia relativa	Alto	Alto	Alto
10	Larvas	Abundancia relativa	Medio	Medio	Medio

## Monitoreo de pequeños Mamíferos

- ***Líneas de trampas***
- La captura con trampas es la forma común de determinar las poblaciones de pequeños mamíferos. Los roedores y marsupiales serán muestreados mediante líneas de trampas fijadas en los lugares de muestreo seleccionados.
- Se utilizará un diseño de muestreo de bloques balanceados que permita muestrear las unidades de vegetación o los hábitats reconocidos en el área de estudio con un total de aproximadamente 200 trampas funcionando en forma simultanea.
- Además, se instalarán trampas Havahart/Tomahawk o similares para capturar especies de marsupiales.

## Cont..Monitoreo de pequeños Mamíferos

- Se colocarán 20 trampas Sherman en 10 estaciones (dos trampas en cada estación). Las estaciones se distribuirán a lo largo de transectas o en 8-10 lugares de muestreo separados por una distancia de 10m. Utilizar una disposición lineal de trampas es más útil para muestrear una gama de hábitat en un mosaico y tener en cuenta los efectos de borde.
- Las trampas deben tener cebo con una mezcla de manteca de maní, avena y frutas del bosque y acondicionadas con material de nido.
- Cada trampa debe ser inspeccionada dos veces por día, una vez a la mañana temprano y una vez a la noche.

A manera de conclusión, las características deseables de un Programa de Monitoreo a largo plazo se requiere: bajo costo, metodologías de uso amigable y una participación activa del personal de campo.

# EJEMPLO DE FICHA PARA INVENTARIO DE FAUNA Y FLORA

- **Area Protegida:** # de ficha:
- **Observador:**
- **Fecha:**
- **Hora :**
- **Sitio: (sector, sendero, transecto)**
- **Hábitat: (Bosque primario, bosque secundario, orilla de río)**
- **Tiempo atmosférico:**
- **Especie: (Nombre científico y Nombre común)**
- **Tipo de Registro: (Avistamiento, escuchado, tipo de rastro)**
- **Comportamiento: (alimentándose, descansando, cortejando)**
- **Equipo utilizado: (Binoculares, brújula)**
- **Observaciones: (número de animales, hembras/machos, adultos/juveniles/crías, apariencia, distancia con respecto al sendero o transecto, fenología en caso de flora.**
- **Puntos de referencia: Coordenadas**

# Ficha para toma de datos de campo del monitoreo

Ficha #: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre de transecto: \_\_\_\_\_

Nombre de observador (a): \_\_\_\_\_

Hora de inicio del Monitoreo: \_\_\_\_\_ Hora de finalizado: \_\_\_\_\_

Condiciones climáticas: soleado \_\_\_ nublado \_\_\_ lluvia interm \_\_\_ lluvia perm \_\_\_

Ejemplo:

# de evento	Código-Especie	Avis/huella/esc	Hábitat	Observaciones
1	J = Jaguar	Huella	Bosque primario	Restos de presa

Simbología: Avis= Avistado Huella: Se observó huella Esc: Escuchado

lluvia interm= lluvia intermitente lluvia perm= lluvia permanente