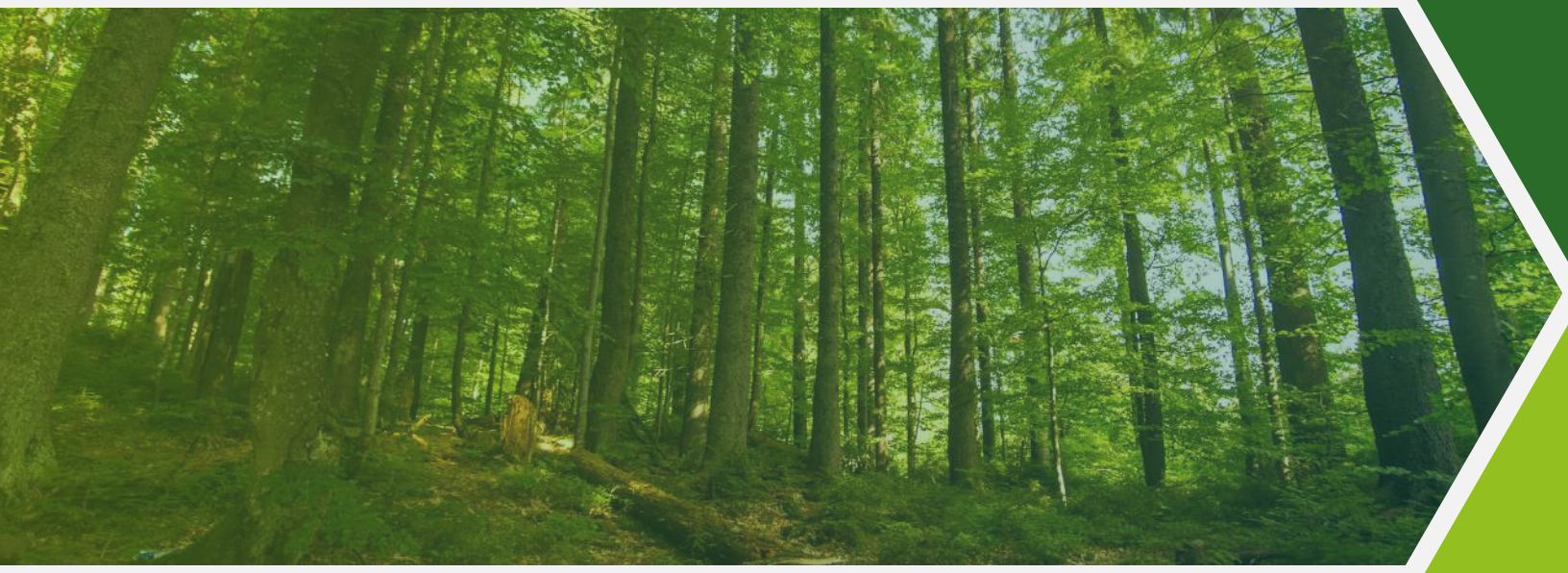
Protocolo para el monitoreo ecosistémico de **bosques y selvas** en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022

Francisco Javier Botello López
Catalina Vázquez Camacho
Fernando Mayani Parás
Marisol Eliut Vega Orihuela
Sharon Patricia Morales Díaz

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

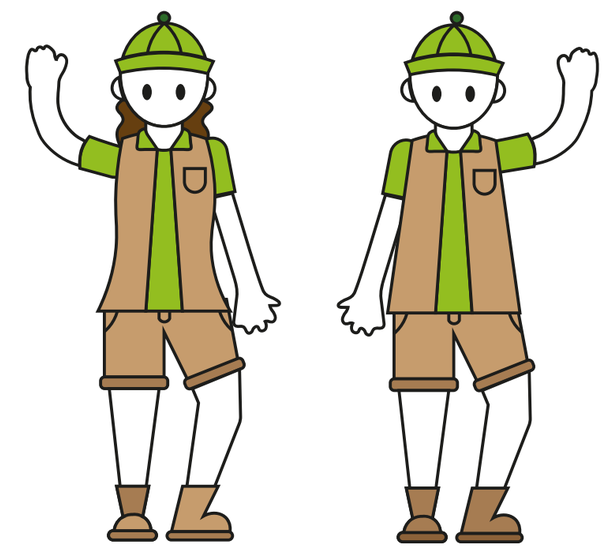
FMCN
FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PRIVADA

CONBIODES
Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C.

Protocolo para el
monitoreo ecosistémico de

bosques y selvas

en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
FMCN
FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PRIVADA
CONBIODES
Conservación Biológica y Desarrollo Social A. C.

Primera edición digital: 17 de octubre del 2022

Revisión final: Claire Pérez Lemus y Francisco Javier Botello López

Fotografías: *"Hermosos pinos"* [fotografía], por Master1305, Freepik.com (https://www.freepik.es/)

Diseño e ilustraciones:

Claire Pérez Lemus
claire.pl1999@gmail.com

Mariana Inurrigarro Nevarez
madamedestler@gmail.com

Iraís Gayoso Gutiérrez
iraisgayoso@gmail.com

Coordinación, edición técnica y científica:

Francisco Javier Botello López
Catalina Vázquez Camacho
Fernando Mayani Parás
Marisol Eliut Vega Orihuela
Sharon Patricia Morales Díaz

Forma de citar:
Botello, F., Vázquez-Camacho, C., Mayani-Parás, F., Vega-Orihuela, M. E., y Morales-Díaz, S. (2022). *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de bosques y selvas en áreas naturales protegidas.* Instituto de Biología, UNAM, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Conservación Biológica y Desarrollo Social. A. C

D. R. © 2022 CONSERVACIÓN BIOLÓGICA Y DESARROLLO SOCIAL, A. C.
Calle Nueve, No. 52, Int. 4, Colonia Espartaco, Alcaldía Coyoacán,
Ciudad de México, 04870.
Correo electrónico: contacto@conbiodes.com
Sitio web: https://www.conbiodes.com/

ISBN: en trámite

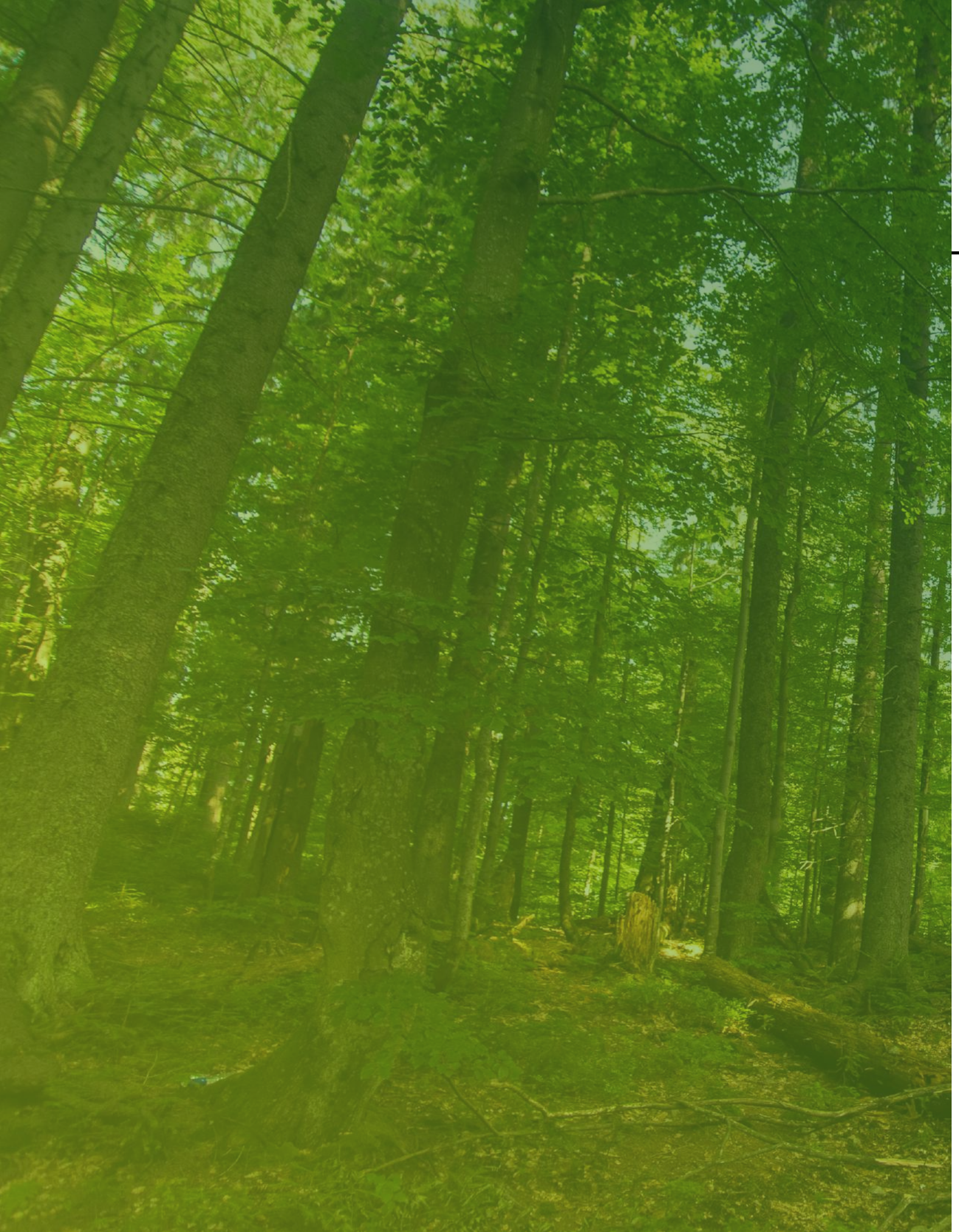
Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Impreso en México - Printed in Mexico

Prohibida su venta o actividad lucrativa con el material que en esta guía gratuita aparece, mediante cualquier medio impreso o electrónico

Protocolo para el monitoreo ecosistémico de **bosques y selvas** en Áreas Naturales Protegidas

México, 2022



Contenido

Introducción 11

Indicadores que requieren trabajo de campo 15

Modelo metodológico de bosques y selvas 17

Indicador 1
*Diversidad de mamíferos medianos y grandes
Indicador 2
*Diversidad de carnívoros **19**

Muestreo de rastros 21

Fototrampeo 23

Hojas de registro

Muestreo de rastros 134

Fototrampeo 135

¿Cómo realizar la unidad de muestreo? 27

Unidad de muestreo 29

Subunidad de muestreo 31

Indicador 3
*Composición de la vegetación **35**

Diámetro a la altura del pecho 37

Diámetro de la copa 38

Altura 38

Más tallos o ramas a la altura del pecho (1.30 m) 39

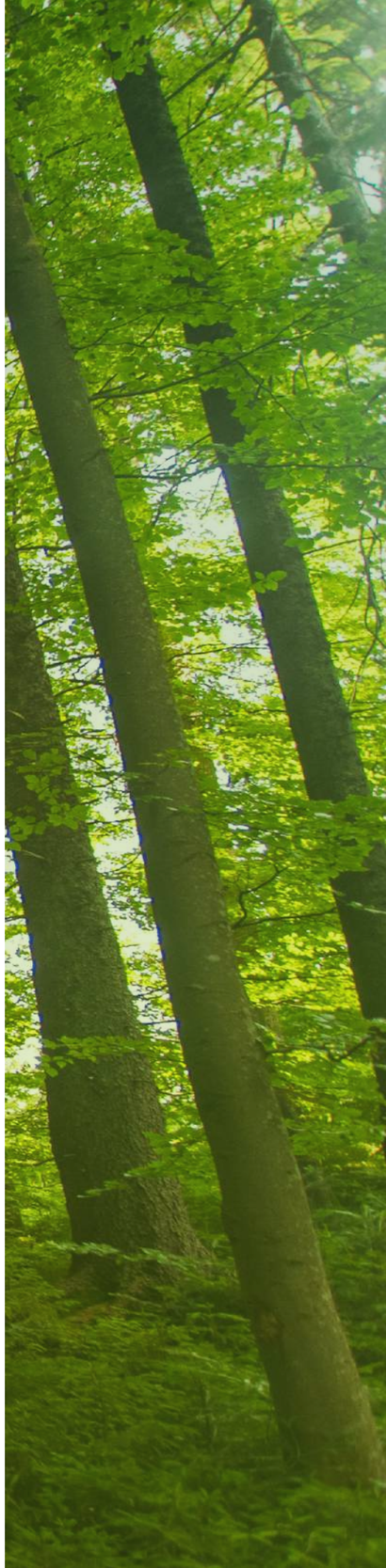
Presencia de epífitas, líquenes y afectaciones 39

I. Epífitas 39

II. Líquenes 40

Presencia de plagas y enfermedades 41

Hoja de registro 136



Indicador 4
*Estructura de la vegetación **43**
Hoja de registro 137

Indicador 5
*Número de impactos generados por el humano **49**
Hoja de registro 138

Indicador 6
Diversidad de hongos y porcentaje de líquenes **55**
Hongos 57
Líquenes 58
Hojas de registro
Hongos 139
Líquenes 140

Indicador 7
*Estado de salud del suelo **61**
Cubierta del suelo 64
Espesor del mantillo 66
*Estacas de erosión 67
Pedestales, terracetas, surcos y cárcavas 68
I. Presencia de terracetas 69
II. Presencia de pedestales 70
III. Presencia de surcos 71
III. I. Densidad aparente del suelo 72
IV. Presencia de cárcavas 74
IV. I. Método de seguimiento de cárcavas 75
Edafofauna 76
I. Trampas de caída Pitfall 76
II. Captura directa de fauna del suelo 78
III. Fauna endógena (lombrices) 80
Hojas de registro
Cubierta del suelo 141
Espesor de mantillo 142
Estacas de erosión 143
Pedestales 144
Terracetas 145
Surcos 146
Cárcavas 147
Edafofauna 148

Indicador 8
Diversidad de artrópodos **83**
Escarabajos 85
Hormigas 87
Trampas de caída 87
I. Trampas Winkler 88
Métodos opcionales 89
I. Cebos 89
II. Búsqueda manual 90
Hoja de registro 149

Indicador 9
Diversidad de mamíferos pequeños **93**
Captura de roedores 95
I. Parcelas 95
II. Transecto 95
Registro de murciélagos 97
I. Detector ultrasónico 99

Hojas de registro
Roedores 150
Murciélagos 151

Indicador 10
Presencia de plagas y enfermedades **101**
Plagas y enfermedades 103
Hoja de registro 152

Indicador 11
*Diversidad de polinizadores **105**
Mariposas diurnas 107
Mariposas nocturnas 108
Abejas 109
I. Ecosistemas amplios 110
II. Ecosistemas reducidos 110
III. Sitios de difícil acceso 111
Hoja de registro 153

Indicador 12
Diversidad de anfibios y reptiles **113**
Relevamiento por encuentro visual 116
Parcelas 117
Transectos de banda fija 118
Hoja de registro 154

Indicador 13
*Diversidad de aves
Indicador 14
Grupos funcionales de aves **121**
Punto de conteo de dos bandas 123
Transectos 125
Réplicas simultáneas 126
Réplicas 126
Hoja de registro 155

Indicador 15
*Diversidad de especies exóticas-invasoras de alto impacto **129**
Hoja de registro 156

Recomendaciones 157

Agradecimientos 159

Introducción

El siguiente protocolo de bosques y selvas es un producto del proyecto “Monitoreo ecosistémico para contribuir a la evaluación de la efectividad de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP)”. Está basado en un análisis exhaustivo de 822 documentos sobre los objetos de interés para el monitoreo y conservación de ANP, y de 400 documentos adicionales que describen programas y protocolos de monitoreo a nivel nacional e internacional. Se tomó como referencia el concepto de evaluación de la integridad ecológica, ya que permite medir el impacto de las acciones de conservación y conocer su efectividad sobre los procesos ecológicos que mantienen a la biodiversidad[1].

Es importante diferenciar entre el monitoreo de la integridad ecológica y el monitoreo biológico; este último se enfoca en un objeto de conservación seleccionado para un área en particular y los indicadores que se le atribuyen. En el caso de la integridad ecológica (se entiende como el mantenimiento de los componentes bióticos, abióticos y sus interacciones), su monitoreo está ligado al funcionamiento de los ecosistemas, que estos mantengan su salud y proporcionen servicios ecosistémicos[2]. Su evaluación se compone de tres elementos fundamentales de los ecosistemas: composición, estructura y función[3] y también se consideran las amenazas (fenómenos naturales) y presiones (perturbaciones humanas), ambas tienen influencia en el bienestar y funcionamiento de los ecosistemas; siendo elementos clave para la evaluación de la integridad ecológica[4].

1 Herrera *et al.*, (2004)
2 Komar *et al.*, (2014)
3 Carrillo-García, 2018; Macías-Caballero *et al.*, (2014)
4 Parrish *et al.*, (2003)

Para poder evaluar el nivel de integridad ecológica, que a partir de este momento se mencionará como integridad ecosistémica, es necesario contar con indicadores que se incluyan en cada elemento fundamental (composición, estructura, función, presiones y amenazas). Estos indicadores fueron seleccionados a partir de análisis previos de integridad ecosistémica, posteriormente revisados, retroalimentados por los directores y las directoras, técnicos y técnicas de ANP. Además, con el objetivo de fortalecer estos indicadores se realizaron reuniones con expertas y expertos de cada ecosistema, para su validación y selección de indicadores prioritarios (identificados con un asterisco [*] en los protocolos), en función de su costo-efectividad en términos de recursos (humanos y/o económicos), la información clave que brindan sobre el estado de conservación del ecosistema y que retomen esfuerzos de monitoreo de indicadores que ya se realizan dentro de las áreas naturales protegidas.

Con el objetivo de que la evaluación de la integridad ecosistémica se lleve a cabo en los distintos ecosistemas de las ANP del país con un método estandarizado y que permita comparar el estado del ecosistema entre las diferentes áreas, se realizaron protocolos de fácil entendimiento a un nivel técnico medio, de tal manera que pueda ser utilizado por profesionales de distintas áreas (biología, ingenierías, entre otras), así como también, por guardaparques, técnicos y pobladores locales que contribuyen a las tareas de monitoreo de las ANP.

Para facilitar la lectura, el entendimiento del protocolo y guíar la experiencia del lector, la estructura del protocolo está compuesto por distintos elementos clave como lo son:

- El índice que enlista los indicadores generales y prioritarios con su ícono y color representativo.
- La introducción que narra el desarrollo de los protocolos y sus objetivos.
- Una tabla resumen que contiene los indicadores a monitorear, el componente de integridad ecosistémica al que está relacionado, si corresponde o no a un indicador prioritario (*), el tipo de muestreo recomendado, el equipo necesario y la frecuencia de monitoreo.
- Una descripción del modelo metodológico propuesto para el monitoreo de los indicadores en campo.
- Por cada indicador se presenta una descripción del método recomendado a utilizar para su monitoreo, así como la información necesaria a registrar en campo para su posterior análisis.
- La bibliografía consultada para el desarrollo de cada indicador para su consulta.
- Una sección de recomendaciones generales.
- Agradecimientos.
- Un anexo compuesto por los formatos de registro sugeridos.

Para la evaluación de la integridad ecosistémica de **bosques y selvas**, se presentan 15 indicadores a medir: siete indicadores para composición, dos indicadores para función y dos indicadores de perturbaciones y amenazas. De estos nueve indicadores, siete se consideran prioritarios y se indican con un asterisco (*).

Con el objetivo de estandarizar la información obtenida a partir del monitoreo ecosistémico en las distintas ANP, se recomienda seguir las especificaciones de la metodología que se propone en el presente protocolo, sin embargo, el protocolo es lo suficientemente flexible para que cada una de las ANP lo adapte a las necesidades de su ecosistema y las capacidades operativas con las que se cuente.
En la metodología de cada indicador se incluyen los datos que se deberán registrar, para ello al final de la descripción de los indicadores se encuentran disponibles los formatos de registro para cada indicador. Es importante mencionar que para tener un control y dar seguimiento a los registros realizados, para cada uno de los indicadores es necesario obtener la siguiente información:

- Nombre del monitor que toma los datos.
- Estado del tiempo.
- Fecha de la toma de datos.
- Hora de la toma de datos.
- Localidad de toma de datos.
- Nombre del sitio de toma de datos.

Nota importante: para todos los casos que sea necesario realiza colectas de organismos se deberá contar con los permisos de colecta correspondientes.

Basado en:

- Carrillo-García, D. (2018). *Indicadores para monitorear la integridad ecológica de los arrecifes de coral: el caso del caribe mexicano*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Herrera, B., y Corrales, L. (2004). *Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas.* PROARCA/APM.
- Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. (2014). *Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras.* ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque.
- Macías Caballero C., Contreras Martínez S., Martínez Ovando E., Alba López M. P., Cárdenas Hernández O. G., Alcántara Concepción P. C., García Contreras G., González Ceballos J., Monroy Gamboa A. G., Cruz Maldonado N. N., Salazar Dreja A., Torres González L. F., Cervantes Escobar A., y Cruz Nieto M. A. (2014). Diseño de protocolos de monitoreo para estimar la integridad ecológica en selvas y bosques de sitios prioritarios de la Alianza México REDD+. The Nature Conservancy. Reporte de Consultoría. México, D. F.
- Parrish, J. D., Braun, D. P., y Unnasch, R. S. (2003). Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience*, 53(9), 851-860.

Indicadores que requieren trabajo de campo

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Composición	**1. *Diversidad de mamíferos medianos y grandes**	Transectos y/o fototrampeo	GPS y formatos de registro impresos, cámara fotográfica, regla, escala, recipiente con agua (para generar lodo para huellas), yeso de rápido fraguado (para obtener moldes de huellas poco reconocibles), guías para identificación en campo y fototrampas	Permanente o al menos dos veces al año
Función	**2. *Diversidad de carnívoros**			
Estructura	**3. *Composición de la vegetación**	Cuadrantes	GPS y formatos de registro impresos, y cámara fotográfica, cuadrante de PVC de 1 m², cinta diamétrica, flexómetro, clinómetro y longímetro	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa
	4. *Estructura de la vegetación			
Perturbaciones y amenazas	**5. *Número de impactos generados por el humano**	Recorridos	GPS y formatos de registro impresos, cinta métrica y rafia para delimitar los cuadrantes	Mensual
Composición	**6. Diversidad de hongos y porcentaje de líquenes**	Parcelas	GPS y formatos de registro impresos, cámara fotográfica, cinta métrica, estacas, cinta diamétrica, flexómetro, rejilla para relevamiento de líquenes, pinzas, bolsas para almacenar hongos y/o líquenes para su determinación posterior y etiquetas	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa
Función	**7. *Estado de salud del suelo**	Transectos y cuadrantes, trampas de caída y captura directa	GPS y formatos de registro impresos y bitácora. **Cubierta de suelo:** cuadrante de PVC de un metro cuadrado y flexómetro. **Espesor del mantillo:** cuadrante de PVC, pala de jardinería, flexómetro o regla graduada o vernier. **Pedestales, terracetas y surcos:** flexómetro y cuchilla o navaja. **Cárcavas:** longímetro y clinómetro; uso de drones. ***Estacas de erosión:** flexómetro o regla graduada en centímetros, estacas de 30 cm y plumón indeleble. **Edafofauna:** pala de jardinería, pinzas, 10 trampas de caída pitfall (recipientes plásticos de 8 cm a 10 cm de diámetro y de 300 ml a 500 ml de capacidad), cuadrantes de PVC, etanol al 70 % y un plástico contenedor blanco.	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Composición	**8. Diversidad de artrópodos**	Trampas de caída, observación directa, red entomológica, trampas de luz	GPS y formatos de registro impresos, red entomológica, etanol al 70 %, recipiente de 500 ml con apertura de 10 cm de diámetro, vaso de 250 ml de capacidad y 10 cm de diámetro, recipiente menor para cebo, rafia para delimitar transecto, trampa de luz, binoculares, cernidor, bolsa de tela, guías para identificación en campo y frasco para colecta	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa
Función	**11. *Diversidad de polinizadores**			
Composición	**9. Diversidad de mamíferos pequeños**	Parcelas y redes de niebla	GPS y formatos de registro impresos. **Roedores:** cinta métrica, flexómetro, estacas, 100 trampas tipo Sherman, guantes, lámparas con infrarojo, cebo (hojuelas de avena, crema de cacahuate y esencia de vainilla), bolsas de tela, vernier, reglas, guías para identificación en campo y cámara fotográfica. **Murciélagos:** redes de niebla, guantes, bolsas de tela, vernier, reglas, cámara fotográfica y detectores ultrasónicos.	Dos veces al año
Función	**10. Presencia de plagas y enfermedades**	Cuadrantes	GPS y formatos de registro impresos, SIG y cámara fotográfica	Dos veces al año
Composición	**12. Diversidad de anfibios y reptiles**	Parcelas rectangulares y/o transectos de banda	GPS y formatos de registro impresos, equipo de protección para reptiles (guantes para manejo de serpientes, ganchos herpetológicos y polainas de tela o de plástico), guantes desechables, redes, mangas, trampas, botas, bandejas, guías para identificación en campo y cámara fotográfica. **Para desinfectar:** lejía 4 %, formol al 40 %, etanol al 70 %, u otros desinfectantes comerciales.	Dos veces al año, durante la temporada de sequía y temporada de lluvias (temporada de reproducción para anfibios)
	13. *Diversidad de aves	Puntos de conteo (dos o tres bandas) y/o transectos lineales	GPS y formatos de registro impresos, binoculares, cronómetro, guía de campo, cámara fotográfica, cinta métrica, cinta de plástico o listones, plumón y guías para la identificación en campo	Dos veces al año, por la mañana de preferencia al amanecer
	14. Grupos funcionales de aves			
Perturbaciones y amenazas	**15. *Diversidad de especies exóticas-invasoras de alto impacto**	Parcelas permanentes, transectos y estaciones olfativas	GPS y formatos de registro impresos, cámara fotográfica, fototrampas, regla, escala, binoculares, cronómetro y guías para identificación en campo	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa

Tabla 1. Indicadores que requieren trabajo de campo.

Modelo metodológico de bosques y selvas

La propuesta metodológica que se presenta en este protocolo no es rígida, cada área natural protegida tiene la libertad de realizar el monitoreo conforme a sus necesidades y posibilidades, tanto económicas como de personal. Sin embargo, se recomienda que, conforme al objetivo de medir la integridad ecosistémica de las ANP, se sigan los métodos propuestos y se incluya, al menos, uno de los indicadores que se proponen para cada uno de los ejes de integridad (composición, función, estructura y presiones).

Este modelo metodológico propone el monitoreo base a través de un transecto de 1 000 m a 3 000 m líneales. Toma como fundamento la ubicación de la estación de fototrampeo, considerando a la fototrampa como el centro de la unidad de muestreo (UM) y del transecto, en el cual deberán estar incluidas las parcelas, puntos de conteo, subtransectos, subcuadrantes, entre otros. Dependiendo de la extensión del ecosistema y la factibilidad para realizar el monitoreo, cada ANP decidirá qué extensión tendrá su monitoreo por zona (1 000 m, 2 000 m o 3 000 m), se recomienda que el transecto tenga el mismo tipo de vegetación (de no ser así usar el protocolo que más se ajuste al ecosistema predominante). Los métodos desarrollados en este protocolo se estandarizaron a lo largo de 1 000 m, en caso de elegir transectos de mayor longitud, repetir el modelo representado por cada 1 000 m.

En el caso de los indicadores: diversidad de aves, diversidad de mamíferos pequeños (parcelas) y diversidad de anfibios y reptiles, se recomienda que se haga una revisión minuciosa del protocolo, ya que en particular, la unidad de muestreo de estos indicadores es mayor a 1 000 m, por lo tanto, si solamente se van a monitorear 1 000 m para los demás indicadores, éstos deberían estar comprendidos dentro de las unidad de muestreo de aves, mamíferos pequeños, anfibios y reptiles.

Los métodos de polinizadores y, presencia de plagas y enfermedades, pueden realizarse dentro o fuera de la unidad de muestreo.

Finalmente, el indicador de diversidad de especies exóticas-invasoras de alto impacto, se monitoreará simultáneamente, es decir, al estar efectuando el monitoreo de otros indicadores se podrá detectar al mismo tiempo especies exóticas-invasoras.

Para iniciar, se sugiere que se tenga identificado el punto de colocación de la fototrampa, éste fungirá como centro para la realización de la unidad de muestreo, en donde se medirá el indicador de composición de la vegetación, el número de impactos generados por el humano y presencia de líquenes (indicador de riqueza y abundancia de hongos y porcentaje de líquenes).

Tomando como base el punto de fototrampeo se realizará un transecto de 500 m hacia un eje y 500 m hacia el eje opuesto del primero a lo largo de los 1 000 m del transecto formado, se realizará el monitoreo de los indicadores de estado de salud del suelo, diversidad de hongos, diversidad de artrópodos, diversidad de mamíferos pequeños (transecto).

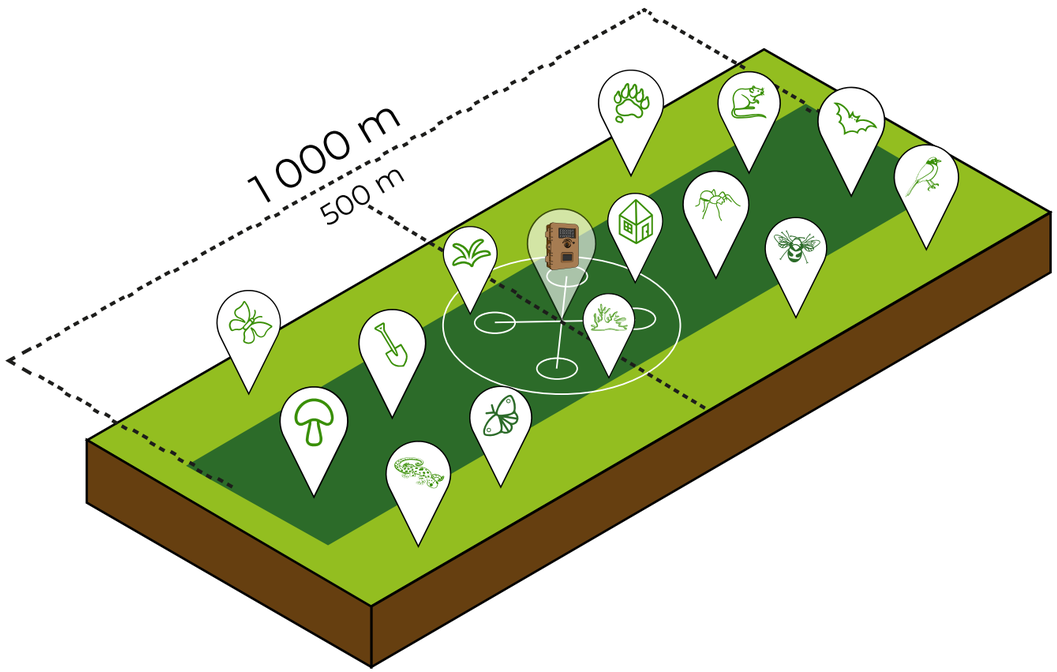


Figura 1. Establecimiento de UM y transectos. En la ilustración se muestra la propuesta en la que en el centro se coloca la fototrampa, dentro de la unidad de muestreo y esta a su vez se encuentra al centro del transecto.

Indicador 1

***Diversidad de mamíferos medianos y grandes**

Indicador 2

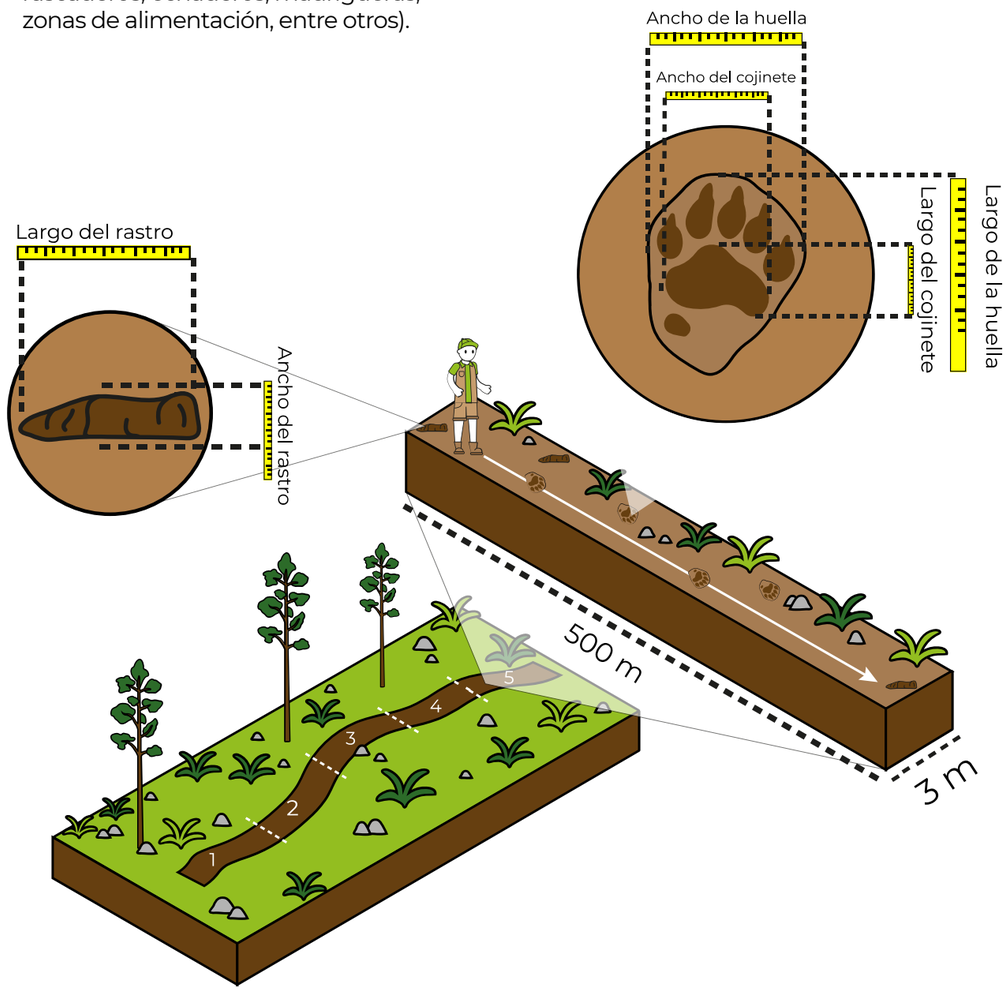
***Diversidad de carnívoros**

Para el monitoreo de estos grupos se utilizan muestreos indirectos a partir de la identificación de rastros y el uso de fototrampas.

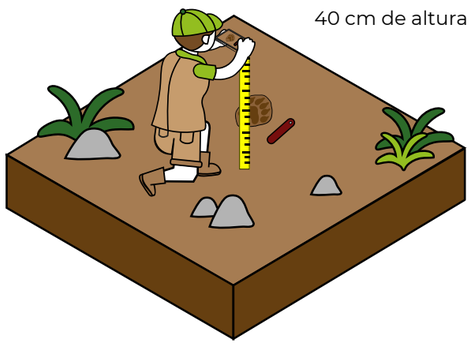
Muestreo de rastros

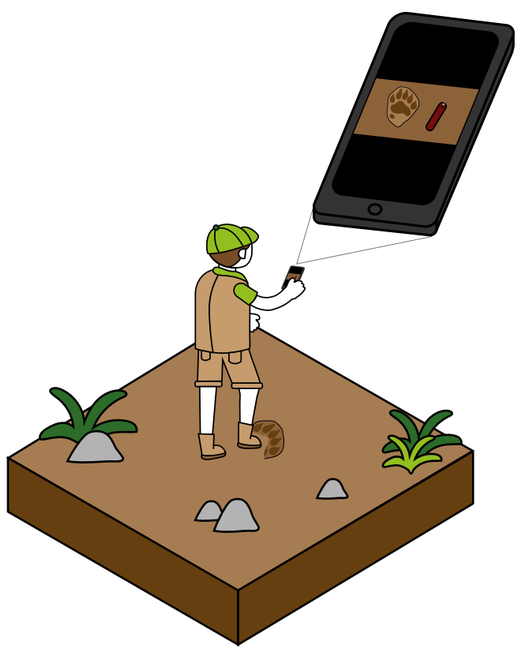
1 Establezca cinco transectos de 500 m de largo por tres m de ancho. Recorra el transecto caminando y registre todos los rastros que se observen (huellas, excretas, rascaderos, echaderos, madrigueras, zonas de alimentación, entre otros).

2 Indique el largo y ancho de la huella o excreta y la especie que dejó el rastro.



3 Es importante que si existe una serie de rastros de un mismo individuo solo se registre una vez. Tome una fotografía del rastro a 40 cm de altura, con un objeto que indique la escala a un lado (de preferencia una regla).





4 Registre el rastro sin importar si es de especie silvestre o doméstica.

5 Después de tomar la fotografía borre el rastro para evitar que se repita el registro.

6 Para el caso de huellas poco reconocibles, se puede obtener un molde de yeso de fraguado rápido.

7 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del rastro
- Especie presunta
- Indique si es especie exótica
- Indique si es un carnívoro
- Tipo de rastro (huellas, excretas, letrinas, rascaderos, echaderos, madrigueras, zonas de alimentación)
- **Medida del rastro para huellas y excretas:** largo, ancho, diámetro (para excretas)
- **Para huellas:** definir si es huella delantera o trasera
- Medir ancho de la huella, ancho del cojinete, largo de la huella y largo del cojinete
- Fotografía con escala
- Observaciones

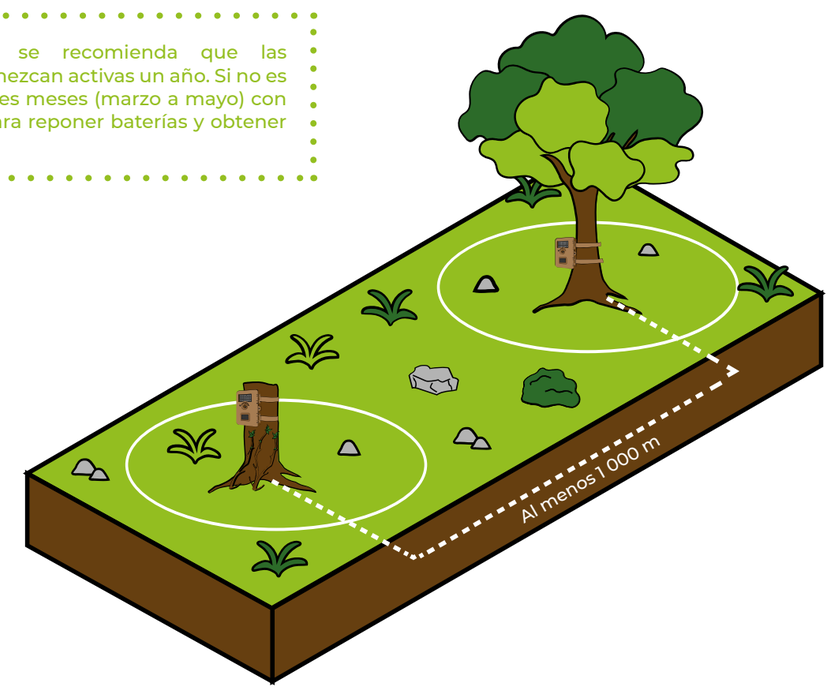
Fototrampeo

Instale una estación de fototrampeo por cada transecto de 1 000 m. Las fototrampas deben mantenerse a una distancia mínima de 1 000 m entre cada una. Seleccione los sitios donde se registraron los rastros con anterioridad para aumentar la probabilidad de detección de individuos.

Ajuste las cámaras con las siguientes especificaciones:

- **Fecha y hora:** asegurarse que la fecha y hora sean correctas, ya que esto es básico para la captura de datos. Seleccionar la opción de etiquetar las fotos con fecha y hora.
- **Modo de captura de imágenes:** seleccione modo de detección continua (día y noche), retraso de 1 segundo entre eventos, dos fotografías seguidas y un video con 20 segundos de continuación.
- **Resolución de la imagen:** la mayor permitida por la fototrampa.

Nota importante: se recomienda que las fototrampas permanezcan activas un año. Si no es posible, al menos tres meses (marzo a mayo) con visitas periódicas para reponer baterías y obtener la información.



1 Una vez seleccionado el lugar donde se pondrá la fototrampa, busque un tronco en el cual se pueda colocar a una distancia aproximada de 2 m del camino o paso de fauna de interés. En caso de que no exista un tronco cerca, coloque una estaca o apoyo similar bien ajustado al suelo.

2 Se colocará a una altura aproximada de 40 cm del suelo para que pueda detectar especies de diferentes tamaños. De preferencia, la fototrampa debe tomar ⅓ de suelo y ⅔ de paisaje.

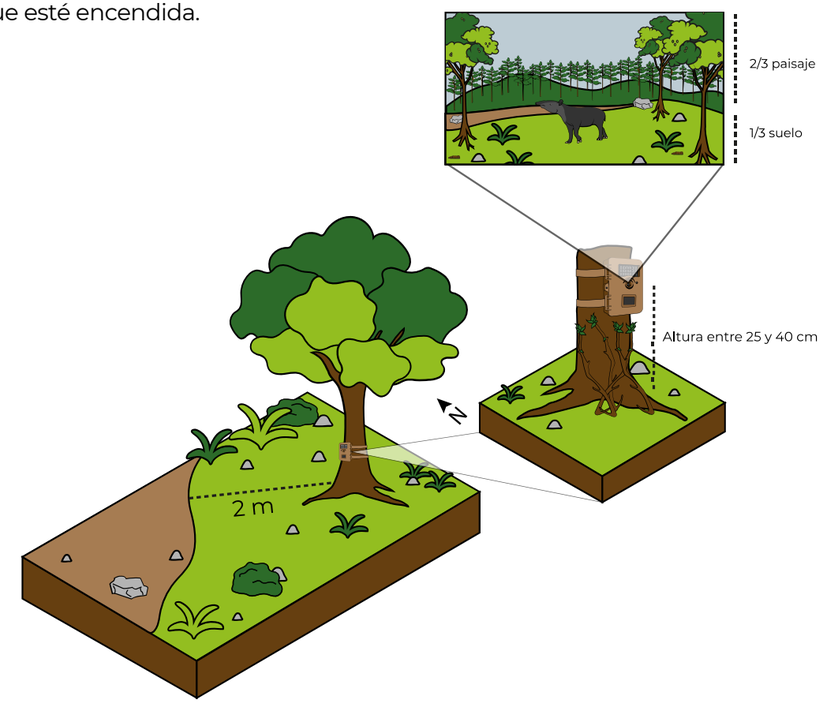
3 Cuando se instale, asegúrese de que esté reconociendo el movimiento a la altura deseada. Para ello, una persona debe pasar gateando por el sitio en el que se espera que pasen los animales y se tiene que asegurar de que esté encendida.

4 Adicionalmente, limpie el terreno frente a la fototrampa para que no existan ramas u hojas que puedan activarla con su movimiento. No utilice cremas o lociones con aroma, ya que se puede dejar impregnado el olor y atraer a los animales a las fototrampas.

5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM
- Coordenada de la fototrampa
- Hora de colocación
- Fecha de colocación
- Observaciones



6 Las cámaras se quedarán instaladas permanentemente y se realizará el cambio de baterías y memorias cada dos meses o cada vez que se requira.

7 Registre datos.

Datos a registrar
en el retiro de la memoria y cambio de baterias de la fototrampa

- Nombre único de la UM
- Hora de retiro de memoria
- Fecha de retiro de memoria
- Observaciones

8 Sistematice la información en una base de datos con, al menos, los siguientes rubros:

- Nombre de la estación o fototrampa
- Nombre del archivo de la fotografía
- Nombre común de la especie en la fotografía
- Nombre científico de la especie o especies en la fotografía
- Sexo de los individuos identificados
- Coordenadas de la ubicación de la fototrampa
- Elevación
- Localidad
- Municipio
- Estado
- País
- Fecha de la toma de fotografía
- Hora de la toma de fotografía
- Fecha de inicio de carpeta con fotos
- Fecha término de carpeta con fotos
- Quien identificó las especies
- Número de individuos en la foto
- Si hay video registrar el nombre del archivo

Basado en:

- Beck, H. (2005). Seed predation and dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: a review and synthesis. Pp. 77- 115. En Forget, P. M., J. E. Lambert, P. E. Hulme y S. B. Vander Wall (Eds.). *Seed fate: predation, dispersal, and seedling establishment*. CABI Publishing.

- Janzen, D. H. y C. Vázquez-Yanes. (1991). Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. Pp. 137-157 En: Gómez-Pompa, A., T. C. Whitmore y M. Hadley (Eds.). *Rain forest regeneration and management*. *Man and the Biosphere Series 6*, UNESCO y Parthenon Publishing Group.

- Sinclair, A.R.E. (2003). The role of mammals as ecosystem landscapers. *Alces* 39: 161-176.

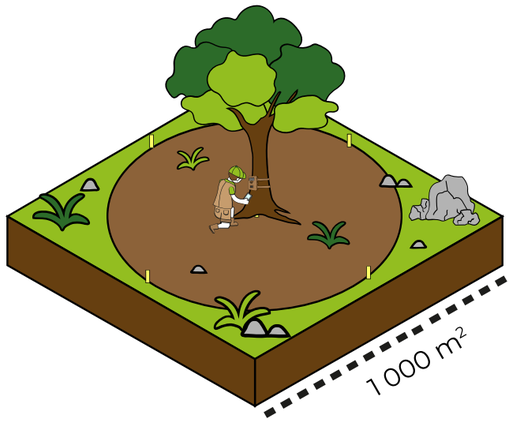
- Terborgh, J. (2005). The big things that run the world - a sequel to E. O. Wilson. *Conservation Biology* 2: 402-403.

¿Cómo realizar la unidad de muestreo?

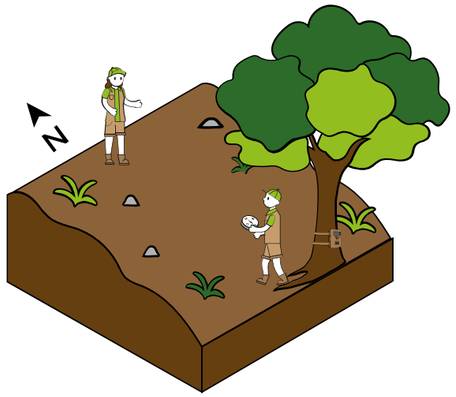
La unidad de muestreo (UM) de 1 000 m se realiza tomando como centro el sitio en el que se colocó la fototrampa.

Unidad de muestreo

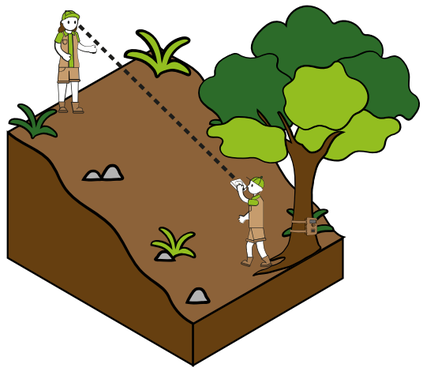
1 Ubíquese en el sitio en el que colocó la fototrama.



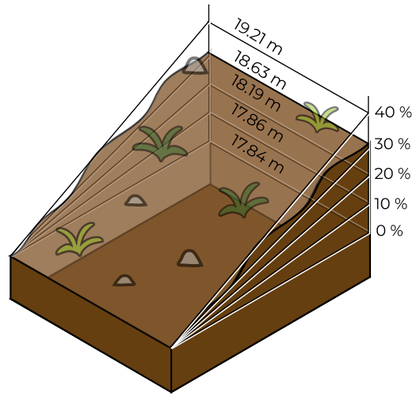
2 En caso de que el terreno tenga pendiente, pida a un compañero de una altura similar a la suya que camine hacia el norte.



3 El monitor que quede en la parte baja del terreno, realiza una medición de la inclinación, apuntando con el clinómetro al rostro del compañero de la parte alta.



4 Se registra la inclinación que marca marca el clinómetro. Si la inclinación es >10 % se realiza el ajuste presentado a continuación para establecer el límite de la unidad de muestreo:



5 Se recomienda que se trace el radio con una rafia o cuerda conforme a la equivalencia que muestra la ilustración, y coloqe una estaca en el límite del rádio.

6 Repita los pasos desde el número 2 de las presentes indicaciones, para establecer los límites al este, oeste y sur de la unidad de muestreo.

7 Obtendrá un círculo seccionado en cuatro partes:

a) el **cuadrante 1** será el que tiene del punto que marcó con la estaca hacia el norte hasta el punto cardinal este.

b) el **cuadrante 2** será del punto cardinal este al punto sur.

c) el **cuadrante 3** será del punto sur al punto oeste.

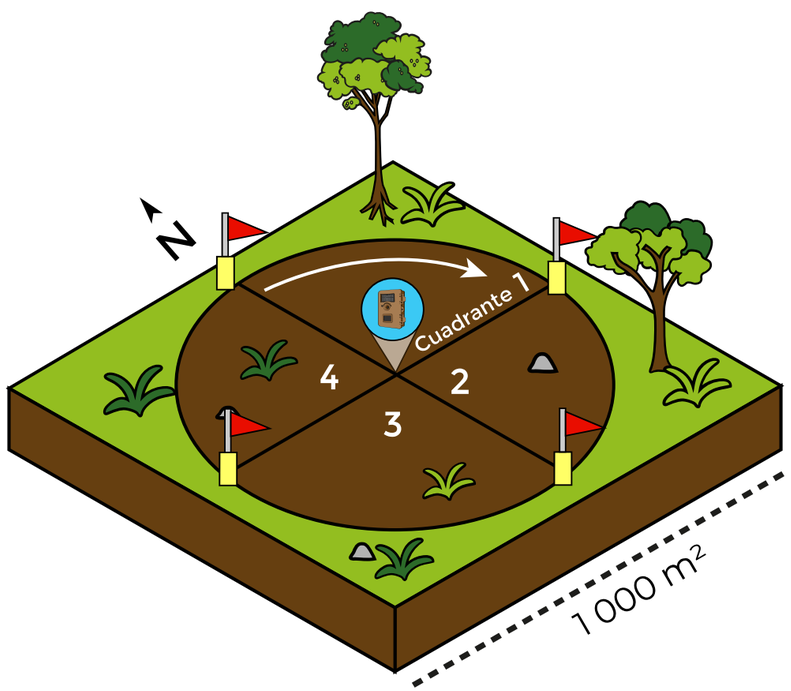
d) el **cuadrante 4** será del punto oeste al punto norte.

8 Asigne un nombre a la UM que ha creado, debe ser único no se debe repetir con otras unidades de muestreo.

9 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM
- Coordenadas al centro de la UM (donde está la fototrampa)
- Observaciones



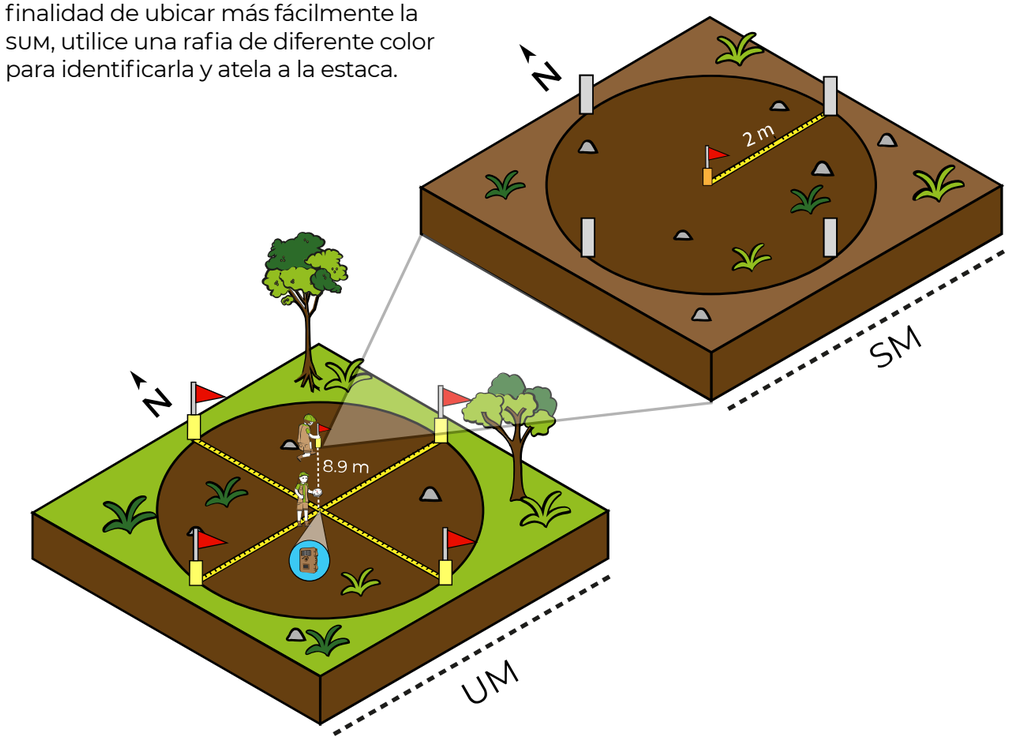
Subunidad de muestreo

Dentro de la UM mencionada anteriormente, también tomando como centro en el sitio donde se colocó fototrampa, se identificarán cuatro subunidades de muestreo (SUM) de 12.56 m², con los siguientes criterios.

1 Ubíquese donde se colocó la fototrampa.

2 Con la brújula, el monitor ubica el noroeste (NE) (45°), mientras otro monitor va hacia esa dirección hasta llegar a los 8.9 m y clava una estaca, siendo esta estaca el centro de la SUM. Con la finalidad de ubicar más fácilmente la SUM, utilice una rafia de diferente color para identificarla y atela a la estaca.

3 Una vez identificado el centro de la subunidad de muestreo, ubique los cuatro puntos cardinales y establezca los límites a dos metros del centro utilizando estacas.



4 Las SUM se identificarán bajo la misma lógica que los cuadrantes de la UM.

a) la SUM 1 será la localizada en el cuadrante 1 en el punto cardinal noreste.

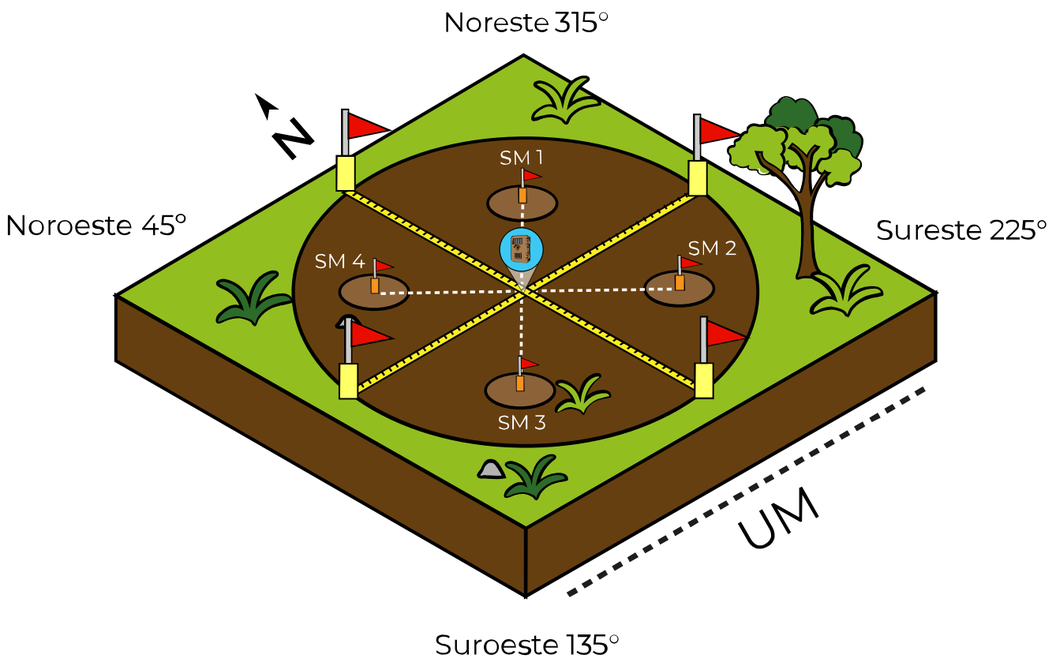
b) la SUM 2 será la localizada en el cuadrante 2 en el punto cardinal sureste.

c) la SUM 3 será la localizada en el cuadrante 3 en el punto cardinal suroeste.

d) la SUM 4 será la localizada en el cuadrante 4 en el punto cardinal noroeste.

5 Tenga en mente esta numeración o escríbala en la estaca del centro de cada SUM para los registros posteriores.

6 Registre datos.



Basado en:

- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018). *Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios*. Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. https://biocomuni.mx/descargas/

- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), *Manual para trazar la Unidad de muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios*, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. https://biocomuni.mx/descargas/

Nota importante: se recomienda que mientras se realiza el monitoreo de los indicadores 3 y 4 se realice simultáneamente el indicador 5.

Indicador 3

*Composición de la vegetación

Para el monitoreo de vegetación se considerará la UM dividida en cuatro cuadrantes (vista en la página 30).

1 Colóquese en el cuadrante 1 (el que se posiciona de la estaca norte a la este de la UM). Comenzando desde el lado norte, realice un barrido de los árboles que presenten una medida a la altura del pecho (1.30 m) (diámetro normal [DN]) mayor a 7.5 cm en caso de que use cinta diamétrica, si se usa cinta métrica el valor debe ser mayor a 23.6 cm.

2 De cada árbol que cumpla el criterio anterior, mida los aspectos presentados a continuación:

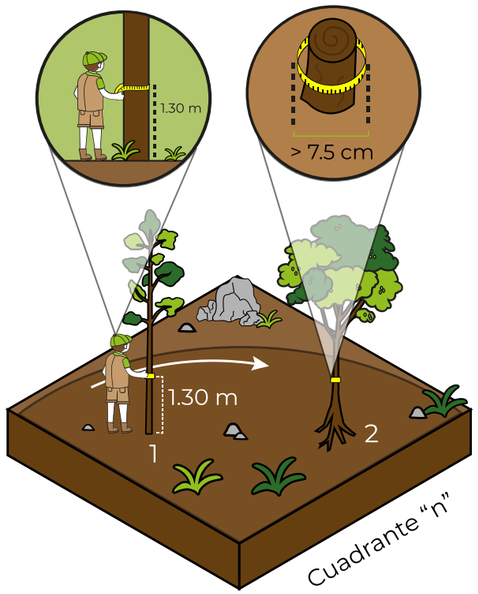
Diámetro a la altura del pecho

1 Colóquese de frente al árbol que se desea medir y extienda la cinta métrica del suelo hacia arriba a 1.30 m (es el valor a la altura del pecho). En esta altura rodee el individuo con la cinta métrica y obtenga el perímetro o con cinta diamétrica el diámetro.

2 Si se encuentra en un terreno con pendientes mida la altura hasta 1.30 m del lado donde el terreno sea más alto.

- En caso de que el árbol presente tumoraciones o deformaciones a la altura de 1.30 m, mida inmediatamente después de la tumoración.
- Si el árbol cuenta con raíces aéreas, comience a medir la altura de 1.30 m a partir del término de la última raíz, en el límite entre el tronco y las raíces.
- Con respecto a los árboles con contrafuertes, la altura en la que se medirá el diámetro, se realizará 30 cm después del límite entre el tronco y las raíces.
- Si el árbol se encuentra inclinado en un terreno plano, mida la altura de 1.30 m en la parte donde el árbol esté más pegado al suelo.

3 Registre datos **(página 41).**

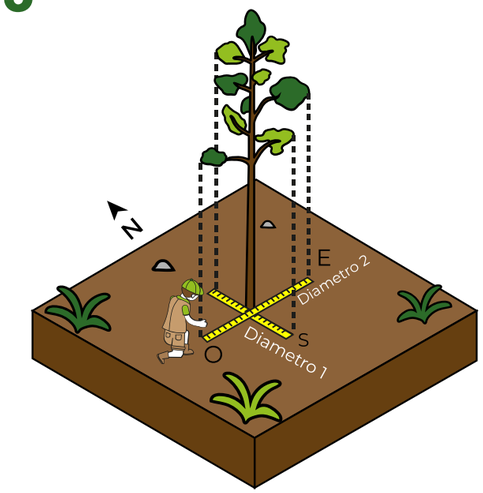


Diámetro de la copa

1 Observe la copa del árbol y extienda la cinta métrica desde el tallo mayor (central) en línea recta hasta donde termine de extenderse la copa, tome la medida que le indique la cinta métrica, esta medida será el diámetro 1.

2 Regrese al tallo central del individuo siguiendo la cinta que había extendido, en cuanto llegue al tallo central, siga recto extendiendo la cinta métrica hasta donde termine la copa del árbol (del lado contrario a la primer medida del diámetro 1), tome la medida que le indique la cinta métrica, y esta será el diámetro 2.

3 Registre datos **(página 41)**.



Altura

1 Visualice la copa del individuo, extienda la cinta métrica desde el tallo central hasta donde alcance a ver la copa del individuo, procure caminar una distancia similar a la altura del árbol que se está midiendo.

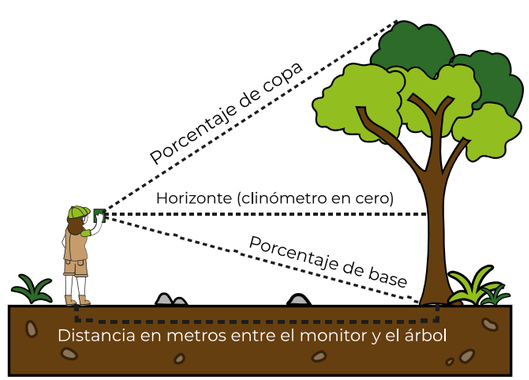
2 Registre la medida que indica la cinta métrica como “distancia entre el monitor y el árbol”.

3 Indique si se encuentra en terreno plano, alto o bajo con respecto al árbol que está midiendo.

4 En este punto, con ayuda del clinómetro incline la cabeza hasta apuntar a la punta de la copa del árbol y registre el “porcentaje de copa”.

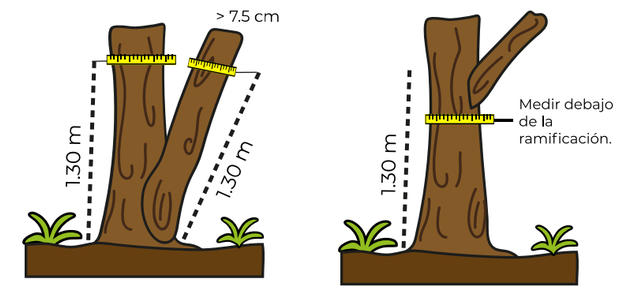
5 De la misma manera, incline su cabeza hasta ver la base del árbol y registre el porcentaje de inclinación como “porcentaje de base”.

6 Registre datos **(página 41)**.



Más tallos o ramas a la altura del pecho (1.30 m)

Si el individuo que estamos midiendo presenta más de un tallo o rama mayor a 7.5 cm de diámetro a la altura del pecho deberá medirlos y registrar cada rama o tallo.

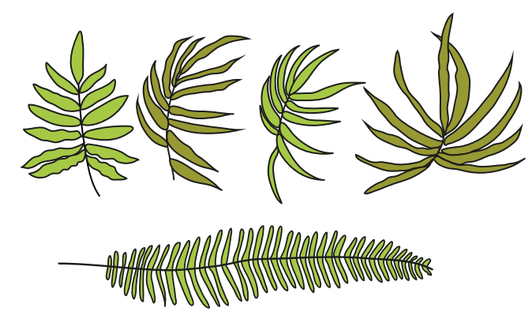


Presencia de epífitas, líquenes y afectaciones

I. Epífitas

1 Observe con cuidado el individuo que está midiendo y verifique si presenta epífitas que son plantas ancladas al tronco y ramas del árbol.

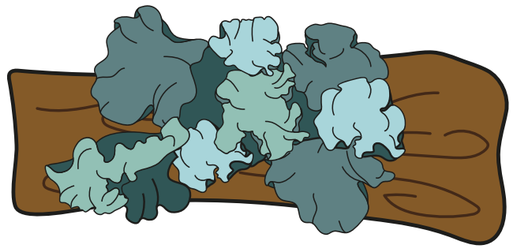
2 Registre datos **(página 41)**.



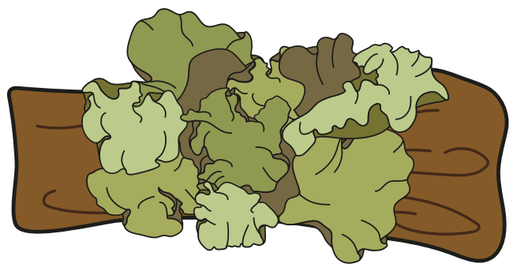
II. Líquenes

Los líquenes son una asociación entre hongos y algas, son de diversos colores y se observan como manchas en la corteza de los árboles.

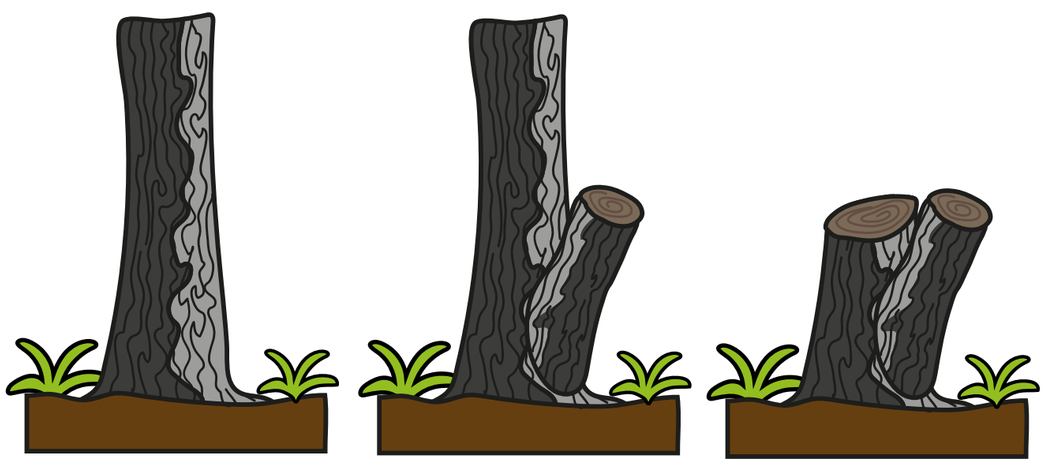
1 Observe con cuidado el tronco del individuo que esté monitoreando e identifique si se encuentran líquenes sobre la corteza de este.



2 Observe con cuidado el individuo que está monitoreando en su totalidad e identifique si encuentra afectaciones sobre este como: **tala parcial o total e incendios.**



3 Registre datos.



Registro de incendio

Tala parcial

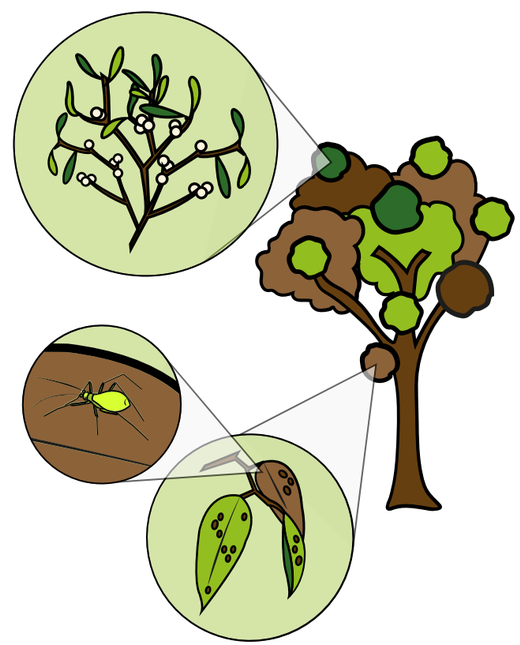
Tala total

Presencia de plagas y enfermedades

1 Observe con cuidado si hay presencia de plagas como muérdago o/e insectos y enfermedades.

2 Una vez identificada alguna de estas afectaciones, estime el porcentaje de daño que ha provocado en el árbol.

3 Registre datos.



Datos a registrar:

- Nombre único de la UM
- Cuadrante al que pertenece
- Número de individuo
- Nombre común
- Género o especie (si se conoce)
- Vivo o muerto
- Diámetro a la altura del pecho (especificar si la medida se realizó con cinta diamétrica)
- Altura
  - Distancia entre el monitor y el árbol
  - Porcentaje de copa
  - Porcentaje de base
  - Pendiente de terreno
- Diámetro 1 de la copa
- Diámetro 2 de la copa
- Presenta ramas o tallos mayores a 7.5 cm
  - Rama/tallo 1
    - Medida de diámetro
  - Rama/tallo
    - Medida de diámetro
- Presencia de epífitas
- Presencia de líquenes
- Presencia de afectaciones
  - ¿Cuáles?
    - Tala parcial o total
    - Incendios
    - Plagas (barrenador, defoliador, descortezador, muérdago)
    - Enfermedades
- Porcentaje de daño (proporción total del individuo que se encuentra afectado)
- Observaciones

Basado en:

- Acosta, V., Araujo, P., y Iturre, M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas.* Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf

- Castro-Luna, M. (2013). *Registro de la riqueza herbácea y arbustiva en el bosque de Abies religiosa de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Izta-Popo y el Parque Nacional Zoquiapan* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_castro_luna.pdf

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe de Resultados 2009-2014.* https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/390

- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G., y Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Valdez-Hernandez/publication/262548831_Estructura_y_diversidad_de_la_vegetacion_arborea_del_Parque_Estatal_Agua_Blanca_Macuspana_Tabasco/links/53f796390cf24ddba7d938bb/Estructura-y-diversidad-de-la-vegetacion-arborea-del-Parque-Estatal-Agua-Blanca-Macuspana-Tabasco.pdf

Indicador 4

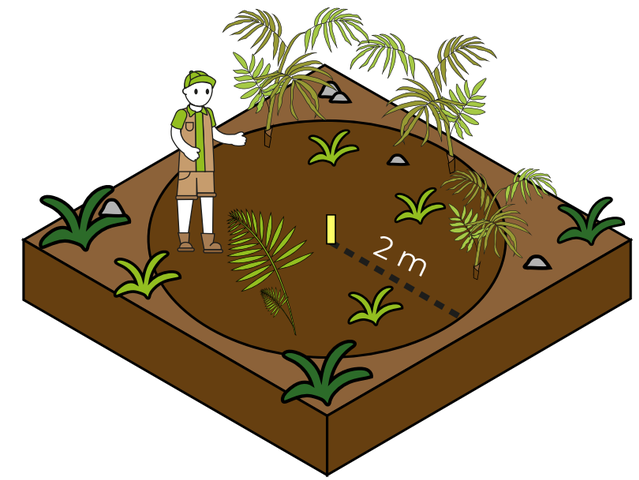
*Estructura de la vegetación

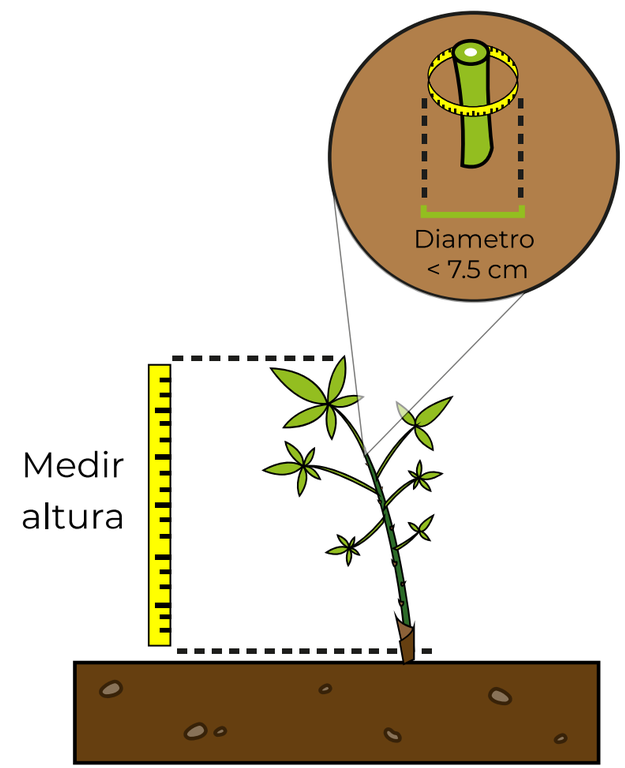
Para la medición de arbustos y repoblado (vegetación menor) se utilizarán las subunidades de muestreo (SUM) (vistas en la página 32).

1 En cada una de las cuatro SUM, mida a todos los individuos que tengan un diámetro a la altura del pecho menor a 7.5 cm medido con cinta diamétrica o > 23.56 cm medido con cinta métrica.

2 Con ayuda de la cinta métrica, mida la altura de los individuos a los que le midió su diámetro normal.

3 Registre los siguientes datos por SUM.





Datos a registrar
por especie presente:

- Nombre común
- Género o especie (si se conoce)
- Número de individuos por especie o nombre común
- **Tipo de planta:** arbusto, árbol, liana, bejuco, caña, cactácea, palma, entre otros
- Porcentaje de cobertura de la especie en la SUM
- **Vigor del grupo:** salud y fuerza del individuo (buena, regular, mala)
- Presencia de afectaciones en el grupo
  - ¿Cuáles?
    - Corte y/o ramoneo
    - Incendios
    - Plagas (barrenador, defoliador, descortezador, muérdago)
    - Enfermedades
      - Porcentaje de daño por afectación (proporción de daño en todo el grupo de la especie que se encuentra registrando)
- Observaciones

Datos a registrar por SUM:

- Nombre único de la UM
- Número de SUM al que corresponde
- **Número de individuos por altura:** cuántos arbustos o árboles jóvenes de la misma especie se encuentran en cada categoría de altura:
  - 0.25 a 1.50 m
  - 1.51 a 2.75 m
  - más de 2.75 m

Basado en:

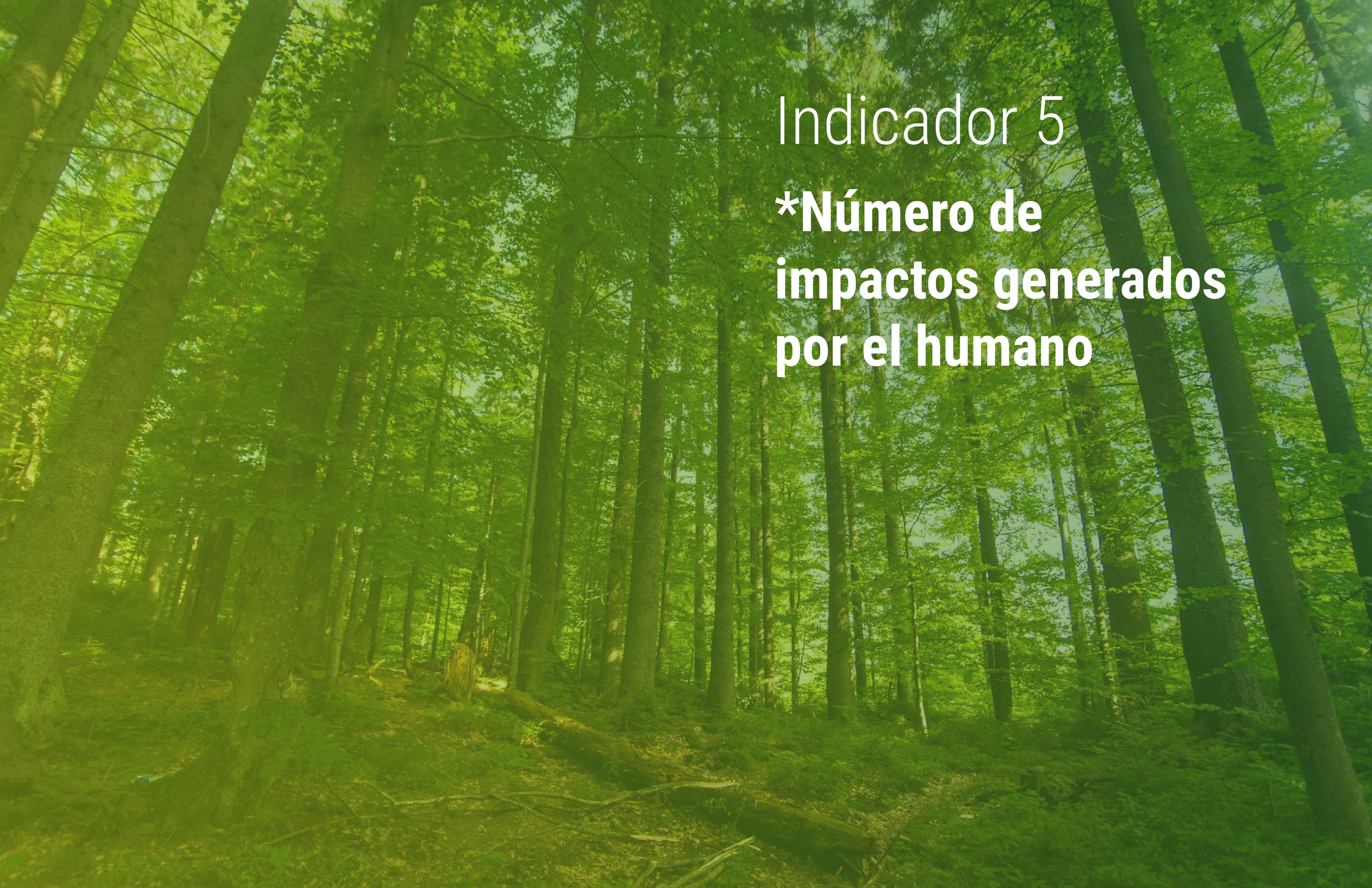
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). *Bosques, cambio climático y REDD+ en México. Guía básica. Área de Proyectos y Mercados Forestales de Carbono.* Comisión Nacional Forestal. http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/35/4034Gu%C3%ADa%20B%C3%A1sica%20de%20Bosques,%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20y%20REDD_%20.pdf

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2017). *Bosques y cambio climático.* Comisión Nacional Forestal. https://www.gob.mx/conafor/documentos/proyecto-bosques-y-cambio-climatico

- FMCN, CONAFOR, USAID Y USFS (2018). *Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas*, BIOCOMINU-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. https://biocomuni.mx/descargas/

- González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V., y Uvalle-Sauceda, J. I. (2010). Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, (29), 91-106.

- López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., González-Tagle, M. A., y Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y bosques*, 23(1), 39-51. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712017000100039



Indicador 5

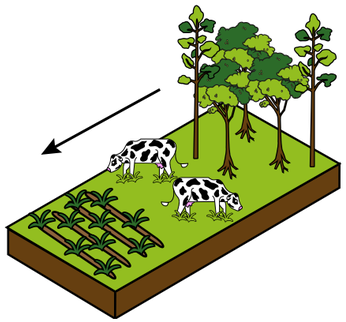
*Número de impactos generados por el humano

Para la identificación del número de presiones antrópicas presentes en el ecosistema, utilice los cuadrantes implementados en la unidad de muestreo (página 30).

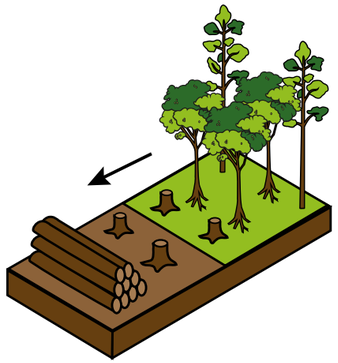
1 Recorra el transecto en donde se encuentra la unidad de muestreo (de 1 000 a 3 000 m líneales).

2 Identifique los impactos en el ecosistema como:

Apertura de caminos

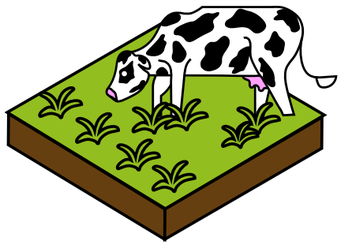


Cambio de uso de suelo

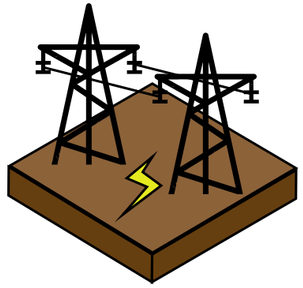


Aprovechamiento forestal

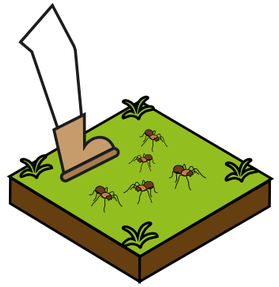
Residuos sólidos



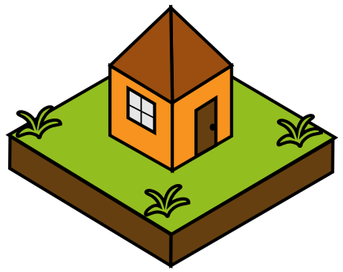
Pastoreo



Líneas eléctricas



Daño a la fauna



Asentamientos humanos

Cacería

3 Una vez detectado el impacto estime su grado de afectación a través de la tabla 2.

4 Describa y registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM
- Tipo de impacto:
  - Apertura de caminos
  - Aprovechamiento forestal
  - Cambio de uso de suelo
  - Pastoreo
  - Líneas eléctricas
  - Actividades mineras
  - Asentamientos humanos
  - Residuos sólidos
  - Evidencia de corte (tocones)
  - Cacería (casquillos, trampas)
  - Otros (especificar)
- Tiempo estimado en que ocurrió el impacto
- El impacto se presenta en la vegetación o en el suelo
- Grado de afectación (ver tabla 2)
- Número de troncos con evidencia de corte
- Registre las coordenadas de cada una de las evidencias
- Si se presentan, anote el número de denuncias de animales atropellados en las vías de comunicación dentro o en zonas aledañas a la UM
- Observaciones

No perceptible	Cuando aún estando presente, el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos forestales
Menor	Cuando los efectos negativos causados a los recursos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre
Mediana	Cuando los daños a los recursos no son permanentes pero sí se requiere de la intervención del hombre para revertir el proceso de degradación
Mayor	Impactos mayores que han afectado los recursos de tal manera que, para su recuperación, son necesarias medidas de restauración durante un tiempo considerable

Tabla 2. Grado de afectación.

Basado en:

- Balvanera, P., Arias, E., Rodríguez-Estrella, R., Almeida, L., y Schmitter, J. J. (2016). *Una mirada al conocimiento de los ecosistemas de México.* Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018). *Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas*, *BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios*. Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México. https://biocomuni.mx/descargas/
- Pérez, C., Zizimbo, L. y González, M. (2009). Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas; procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México. *El Periplo Sustentable*, (16), 25-56. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193414421002

Indicador 6

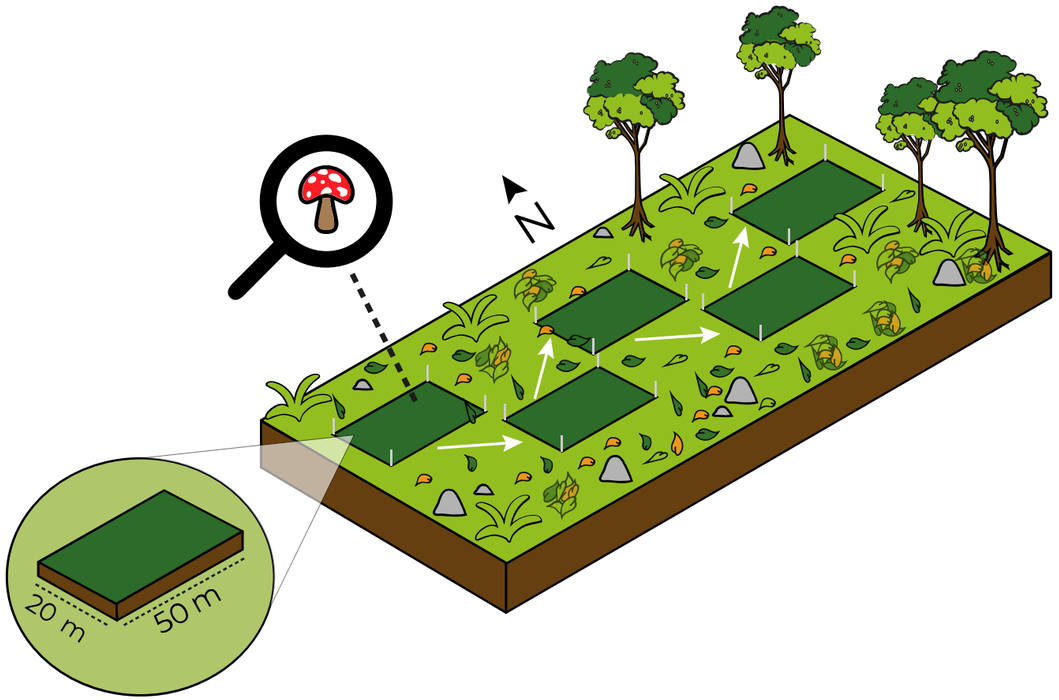
Diversidad de hongos y porcentaje de líquenes

Hongos

Nota importante: los monitores deberán de contar con guías de identificación de campo para la zona o tipo de ecosistema; una alternativa es elaborar una guía de identificación local utilizando imágenes obtenidas en internet a partir de listados de especies registradas en el área de interés.

1 Establezca cinco cuadrantes rectangulares de 0.1 ha (50 x 20 m) por cada 1 000 m lineales, tratando de cubrir la variación de microhábitats de la zona. Delimite los cuadrantes en cada esquina con estacas o materiales que pueda identificar.

2 A partir de una de las esquinas, inicie el monitoreo mediante transectos en bandas de 1 m, siguiendo una secuencia en zig-zag en una dirección norte-sur. Observe y registre todos los individuos que estén presentes.



3 En caso de no poder identificar los organismos se recomienda que lo fotografié y colecte, lo etiquete perfectamente y sea puesto a disposición de expertos para su determinación.

4 De no poder realizar lo anterior, fotografíe al individuo de manera de contar con evidencias gráficas de todas sus características.

5 Registre datos.

Datos a registrar:

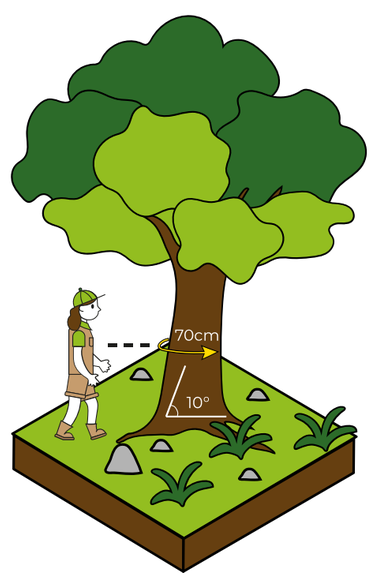
- Coordenadas de cada vértice de la parcela
- Nombre común de cada organismo
- Morfoespecie, familia, grupo o nombre científico
- Número de individuos de cada especie
- Fotografías
- Observaciones (contaminantes, presencia de fauna, evento meteorológico, entre otros)

Líquenes

De los árboles sanos registrados en la UM detecta aquellos que presenten un diámetro normal a la altura del pecho de 70 cm (medidos con cinta diamétrica) o 220 cm (medidos con cinta métrica), con inclinación menor a 10° y con corteza rugosa, realice lo siguiente:

1 Coloque una rejilla de relevamiento de 1 m² de área, con cuadrados de 10 x 10 cm cada uno, ubicados dos a lo ancho y cinco a lo largo. Se recomienda utilizar material ligero como foami por su facilidad de transporte.

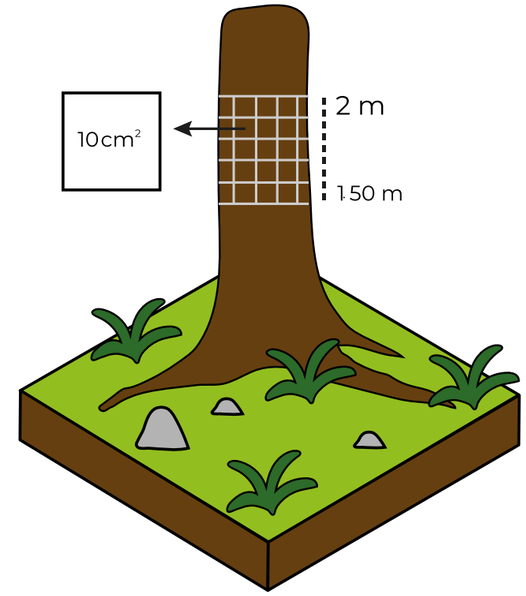
2 A partir de la altura del pecho (1.30 m) colocar la rejilla de relevamiento de tal manera que los cinco cuadros de largo queden entre los 1.30 m y 2 m de altura del árbol.

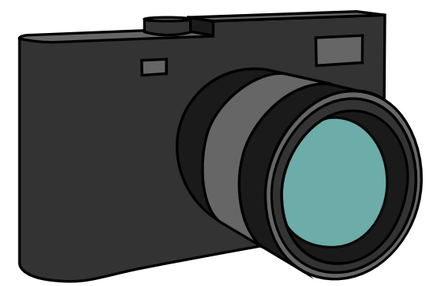


3 Los parámetros que se medirán en cada árbol hospedador serán: la cobertura de líquenes (porcentaje en la superficie cubierta) utilizando como medida los cuadros de la rejilla de relevamiento. Cuente el número de cuadros que presentan líquenes.

4 Tome fotografías de los líquenes que observe y considere diferentes entre sí. Además fotografié la rejilla en su totalidad como referencia de los organismos observados.

5 Registre datos.





Datos a registrar:

- Nombre único de la UM
- Coordenadas de los individuos (árboles)
- Si presenta cercanía con vías de comunicación, asentamientos humanos, parcelas agrícolas, entre otros
- Número de cuadros con líquenes
- Fotografías de los líquenes observados
- Cualquier observación relacionada con la comunidad biótica (contaminantes, presencia de fauna, evento meteorológico, entre otros)
- Observaciones adicionales

Basado en:

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe de Resultados 2009-2014.* https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/390
- Gonzales Vargas, N., Lujan, M., Sánchez, G. y Flores, R.. (2016). Aplicabilidad de líquenes bioindicadores como herramienta de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Cochabamba. *Acta Nova,* 7(4), 455-482. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000200006
- Guzmán-Dávalos, L., Ramos, M., Herrera-Fonseca, M., Sánchez-Jácome, M., Rogríquez, O., Álvarez, I., Villaseñor, L., y García, J. (2011). Hongos comestibles de Sierra de Quila, en *Memorías I Foro de conocimiento, uso y gestión del Área Natural Protegida Sierra de Quila.* Universidad de Guadalajara. https://sierradequila.org/wp-content/uploads/2022/05/RM28_a_RM55_2011_MEMORIAS_I_FORO_SQ_conocimiento_gestion_uso_SQ.pdf
- Villarreal Ruiz, L. (1997). *Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados.* (Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. C066). Colegio de Postgraduados-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.snib.mx/iptconabio/resource?r=SNIB-C066
- Zamora-Martínez, M. C. (2010). *El monitoreo de las poblaciones de macromicetos ectomicorrícicos y su relevancia en estudios ecológicos y el manejo sustentable* (Tesis de Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). http://132.248.9.195/ptb2010/septiembre/0661898/0661898_A1.pdf

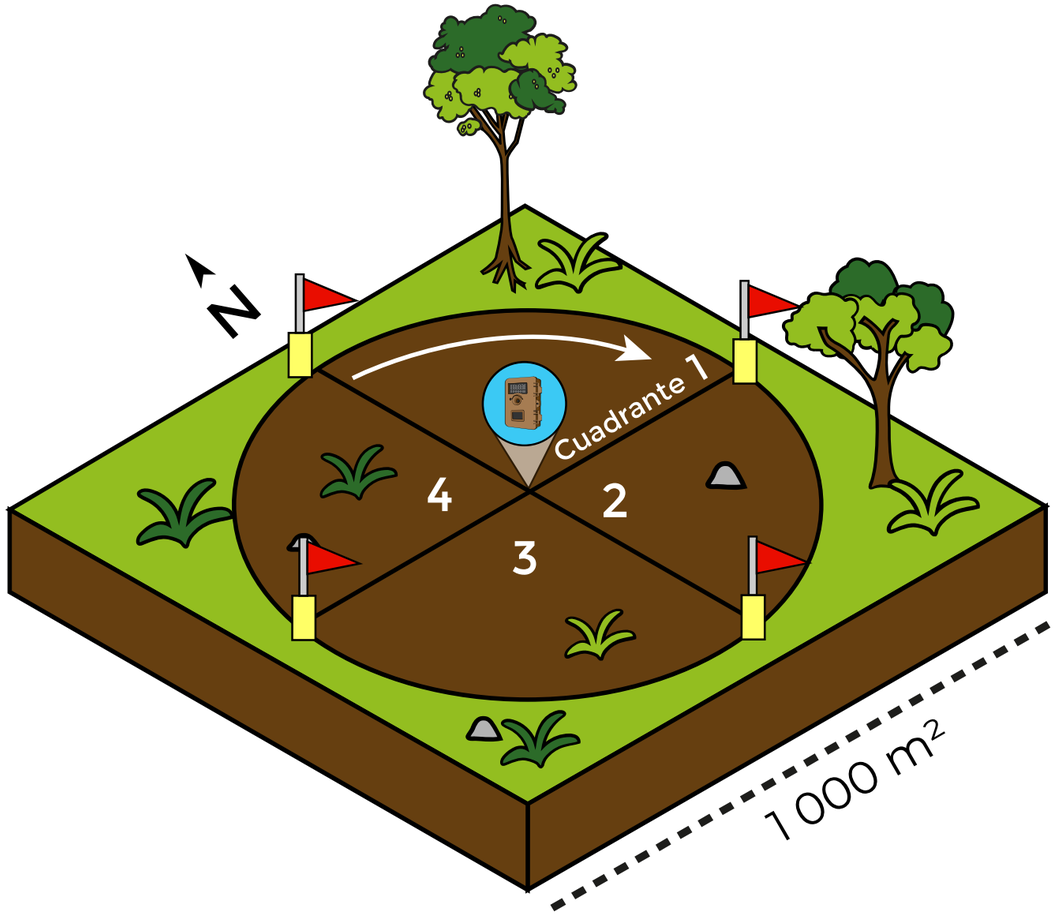
Indicador 7

*Estado de salud del suelo

Para determinar el estado de salud del suelo se utiliza lo siguiente: **estacas de erosión, cubierta del suelo, espesor del mantillo, pedestales, terracetas, surcos y cárcavas.** La métrica priorizada en este indicador corresponde a las **estacas de erosión** por la facilidad con la que se lleva a cabo, y por la adecuada generación de información.

Esto se llevará a cabo en el transecto en el que está la UM (descrito en la página 18).

Para los indicadores de **cobertura del suelo**, **estacas de erosión** y **espesor del martillo**, puede realizarse en el transecto o en la UM (página 29), se propone como alternativa realizar los cuadrantes donde están las estacas de los cuatro puntos cardinales de la UM.



Cubierta del suelo

Éste parámetro describe el material físico que es uno de los indicadores del estado del suelo a nivel superficial.

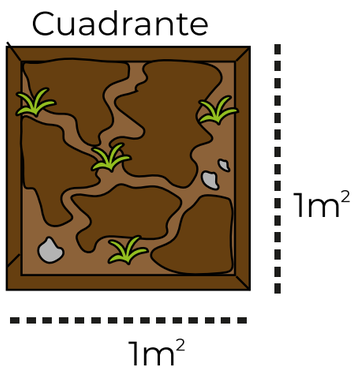
1 Mientras camina en el transecto (o dentro de la UM), identifique porciones de la superficie que representen la situación del suelo en el paisaje.

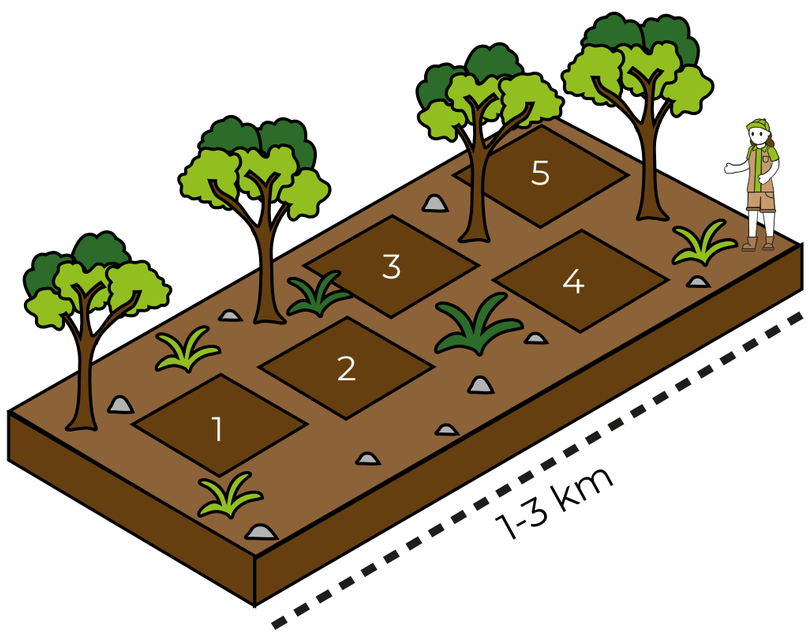
2 Seleccione cinco porciones de suelo de 1 m² y límite cada una con estacas.

3 Ubique los sitios sin vegetación en el cuadrante.

4 Delimite el cuadrante como se muestra en la ilustración.

5 Tome fotografías de los cinco cuadrantes desde la parte superior.



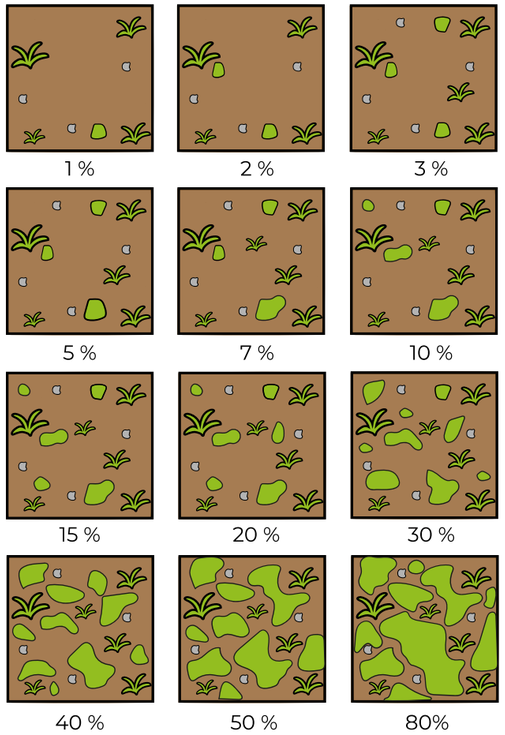


6 Estimee el porcentaje de cada cuadrante cubierto por: hojarasca, ramas, pasto, hierba, arbustos, árboles jóvenes. Tomando como referencia el esquema 1.

7 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas de cada cuadrante
- **Uso de suelo:** actividades que predominan en el sitio (agrícola de riego, agrícola de temporal, pecuario y forestal)
- Registre el porcentaje de cada cuadrante cubierto por: hojarasca, ramas, pasto, hierba, arbustos, árboles jóvenes
- Observaciones

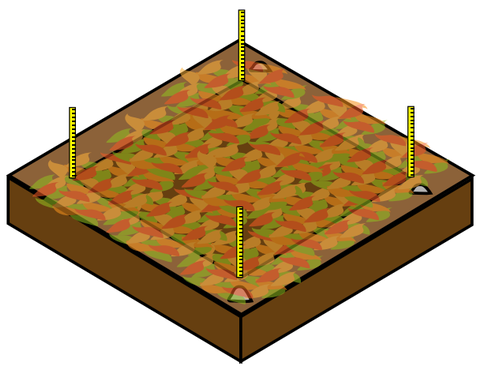


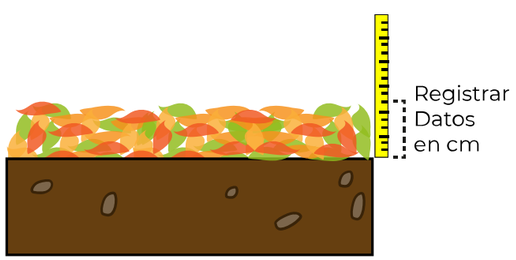
Esquema 1. Láminas comparativas para estimar cubrimiento del suelo.

Espesor del mantillo

1 En los mismos cuadrantes generados para la cubierta del suelo (**página 64**).

2 Mida el espesor del mantillo con ayuda de una regla en cm, en cada una de las esquinas del cuadrante.





3 Registre datos.

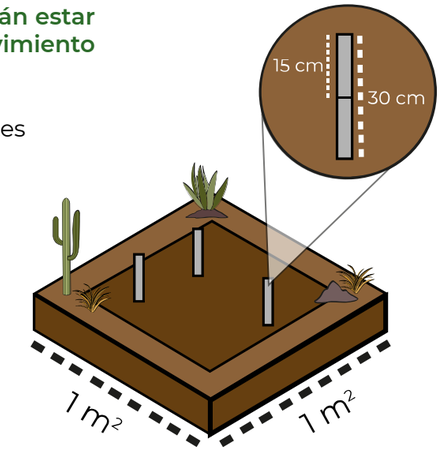
Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas del cuadrante
- Presencia de mantillo Si/No
- Espesor del mantillo en esquina 1
- Espesor del mantillo en esquina 2
- Espesor del mantillo en esquina 3
- Espesor del mantillo en esquina 4
- Observaciones

*Estacas de erosión

Las zonas en las que se instalen las estacas deberán estar libres de paso de ganado y gente para evitar su movimiento y que puedan quedarse por tiempo indefinido.

Se recomienda instalarlas en los mismos cuadrantes generados para la cubierta del suelo **(página 64)**.



1 Utilice estacas de 30 cm de largo, marcadas con plumón indeleble a 15 cm de altura.

2 Instale al azar tres estacas de material resistente (metal o PVC) por cada una de los cinco cuadrantes.

3 Entierre la estaca donde la marca y la superficie del suelo coincidan.

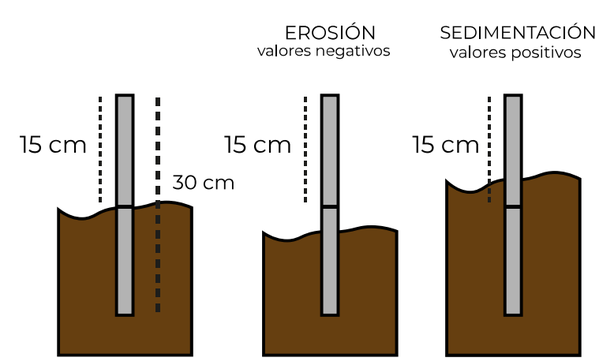
4 Mida la superficie del suelo hasta el borde superior de la estaca.

5 Mida la distancia entre la marca y el suelo cada vez que vaya al sitio.

6 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas del cuadrante
- Altura en cm de estaca 1
- Altura en cm de estaca 2
- Altura en cm de estaca 3
- Observaciones



- Si la marca y el suelo se mantienen en el mismo nivel no hubo pérdida ni crecimiento del suelo.
- Si la distancia al suelo es mayor a la marca de los 15 cm se ha perdido suelo.
- Si la distancia al suelo es menor a 15 cm se ha ganado suelo.

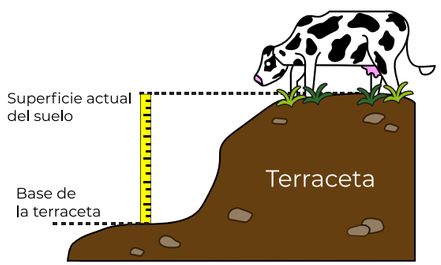
Pedestales, terracetas, surcos y cárcavas

1 Cuando se encuentre caminando en el transecto de 1 000 m identifique si observa: terracetas, pedestales, surcos y/o cárcavas.

2 Registre datos.

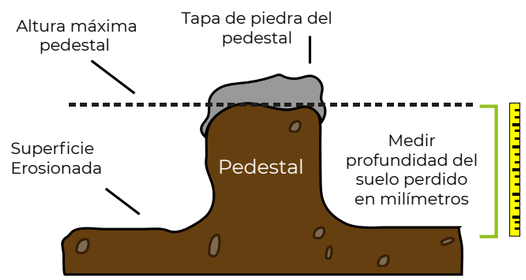
Terracetas

Este tipo de erosión, generalmente se produce en zonas con presencia de ganado vacuno que camina en terrenos con pendiente. El paso continuo del ganado provoca compactación en el suelo y erosión (Núñez, 2001).



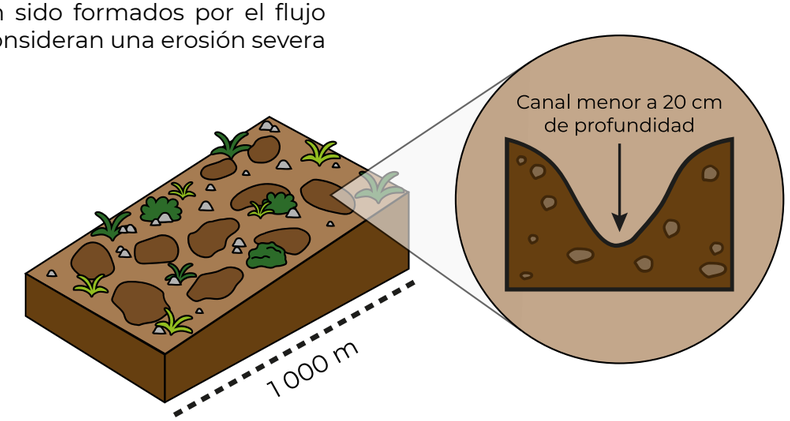
Pedestales

Estos se detectan, por elementos como piedras, ramas o plantas, que permanecen en la superficie del suelo y fungen como protección ante la erosión.



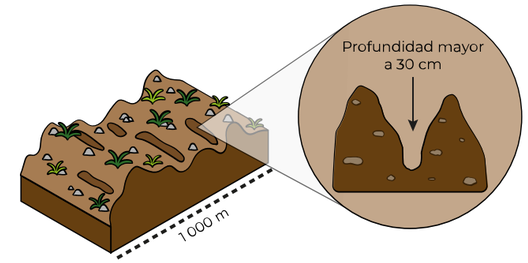
Surcos

Los surcos se identifican por ser canales menores a 20 cm de profundidad, generalmente alineados a la pendiente principal. Han sido formados por el flujo de agua, se consideran una erosión severa (Cotler, 2020).



Cárcavas

Las cárcavas, generalmente tienen una profundidad mayor a 30 cm, su estructura puede ser estrecha. Su formación es causada por escurrimiento concentrado de agua que puede formar un barranco en una ladera (Cotler, 2020).



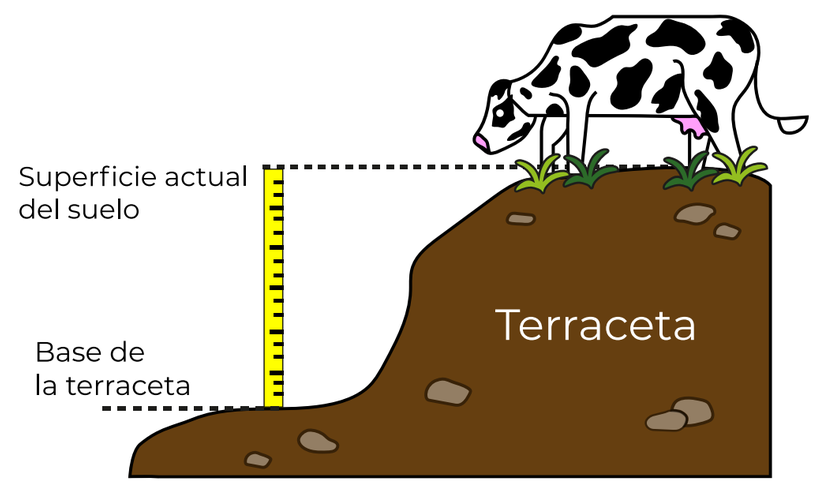
I. Presencia de terracetas

1 Mida la altura de 10 terracetas desde su base hasta la superficie actual del suelo (si encuentra una menor cantidad de terracetas, mida todas).

2 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas de las terracetas
- Número de terracetas encontradas
- Altura de las terracetas encontradas
- Observaciones



II. Presencia de pedestales

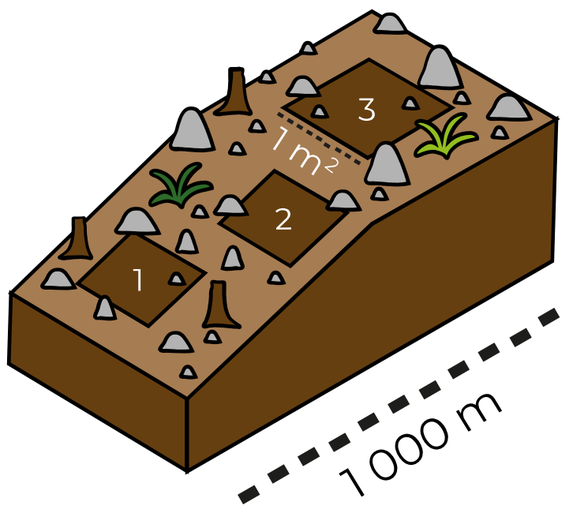
1 Donde haya observado la presencia de pedestales, delimite un área de 1 m².

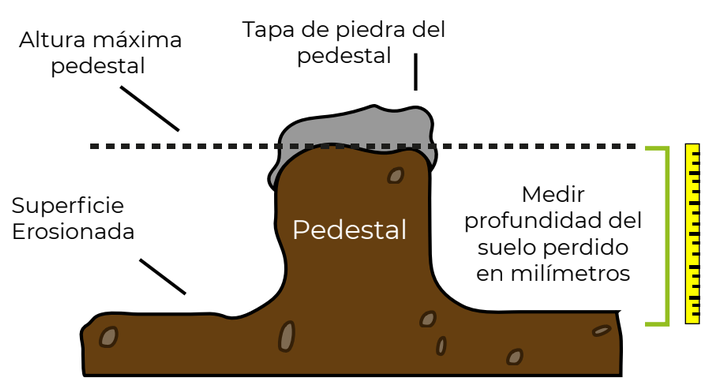
2 Con un flexómetro o regla mida la altura máxima de los pedestales, desde el suelo hasta la base de la piedra, tronco seco, raíz u otro material que se encuentra en su parte superior.

3 Registre datos.

Datos a registrar:

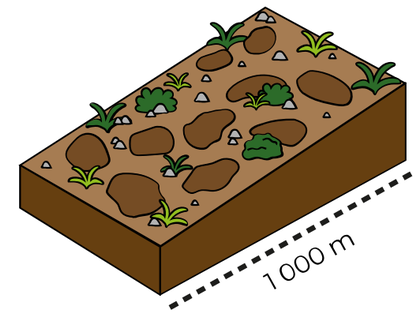
- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas del cuadrante
- Número de pedestales encontrados
- Altura de los pedestales encontrados
- Observaciones



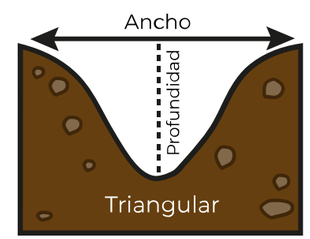


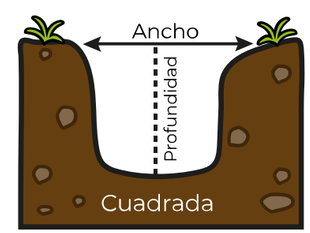
III. Presencia de surcos

1 Elija 10 surcos.



2 Identifique si el surco es triangular o cuadrado.

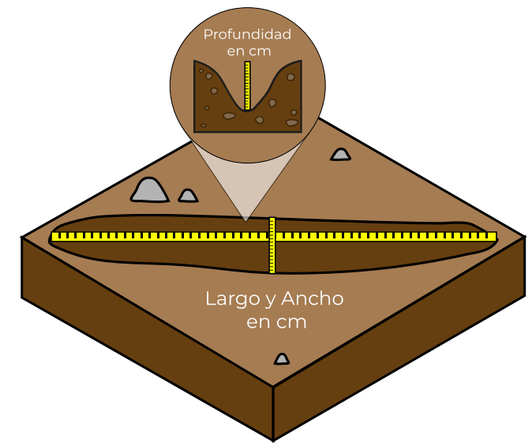




3 Defina la apariencia de los surcos seleccionando una de las siguientes opciones:

- Los surcos son pequeños
- Presentes de moderados a escasos
- Los surcos son prominentes y se presentan algunas cárcavas

4 Con ayuda de un flexómetro determine en centímetros el largo, el ancho y la profundidad de 10 surcos (si encuentra una menor cantidad de surcos, mida todos).



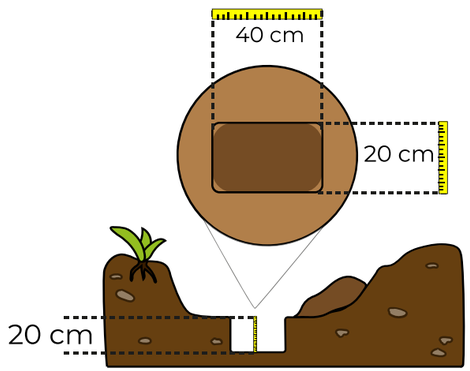
5 Registre datos.

Datos a registrar:

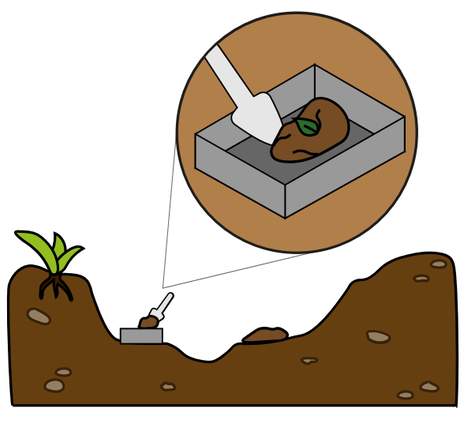
- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Número de surcos medidos
- Apariencia de los surcos
- Coordenadas al centro del surco
- Nombre único del surco
- Tipo de surco triangular/cuadrado
- Profundidad del surco
- Ancho del surco
- Largo del surco
- Observaciones

III. I. Densidad aparente del suelo

1 En uno de los surcos medidos, excave un pequeño hoyo en el suelo del surco (20 cm de lado x 40 cm en otro lado y 20 cm de profundidad), dejando las paredes lo más rectas posibles.

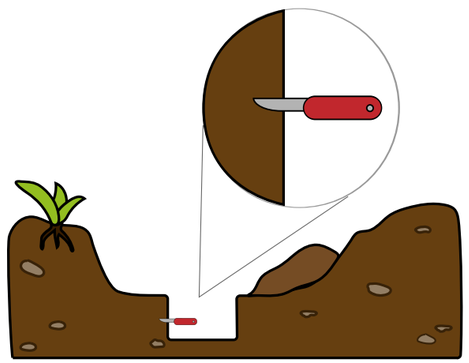


2 Tome una muestra de suelo y determine el tipo de **textura:** arenosa, arcillosa, limosa o franca (para una mejor descripción, revise el protocolo de zonas áridas).



3 Si el suelo está húmedo puede utilizar la tabla 3 para determinar densidad aparente.

4 En caso de que el suelo esté **seco**, se introduce una cuchilla o navaja en una de las paredes y se realiza la evaluación, considerando la textura, de acuerdo con la tabla 4.



5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Nombre único del surco de donde se obtuvo la muestra
- Coordenadas al centro del surco
- Textura del suelo
- Densidad aparente (ton/m³ o g/cm³)
- Presencia de ganado ocasional o permanente
- Observaciones

	Densidad aparente media (ton/m³)	Rango típico de densidad aparente (ton/m³)
Suelo bien cubierto por mantillo	1.0	0.9 - 1.1
Suelo con mantillo superficial y ocasional paso de ganado	1.2	1.1 - 1.3
Suelo desnudo, con presencia de ganado	1.4	1.3 - 1.7

Tabla 3. Valores estimados de densidad aparente en suelo húmedo.
Fuente: Cotler, (2020).

Característica (válido para suelo seco)	Densidad aparente (ton/m³)			
	Arenas y limos	**Francos**	**Arcillosos**	**Evaluación**
El cuchillo se puede introducir bajo fuerzas mayores, el suelo casi no se desmorona	1.9 a 2.1	1.8 a 1.9	1.6 a 1.8	Alta
El cuchillo se introduce con dificultad de 1 a 2 cm en el suelo, la muestra se desmorona en pocos fragmentos que solo se pueden partir con la mano con dificultad	1.8	1.6	1.4	Mediana
El cuchillo se puede introducir en el suelo con poco esfuerzo, la muestra se desmorona en pocos fragmentos, los cuales pueden partirse con la mano en fragmentos más pequeños	1.6	1.4	1.2	
Al presionar suavemente el suelo se desmorona en muchos fragmentos	1.4	1.2	1.0	Baja
La muestra se desmorona totalmente al tomarla con la mano, se ven muchos poros gruesos y muy gruesos	1.2	<1.0		

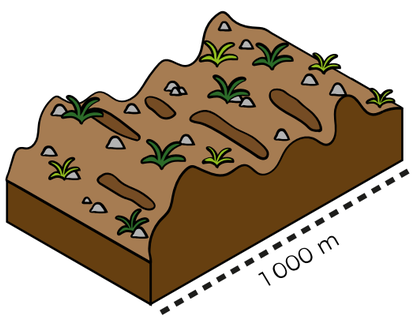
Tabla 4. Valores estimados de densidad aparente para suelo seco.
Fuente: Cotler, (2020).

IV. Presencia de cárcavas

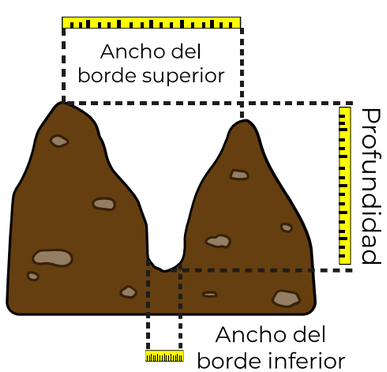
1 En la zona de cárcavas observe y responda las siguientes preguntas:

- ¿Las cárcavas forman redes?
- ¿Hay suelo decapitado?

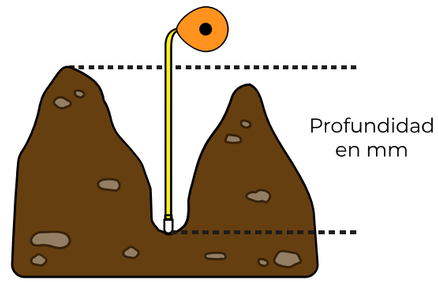
2 Elija cinco cárcavas (si encuentra una menor cantidad de cárcavas, mida todas).



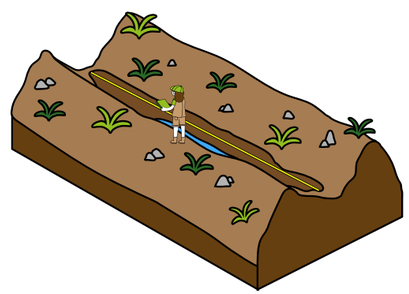
3 Mida en metros la profundidad, ancho del borde superior, el ancho del borde inferior y el largo de cada una de las cárcavas.



4 Mida la profundidad al centro de cada cárcava con un longímetro.



5 Mida la longitud de la cárcava en su parte más larga con apoyo del longímetro, si la longitud de la cárcava supera el longímetro esta deberá estimarse.



6 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Número de cárcavas
- Coordenadas al centro de la cárcava
- Nombre único de la cárcava
- Observaciones

IV. I. Método de seguimiento de cárcavas

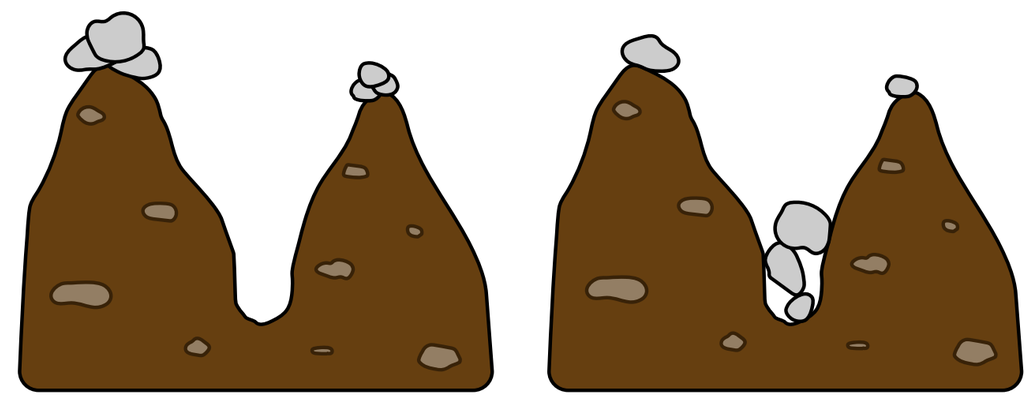
1 Coloque rocas en el borde de la cárcava (del tamaño y peso mínimo adecuado para asegurar que no sean empujadas por el viento).

2 Revise las rocas cada que vaya al sitio para verificar si siguen en su lugar o cayeron en la depresión de la cárcava.

3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la fototrampa)
- Coordenadas al centro de la cárcava
- Nombre único de la cárcava
- Número de piedras que cayeron en cada cárcava
- Observaciones



Edafofauna

Los métodos propuestos para la métrica de edafofauna son: **trampas de caída Pitfall**, **método de captura directa** y **presencia de lombrices**.

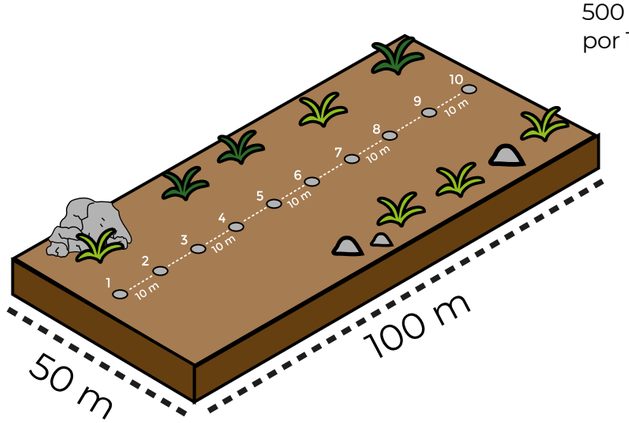
Nota importante: la edafofauna está compuesta por diversos grupos funcionales como los omnívoros, herbívoros, fungívoros, depredadores y los detritívoros (ácaros (oribátidos y uropodinos), proturos, colémbolos, lombrices de tierra, psocópteros, moluscos, cochinillas, termitas, milpiés, entre otros). Este último grupo se alimenta de la materia orgánica, lo que facilita la actividad de las bacterias y hongos, y se encuentra integrado por invertebrados que habitan tanto en el interior del suelo (endógenos) como en la superficie (epígeos).

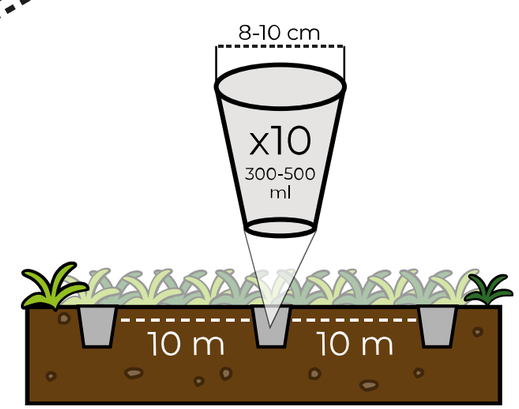
I. Trampas de caída Pitfall

En el transecto de 1 000 m en el que se encuentra la UM:

1 Establezca un subtransecto (estación de muestreo) de 50 - 100 m de longitud.

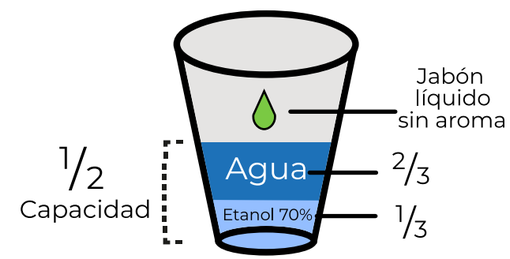
2 En el subtransecto, coloque de 5 - 10 trampas (recipientes plásticos o metálicos de 8 cm a 10 cm de diámetro y de 300 a 500 ml de capacidad) separadas entre sí por 10 m y dispuestas en línea.



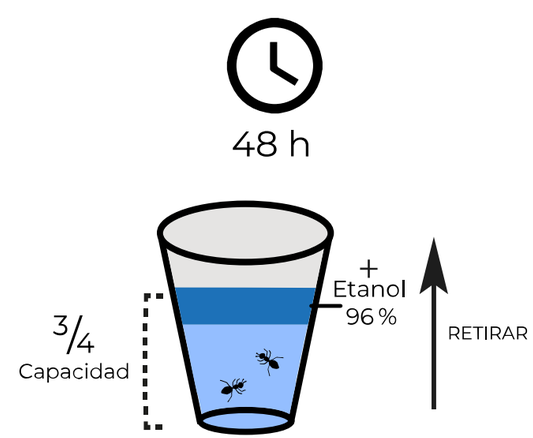


3 Si el terreno no lo permite, la disposición de las trampas podrá ser en zig zag, aleatorio o en cuadrícula, siempre respetando la distancia de separación entre ellas.

4 Entierre los recipientes con la boca al ras de suelo con una mezcla de ⅓ de etanol al 70 %, ⅔ de agua y una gota de jabón líquido sin aroma, a media capacidad. Deje instaladas las trampas por 48 h.



5 Pasadas las 48 h revise las trampas y retirelas adicionando etanol al 96 % hasta completar al menos ¾ de capacidad de cada uno de los recipientes.



6 Vacíe el contenido de las trampas que tengan invertebrados a un recipiente de cristal con tapa.

7 Rotule el recipiente con la fecha, localidad y nombre del colector.

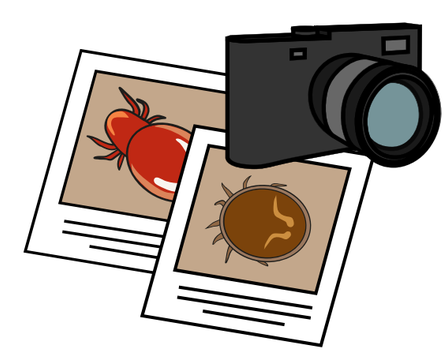
En el laboratorio:

1 Realice un conteo de los organismos colectados.

2 Identifique los órdenes tróficos.

3 Tome fotografías.

4 Registre datos **(página 79)**.

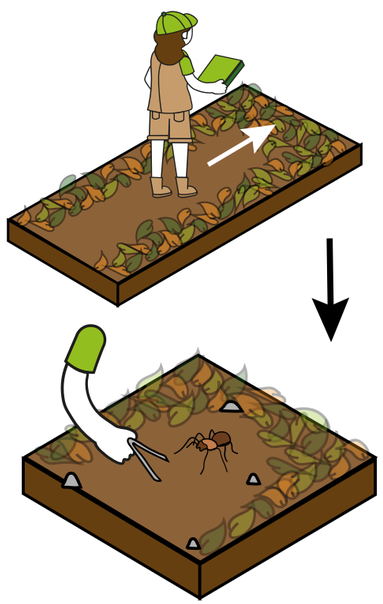


II. Captura directa de fauna del suelo

Este método se puede realizar de forma simultánea el de las trampas de caída Pitfall o de forma independiente.

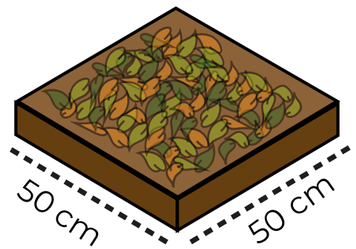
1 Realice recorridos paralelos a la línea de ubicación de las trampas de caída.

2 Mientras camina remueva los objetos encontrados presentes en la superficie del suelo (rocas, leños, hojarasca, entre otros) y capture los organismos observados con ayuda de unas pinzas.

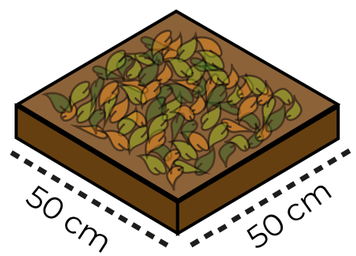


3 También puede colectar hojarasca de dos cuadrantes de 50 x 50 cm en por lo menos dos puntos de cada una de las estaciones. Recoja toda la hojarasca del cuadrante hasta encontrar el horizonte orgánico. Con un esfuerzo de muestreo de 2 h/persona por muestra y por recorrido.

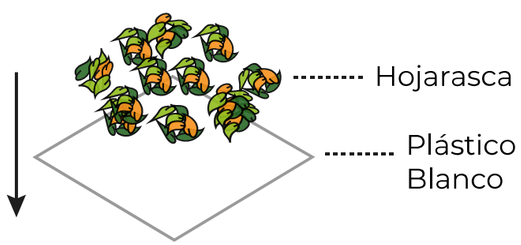
Cuadrante 1



Cuadrante 2



4 Extienda porciones pequeñas de hojarasca sobre un plástico blanco, observe y capture los individuos que se presentan.



5 Realice un conteo de los organismos colectados.

6 Identifique los órdenes tróficos.

7 Tome fotografías.

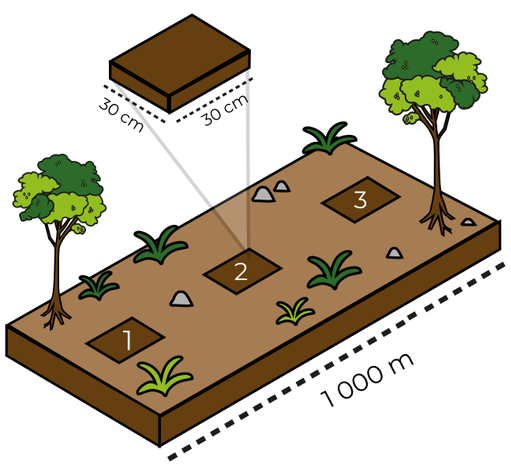
8 Registre datos.

Registro de datos
Método utilizado fauna epígea
(Trampas de caída Pitfall/Captura Directa de fauna del suelo)

- Coordenada inicial del transecto
- Coordenada final del transecto
- Número de trampas por transecto
- Conteo de organismos colectados en trampa por transecto
- Coordenadas de los cuadrantes de hojarasca colectados
- Coordenadas de los organismos capturados
- Número de organismos colectados por trampa o/y cuadrante de hojas
- Número de familias encontradas
- Tipo de orden trófico por familia (detritívoro (se alimentan de materia orgánica)/ no detritívoro)
- Fotografías ordenadas de los individuos identificados durante el monitoreo
- Observaciones

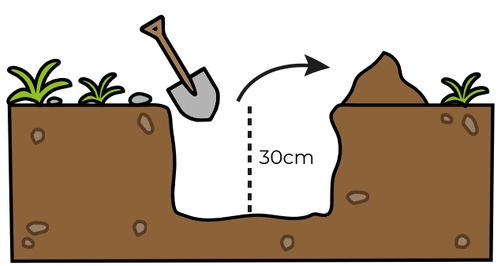
III. Fauna endógena (lombrices)

1 Cave tres pozos de 30 x 30 x 30 cm con ayuda de una pala de jardinería.



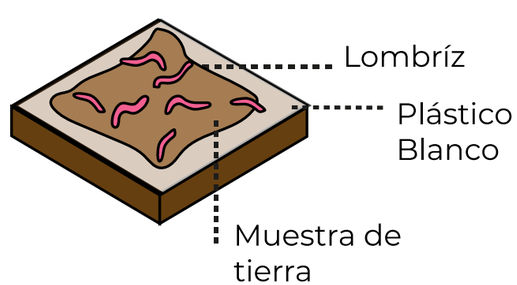
2 La distribución de los pozos es uno al comienzo, uno enmedio y uno al final del transecto de 1 000 m. Trate de minimizar el número de cortes con la pala para evitar daños a los organismos.

Sitio "n"



3 Expanda cada muestra de suelo en un plástico blanco que le permita facilitar el reconocimiento de las lombrices.

4 Separe y cuente el número de lombríces.



5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Transecto
- Coordenadas del pozo
- Número total de lombrices halladas en los pozos
- Observaciones

Basado en:

- Cotler, H. (2020). *Manual para evaluar la erosión de los suelos en zonas forestales.* Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/Manual_de_Suelos_v1.5_dobles_opt.pdf
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (1999). *Guía para la evaluación de calidad y salud del suelo.* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051913.pdf
- Gurrula, N. y Chairez, I. (2007). *Evaluación de indicadores para el monitoreo de la salud de agostaderos de los Valles del Estado de Duranto, Duranto.* Registro SIP 20070052. Informe final. Instituto Polítecnico Nacional. Secretaría de Investigación y Posgrado. http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20070052_5303.pdf
- Medina, G., León, O., y Jímenez, D., Sarmiento, M., Díaz, J. y Paiba, E. (2016). Protocolos metodológicos para la caracterización de las comunidades bióticas a lo largo del gradiente altitudinal bosque-páramos. En Transición bosque–páramo. Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos (64-101). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://www.researchgate.net/publication/298217180_Protocolos_metodologicos_para_la_caracterizacion_de_las_comunidades_bioticas_a_lo_largo_del_gradiente_altitudinal_bosque-paramo
- Núñez, J. (2001). *Manejo y conservación de suelos.* Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Organización de los Estados Americanos (OEA). (1977). *Cuenca del Plata - Estudios para su Planificación y Desarrollo - República de Bolivia - Cuenca del Río Bermejo III - Zona Boliviana.* Organización de los Estados Americanos (OEA). http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea21s/oea21s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017). *Insignia de los suelos.* Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, (SIDA). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/3/i3855s/i3855s.pdf
- Ortiz, P. R., Rivera Lárraga, J. E., Andrade Limas, E., Garza Requena, F. D. L., Castro Meza, B., y Belmonte Serrato, F. (2014). Medición de la erosión en cárcavas por medio de imágenes de satélite. *Terra Latinoamericana*, 32(1), 13-21.
- Portillo, H., Secaira, E., y Lara, K. 2013. *Plan de Conservación del Parque Nacional Montaña de Celaque: Basado en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias.* ICF, USAID ProParque y MAPANCE/PROCELAQUE.
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5-13. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001
- Varela, A., Cortés, C., y Cotes, C. (2007). Cambios en la edafofauna asociada a descomposición de la hojarasca en un bosque nublado. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 45-53. http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v33n1/v33n1a09.pdf

Indicador 8

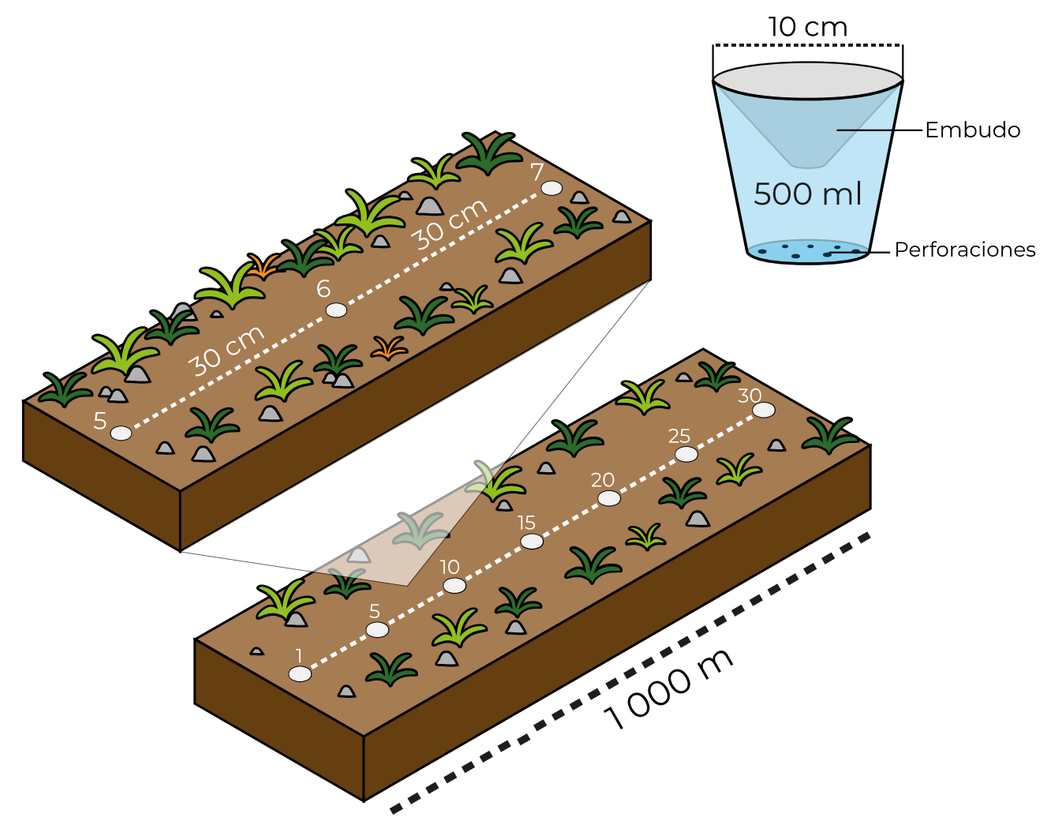
Diversidad de artrópodos

Escarabajos

Para el monitoreo de este grupo se recomiendan los transectos lineales con trampas.

1 Establezca 30 trampas de caída separadas entre sí por 30 m para un transecto de 1 000 m (también se pueden realizar 2 transectos con 30 trampas (transecto de 2 000 m), o tres transectos con 30 trampas cada uno (transecto 3 000 m). Si se realiza más de un transecto, separelos por al menos 200 m.

2 Las trampas de caída están conformadas por un vaso o recipiente de 500 ml de capacidad con una apertura circular de 10 cm de diámetro. A este recipiente se le adapta un embudo plástico en la boca que permite la entrada de los organismos, pero impide su salida.



3 Entierre los recipientes a ras de suelo y, suspendido con un alambre, coloque un recipiente desechable de 25 ml con una fina perforación en la base, en el cual se pone el atrayente, que puede estar constituido por hongos, fruta o carne en descomposición. Este método reduce la mortalidad de los organismos.

4 Las trampas deben permanecer por 48 h. Al finalizar de este tiempo, recolecte los especímenes de cada trampa vaciando en un colador y deposite el contenido en un recipiente con etanol al 70 %.

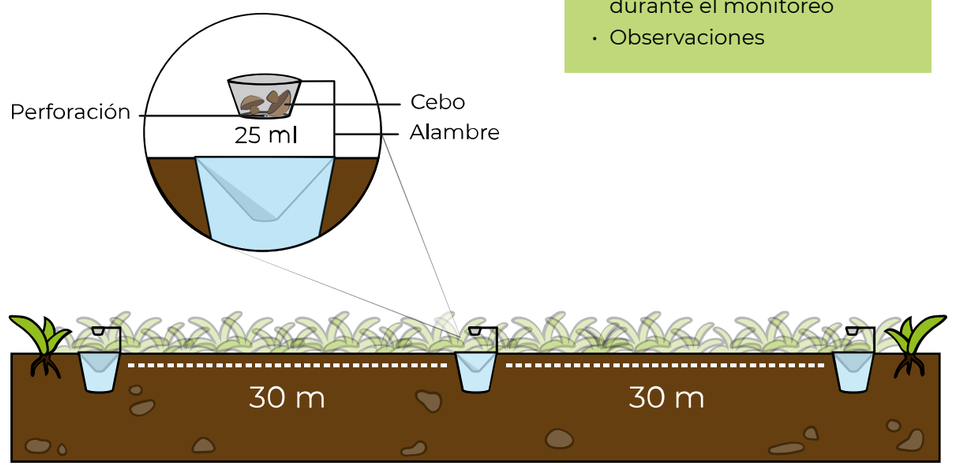
5 Rotule cada muestra, registre la trampa de origen, la especie y el número de individuos por especie.

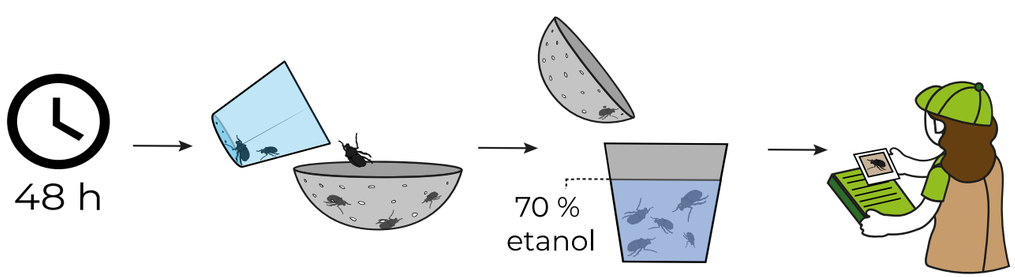
6 De manera complementaria, se recomienda tomar fotografías de las distintas estructuras de los individuos colectados para facilitar su determinación taxonómica.

7 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del transecto
- Número de trampa
- Número de escarabajos capturados
- Muestras rotuladas
- Fotografías ordenadas de los individuos identificados durante el monitoreo
- Observaciones

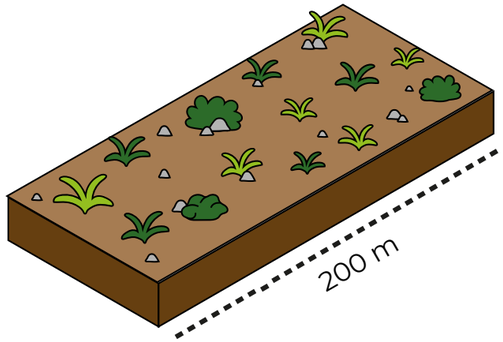




Hormigas

Para realizar el monitoreo de las hormigas se recomienda la implementación de métodos complementarios como las trampas Winkler y trampas de caída. Ya que en un corto tiempo se puede obtener por lo menos el 70 % de la diversidad presente en el sitio de muestreo. Otros métodos que pueden ser empleados si se considera necesario, es el uso de cebos y la captura manual. El empleo de ellos puede mejorar el muestreo de la diversidad, ya que favorece la captura de especies raras o de baja abundancia.

Si no cuenta con permiso de colecta, se recomienda la toma de fotografías de las distintas estructuras de los individuos capturados para que posteriormente sean determinadas con ayuda de un entomólogo.

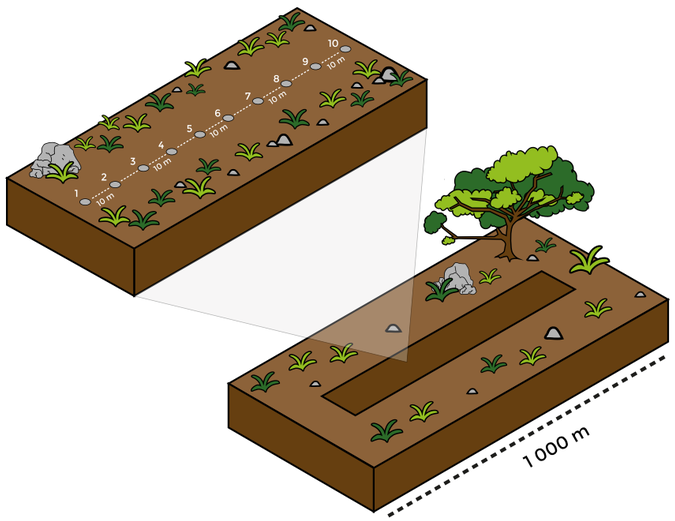


Para cada sitio de muestreo por localidad, se recomienda un transecto lineal de 200 m de longitud por cada 1 000 m. Las trampas Winkler y las de caída deberán estar activas por espacio de al menos 48 horas.

Trampas de caída

Estas trampas se encuentran conformadas por un vaso o recipiente de abertura circular que se entierra a ras de suelo.

Utilice 20 vasos o frascos de 250 ml de capacidad y 10 cm de diámetro. Es importante que el diámetro de los recipientes sea constante para evitar sesgos. Instale los recipientes con una distancia de 10 m entre sí, a lo largo de un transecto de 1 000 m, entierrelos y llenelos hasta la mitad de su capacidad con etanol al 70 %.



I. Trampas Winkler

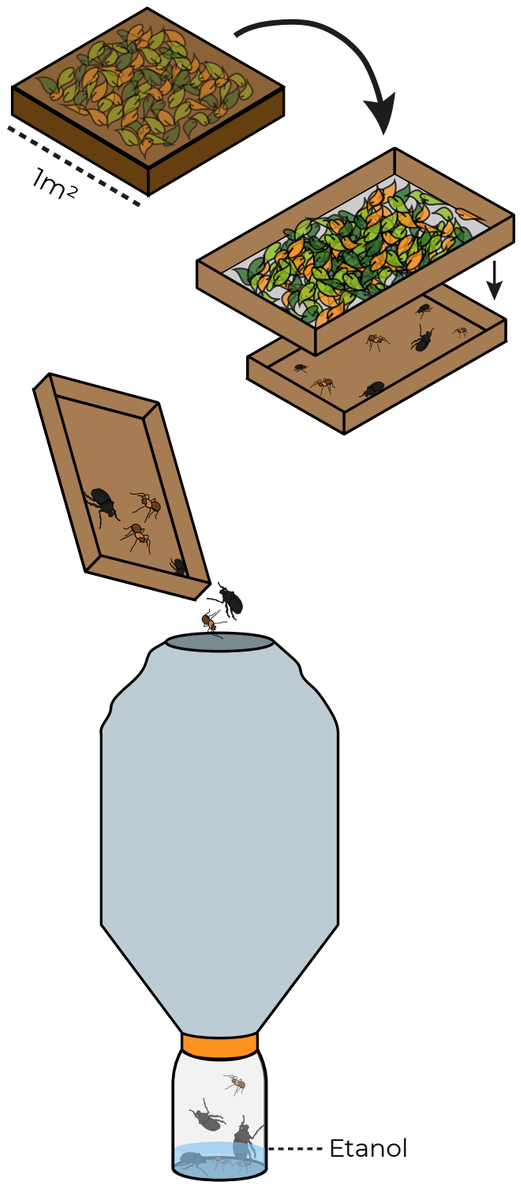
Se utiliza para identificar a los organismos presentes en la hojarasca. Estas trampas están compuestas por tres partes: un cernidor, bolsas de tela y un frasco colector.

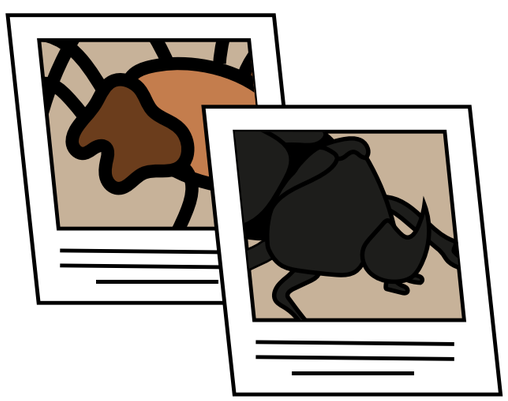
1 Para su uso, tome una muestra de hojarasca de 1 m^2 en cada punto en el que se colocarán las trampas de caída (ver trampas de caída). Esta muestra será tamizada en el cernidor.

2 Posteriormente, este contenido pasará a las bolsas de tela y, finalmente, por gravedad los insectos presentes caen al frasco colector que contendrá etanol en su parte inferior.

3 Se recomienda la toma de fotografías de las distintas estructuras de los individuos capturados.

4 Registre datos.





Métodos opcionales

I. Cebos

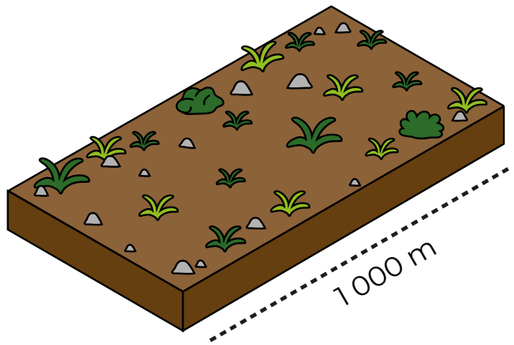
El uso de cebos como las salchichas y el atún son utilizados como atrayente para la colecta de hormigas.

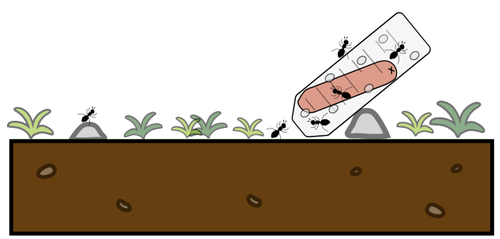
1 En cada transecto de 1 000 m, instale tres trampas con cebo.

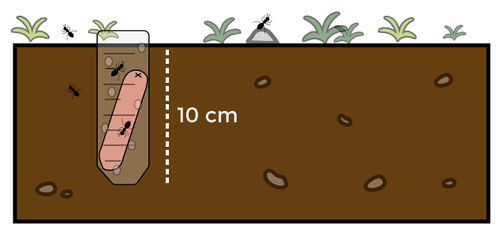
2 Meta estos cebos dentro de un pequeño tubo de plástico con perforaciones que pueden variar entre 2.5 y 5 mm de diámetro; estos pueden ser tubos eppendorf, frascos de los rollos de fotografía o algún frasco de plástico de tamaño similar.

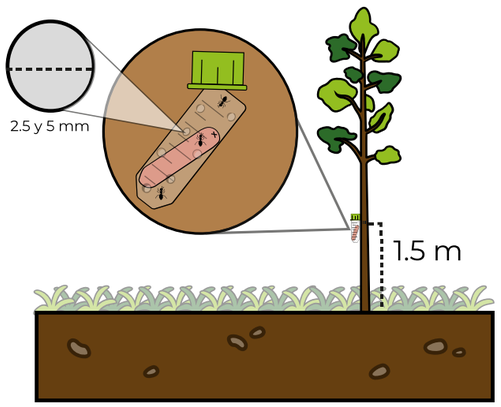
3 **Coloque las trampas:** una en la superficie, la segunda a unos 10 cm de profundidad y la tercera amarrada a algún arbusto, árbol o tronco a una altura de 1.5 m.

4 Registre datos.



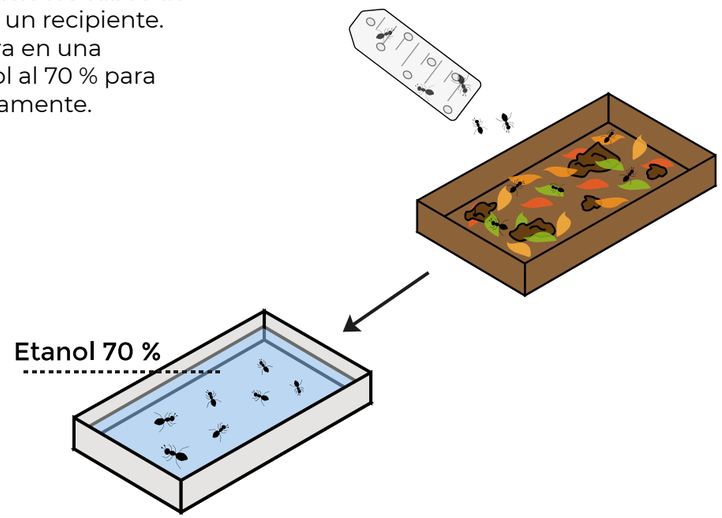






5 Posteriormente, vacíe los tubos de plástico dentro de un recipiente. Coloque la muestra en una bandeja con etanol al 70 % para revisarla cuidadosamente.

6 Registre datos.

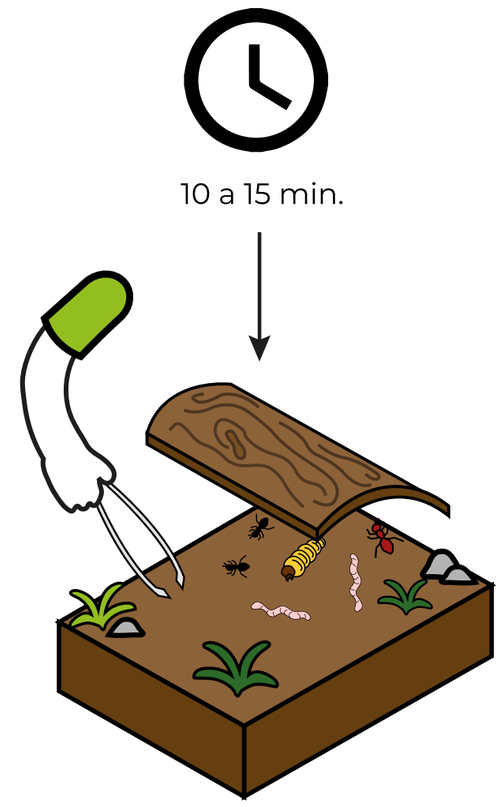


II. Búsqueda manual

Este método permite la captura de especies raras o muy escasas, cuya probabilidad de captura es menor que con otros métodos.

1 La captura manual será en transectos de 100 m con distancia de 250 m entre cada uno de ellos.

2 Recorra cada transecto en un periodo de 10 a 15 min; deberá revisar cuidadosamente los troncos en descomposición, depósitos de detritus, frutos caídos, cortezas de árboles y arbustos, epífitas, ramas huecas y partes de flores, hojas y nectarios.



3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas de los transectos
- Coordenadas de los puntos donde se instalen las trampas de caída
- Número de individuos colectados por sitio
- Nombre científico de las hormigas colectadas
- Cualquier observación relacionada con la captura de las hormigas
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Observaciones

Basado en:

- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.). (2015). Monitoreo a procesos de-restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. *En Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. (134-147). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://www.researchgate.net/publication/282341458_El_monitoreo_de_herpetofauna_en_los_procesos_de_restauracion_ecologica_indicadores_y_metodos

- Andrade, G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 22(84), 407-421.

- Estévez, P. (2016). Polinización en Lepidópteros nocturnos. *Revista de Biologia de uvigo* 8: 75-82. http://revbigo.webs.uvigo.es/images/revbigo/2016/Revbigo_2016_04.pdf

- Medina, G., León, O., y Jímenez, D., Sarmiento, M., Díaz, J. y Paiba, E. (2016). Protocolos metodológicos para la caracterización de las comunidades bióticas a lo largo del gradiente altitudinal bosque-páramos. En *Transición bosque–páramo. Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos* (64-101). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://www.researchgate.net/publication/298217180_Protocolos_metodologicos_para_la_caracterizacion_de_las_comunidades_bioticas_a_lo_largo_del_gradiente_altitudinal_bosque-paramo

- Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L., Escobar, F., Favila, M., ... y Network, T. S. R. (2007). Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological conservation,* 137(1), 1-19.

Indicador 9

Diversidad de mamíferos pequeños

Captura de roedores

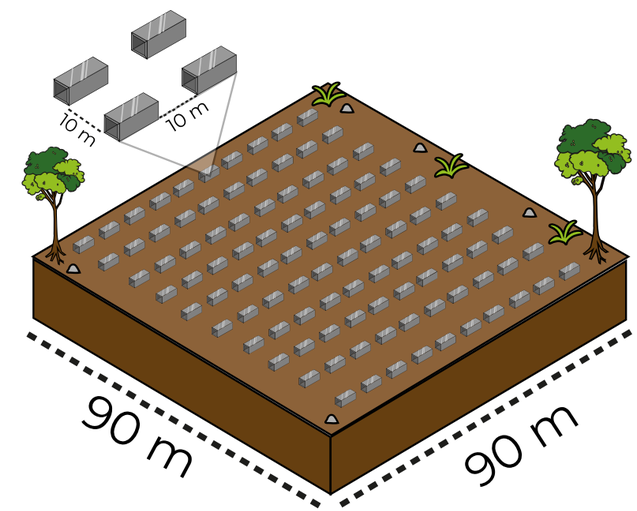
Nota importante: se recomienda utilizar trampas plegables pues facilitan mucho su transportación, también se recomienda poner un listón de marcaje en una rama o árbol que permita la localización de las trampas.

I. Parcelas

1 Trace parcelas de 90 x 90 m.

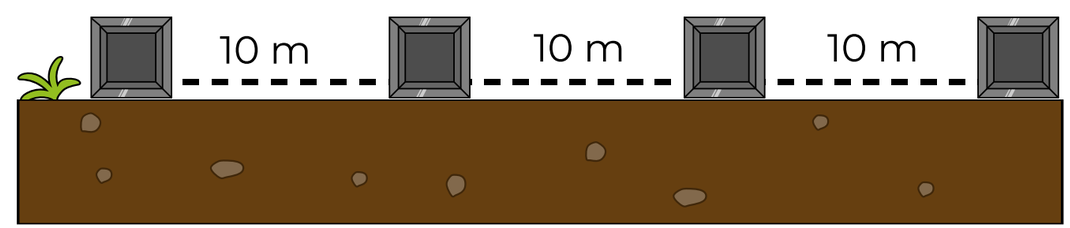
2 Coloque las trampas tipo Sherman en 10 columnas y 10 filas cumpliendo con una separación de 10 m entre ellas, para un total de 100 trampas.

3 Registre datos **(página 96).**



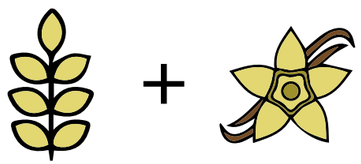
II. Transecto

A través del transecto principal coloque las trampas cada 10 m.

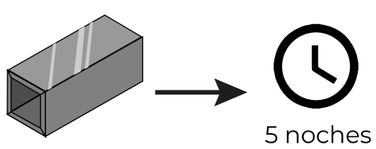


En ambos métodos:

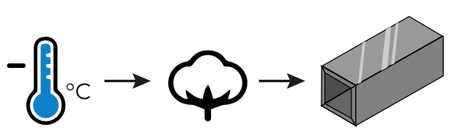
1 En cada trampa coloque el cebo, se recomienda la mezcla de hojuelas de avena con esencia de vainilla.



2 Las trampas deberán permanecer cinco noches por sitio, se activarán a las 18:00 h y se revisarán entre las 6:00 y 9:00 h del día siguiente. Se debe incluir al menos, una visita a las trampas durante ese periodo para evitar la mortalidad de los roedores.



3 Si la zona de monitoreo es muy fría, se recomienda colocar algodón sintético dentro de la trampa.



4 Una vez que revise las trampas, almacene en sacos de tela todos los individuos capturados para su procesamiento *in situ*.

5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Especie
- Número de trampa
- Medidas morfométricas (longitud total, longitud de cola, longitud de oreja y longitud de pata
- Sexo y condición reproductiva
- Peso
- Si es recaptura
- Coordenadas de la trampa
- Observaciones

Registro de murciélagos

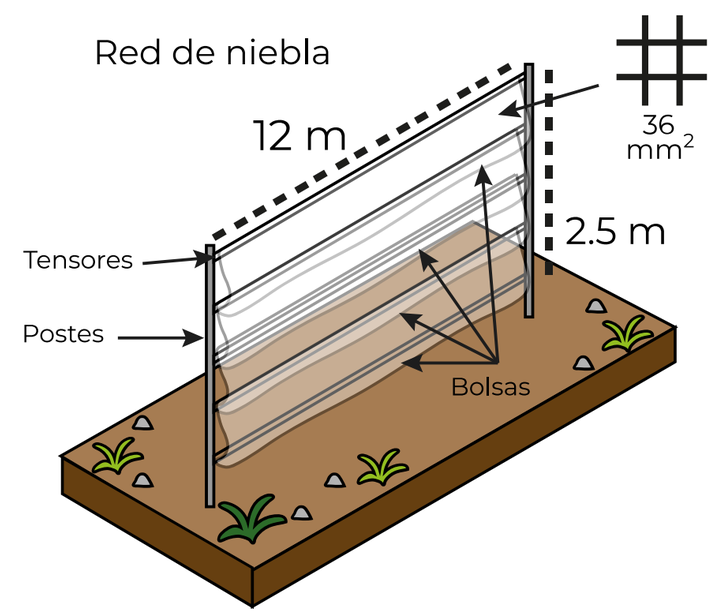
Las redes de niebla se deberán adecuar al área de estudio, si es un sitio amplio se elegirá una red de gran tamaño o en caso contrario una red pequeña. Se recomiendan redes de 36 mm de malla, 12 m de largo por 2.5 m de alto.

Nota importante: utilizando cuerdas y poleas es posible elevar las redes de niebla para capturar quirópteros que vuelan en los estratos superiores de los bosques.

1 Colóquelas a nivel del sotobosque y del dosel bajo, o a la salida de cuevas que sean refugios de murciélagos.

2 Para la instalación de las redes se buscarán sitios potenciales de vuelo, tratando de abarcar la mayor cantidad de hábitats posibles: cauces de agua, interior del bosque, caminos o bordes del bosque. Además, se recomienda colocarlas en línea recta y utilizar, al menos, una red por noche.

3 Las redes se abrirán y permanecerán activas desde las 18:00 h. hasta las 23:30 h. aproximadamente, siempre y cuando las condiciones lo permitan.



4 Se deberán visitar cada 30 - 45 min dependiendo de la frecuencia de caída de los individuos y de las condiciones meteorológicas.

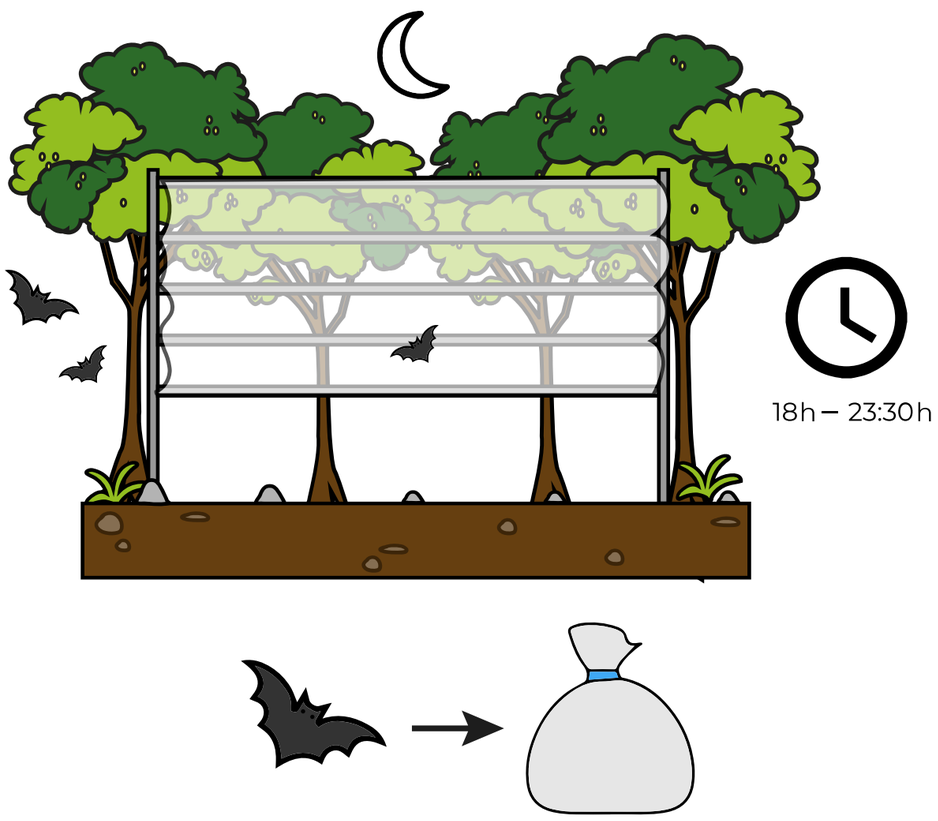
5 Cada red permanecerá en un mismo sitio durante dos noches consecutivas, ya que después de ese tiempo disminuye la probabilidad de captura.

6 En caso de que el número de capturas no disminuya y se continúe registrando especies diferentes, o cuando la disponibilidad de sitios para la colocación de redes es baja, las redes permanecen en el mismo sitio hasta cinco noches consecutivas.

7 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas de red
- Especie
- Número de red
- Hora
- Medidas de antebrazo
- Sexo y condición reproductiva
- Peso
- Si es recaptura
- Observaciones



I. Detector ultrasónico

De manera complementaria, si se cuenta con el equipo, se puede utilizar detectores ultrasónicos.

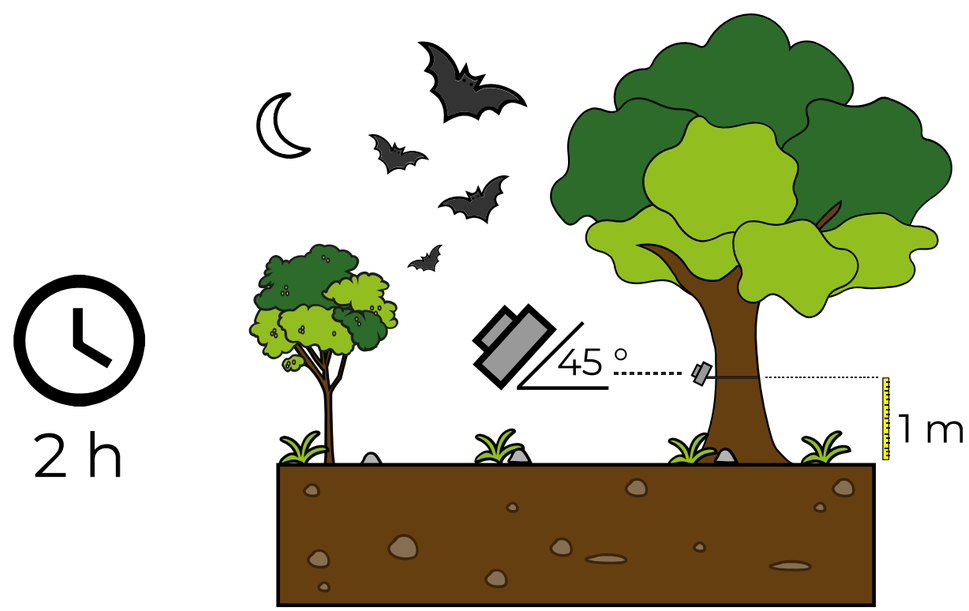
1 Los equipos se colocan en un ángulo de 45° y a una altura de 1 m con respecto al suelo, orientados hacia dónde se encuentra el paso de murciélagos.

2 Los sonidos de alta frecuencia se graban en intervalos de un minuto a 16-bit usando el programa Avisoft-SASLasb Pro Avisoft-recorder (Avisoft Bioacoustics, Berlin, Alemania) y el análisis de cada grabación se realiza más adelante con el programa BatSound Pro (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Suecia) para examinar los sonogramas.

3 Las especies registradas se identifican al comparar los sonogramas con una biblioteca de sonidos.

4 Registre datos.

Este método se propone como complementario al muestreo por redes de niebla debido a que no siempre se cuenta con estos equipos y a que no es frecuente la detección de filostómidos. Dicho lo anterior, se recomienda usar las marcas de detectores ultrasónicos propuestas por el Sistema Nacional de Monitoreo Biológico (SNMB).



Basado en:

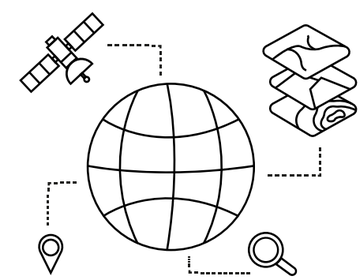
- Egler, F. E. (1954). Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development with 2 figs. *Vegetation*, 4(6), 412-417.
- Martínez-Ferreira, S. R., Alvarez-Añorve, M. Y., Bravo-Monzón, A. E., Montiel-González, C., Flores-Puerto, J. I., Morales-Díaz, S. P., ... y Avila-Cabadilla, L. D. (2020). Taxonomic and Functional Diversity and Composition of Bats in a Regenerating Neotropical Dry Forest. *Diversity*, 12(9), 332. https://www.mdpi.com/1424-2818/12/9/332
- Medellín, R. A., y Víquez-R, L. R. (2014). Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental (521-542). En *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. INECC.
- Morales-Díaz, S. P., Alvarez-Añorve, M. Y., Zamora-Espinoza, M. E., Dirzo, R., Oyama, K., y Avila-Cabadilla, L. D. (2019). Rodent community responses to vegetation and landscape changes in early successional stages of tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 433, 633-644. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112718308442
- Tomblin, D. C., y Adler, G. H. (1998). Differences in habitat use between two morphologically similar tropical forest rodents. *Journal of Mammalogy*, 79(3), 953-961.
- Young, H. S., Dirzo, R., Helgen, K. M., McCauley, D. J., Billeter, S. A., Kosoy, M. Y., ... y Dittmar, K. (2014). Declines in large wildlife increase landscape-level prevalence of rodent-borne disease in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(19), 7036-7041. https://www.pnas.org/content/111/19/7036.short
- Zamora-Espinoza, M. (2016). *Respuesta de los murciélagos en estados iniciales del Bosque Tropical Seco: un contraste entre diferentes grupos tróficos* (tesis de licenciatura). Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Indicador 10

Presencia de plagas y enfermedades

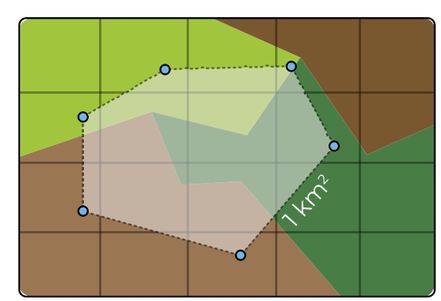
Plagas y enfermedades

Para la obtención de este indicador se recomienda hacer uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para identificar áreas de riesgo (áreas afectadas por incendios, con antecedentes de presencia de plagas, con presencia de plantas parásitas o roya en conos y fustes, rodales sobremaduros, tala ilegal o con sequía). En caso de no contar con SIG se pueden identificar en campo loa manualmente estos sitios de interés.



1 Seleccione sitios de muestreo de 1 km² que se obtienen a partir de la creación de una malla de puntos con coordenadas sobre el área con posible riesgo.

2 Recorra el sitio de muestreo, mediante senderos o caminos ya establecidos, e identifique los árboles con presencia de plagas o enfermedades.

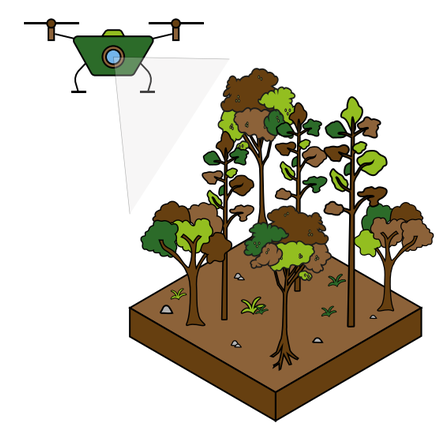


3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas
- Especie afectada
- Número de individuos afectados
- Porcentaje de individuos afectados en el sitio de muestreo
- **Tipo de plaga:** insectos defoliadores, insectos descortezadores, insectos barrenadores, entre otros
- Grado de afectación
- Adjunte las distintas fotografías en las cuales se aprecie el tipo de plaga identificada
- Observaciones

Un método alternativo que se ha empezado a utilizar, son los drones para la ubicación de zonas de monitoreo y la detección de árboles con plagas y enfermedades, por lo que si se cuenta con el equipo haga uso de éste y registre la información solicitada.



Basado en:

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (sf). *Monitoreo terrestre para detección temprana de plagas forestales.* http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10%20Material%20de%20Consulta/Literatura/FOLLETO%20MONITOREO%20TERRESTRE.pdf
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2007). *Manual de Sanidad Forestal.* http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/15/810Manual%20de%20sanidad%20forestal.pdf
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2020). Sistema de Alerta Temprana y Evaluación de Riesgo en Sanidad Forestal. Zapopan, Jal. http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/01%20Avisos%20Publicos/SATYER/Sistema%20de%20Alerta%20Temprana%20y%20Evaluacion%20de%20Riesgo%20en%20Sanidad%20Forestal.pdf

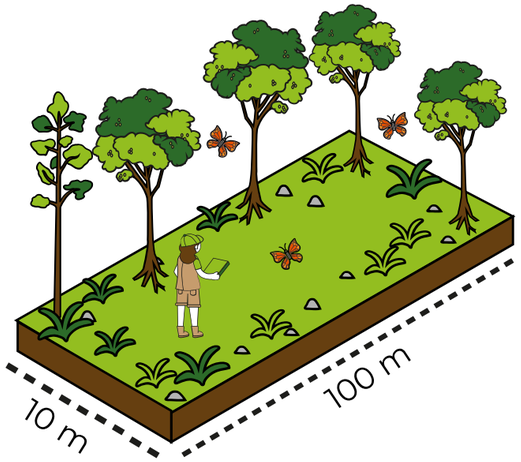
Indicador 11

*Diversidad de polinizadores

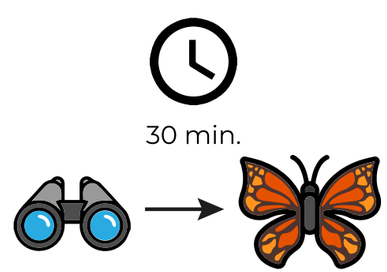
Mariposas diurnas

Para realizar el monitoreo de mariposas se proponen las observaciones directas por transecto de 100 m de largo por 10 m de ancho por cada 1 000 m de transecto. Es relevante realizar el muestreo entre las 7:00 - 13:00 y/o 17:00 - 18:30 h que es el tiempo de principal de actividad de las mariposas.

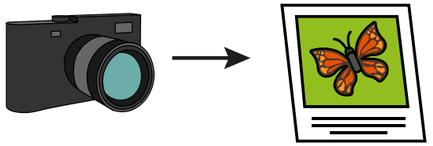
1 Recorra el transecto por 30 minutos por el centro, observando cinco metros a la izquierda y cinco metros a la derecha.



2 Identifique los organismos observados con ayuda de binoculares y guías de campo, registre las especies y su abundancia.

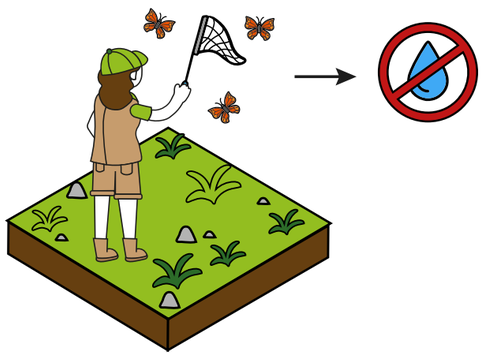


3 Si le es posible, tome fotografías de los individuos para facilitar la determinación taxonómica de las especies con ayuda de un experto entomólogo.

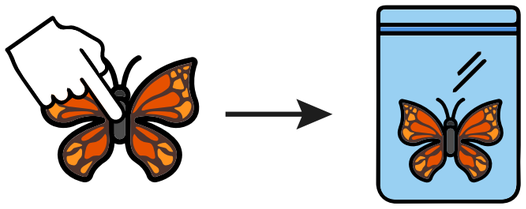


4 Si no se pueden identificar en campo, utilice una red entomológica para la captura directa de las mariposas para ser posteriormente identificadas y depositadas en una colección científica.

Nota importante: no utilice las redes mojadas, ya que provoca que las mariposas sufran daños.



5 Los individuos colectados, para los que no se determine su especie, se deberán sacrificar al hacer presión en el tórax, sin manipular las alas y guardar en sobres para su futura identificación.



6 Registre datos.

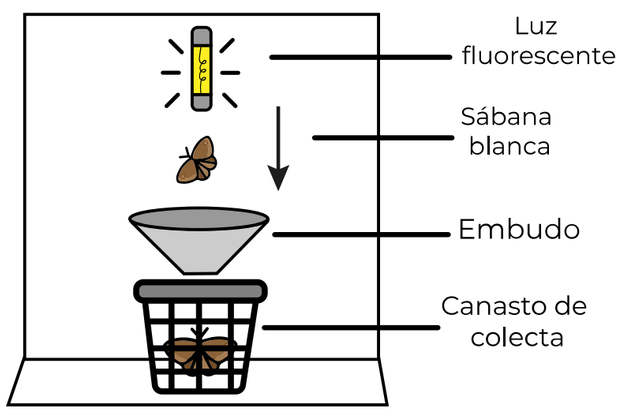
Datos a registrar:

- Coordenadas del transecto
- Hora de monitoreo
- Número total de individuos capturados
- Revise y anote si las mariposas presentan polen en alguna de sus estructuras
- Fotografías de los individuos
- Observaciones

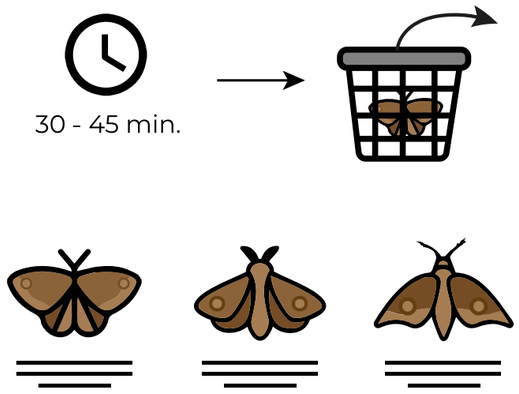
Mariposas nocturnas

Para el monitoreo de este grupo se recomienda el uso de trampas de luz, ya que es uno de los más efectivos en términos de cantidad y calidad de captura de individuos. Además, permite la toma de fotografías que pueden facilitar la determinación taxonómica de los individuos observados, con ayuda de un experto.

1 En el transecto establecido para el monitoreo de mariposas diurnas, instale una trampa nocturna de luz la cual consiste en un dispositivo que cuenta con un tubo fluorescente, que al encenderse atrae a las mariposas de hábito crepuscular y nocturno, una sábana color blanca con la que chocaran las mariposas, un embudo donde caen y un canasto que las colecta.



2 Posterior al tiempo de captura (30 a 45 min), extraiga del recipiente los individuos capturados y sepárelos por grupos o especies.



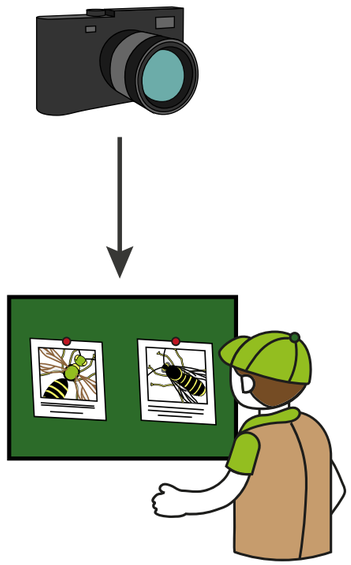
3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio de instalación de la trampa de luz
- Número total de individuos capturados
- Revise y anote si las mariposas presentan polen en alguna de sus estructuras
- Fotografías de los individuos observados
- Observaciones

Abejas

El objetivo de este indicador es contar con una aproximación de la cantidad de abejas que utilizan el sitio, no la tasa de visitas a las plantas. Se recomienda realizar el monitoreo entre las 12:00-16:00 h. Para facilitar la determinación de especies de abejas, se recomienda el uso de cámaras fotográficas que permitan registrar las estructuras más características de los individuos observados. Estas fotografías podrán ser revisadas con detenimiento en el laboratorio y con ayuda de un experto que colabore con el área natural.

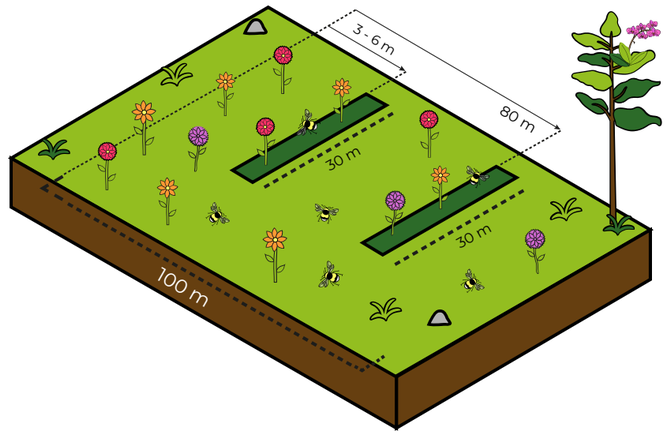


I. Ecosistemas amplios

Estos son aquellos que miden al menos 10 000 m^2.

1 Realice dos transectos de 30 m de largo paralelos al borde del hábitat de los polinizadores. Se recomienda que uno de los transectos se encuentre de 3 m a 6 m del borde y otro en el centro del hábitad o a 80 m de algunos de los bordes.

2 Registre datos.

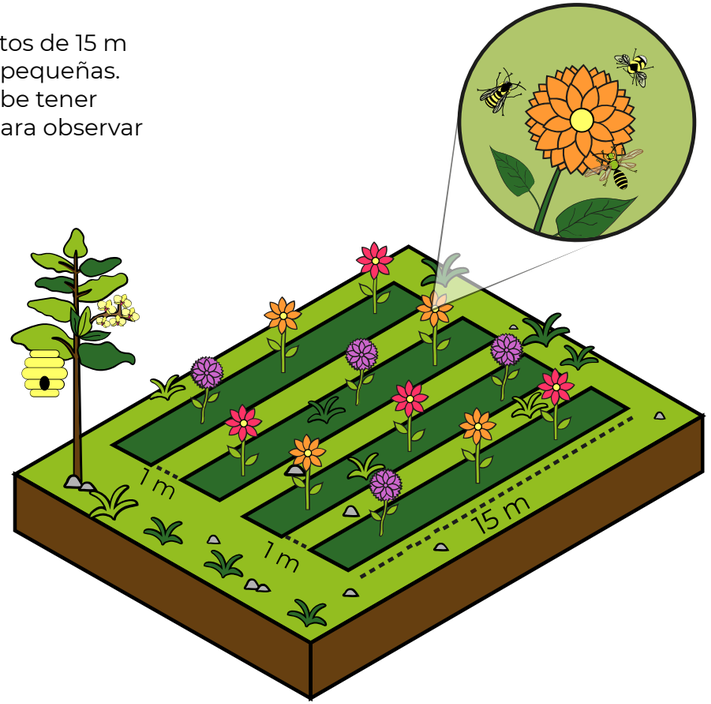


II. Ecosistemas reducidos

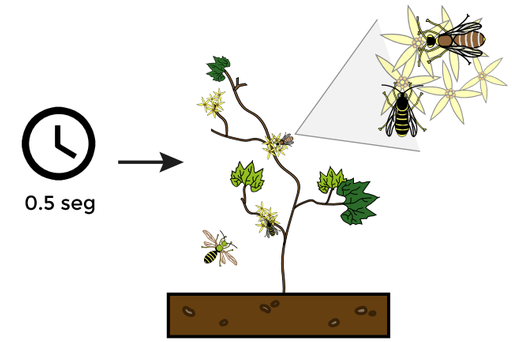
1 Realice cuatro transectos de 15 m a lo largo de las zonas pequeñas. Entre transectos se debe tener una distancia de 1 m para observar abejas en flores.

2 Registre datos.

7.5 min x 30 m de largo



- Cada transecto debe muestrearse durante 7.5 minutos x 30 m de largo realizando observaciones de las abejas en flores.
- Las visitas a las flores se consideran cuando el individuo se encuentra en ellas por más de 0.5 segundos.
- Para el registro se recomienda utilizar un temporizador con los 7.5 minutos por transecto.



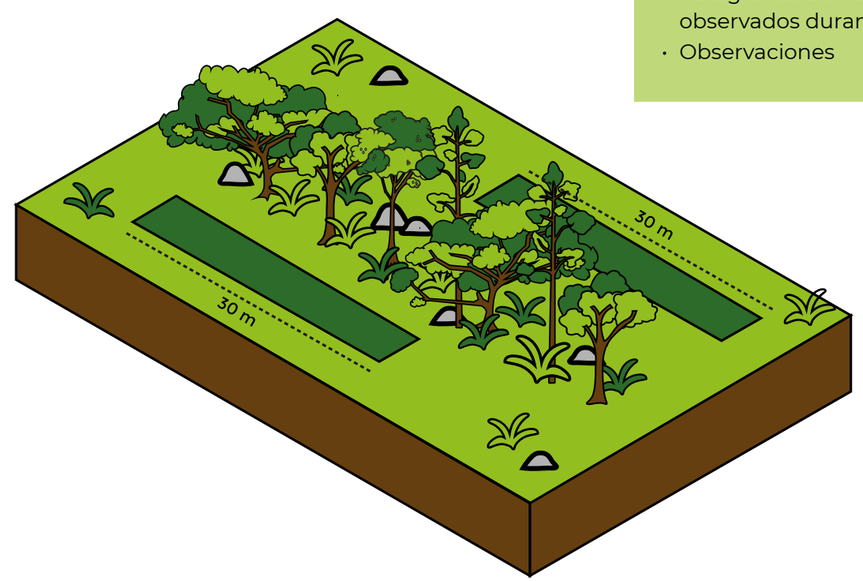
III. Sitios de difícil acceso

1 Para aquellos en los que no se puede monitorear dentro del hábitat, se recomienda realizar dos transectos de 30 m a los lados.

2 Registre datos.

Datos a registrar:

- Fecha
- Hora
- Transecto
- Coordenadas
- Especie o género de la abeja
- Especie o género de la flor en la que se encontraba
- Fotografías de los individuos observados durante el monitoreo
- Observaciones



Basado en:

- Agosti, Donat y Majer, Jonathan y Alonso, Leeanne y Schultz, Ted. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press. https://www.researchgate.net/publication/216849738_Ants_standard_methods_for_measuring_and_monitoring_biodiversity_Smithsonian_Institution_Press_Washingt/citation/download

- Fernandez F. (ed.). (2003). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. XXVI + 398. http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf?sequence=1

- Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J. y Vaissière, B. E. (2009). Valoración económica de la vulnerabilidad de la agricultura mundial frente al declive de polinizadores. *Economía ecológica*, 68(3), 810-821.

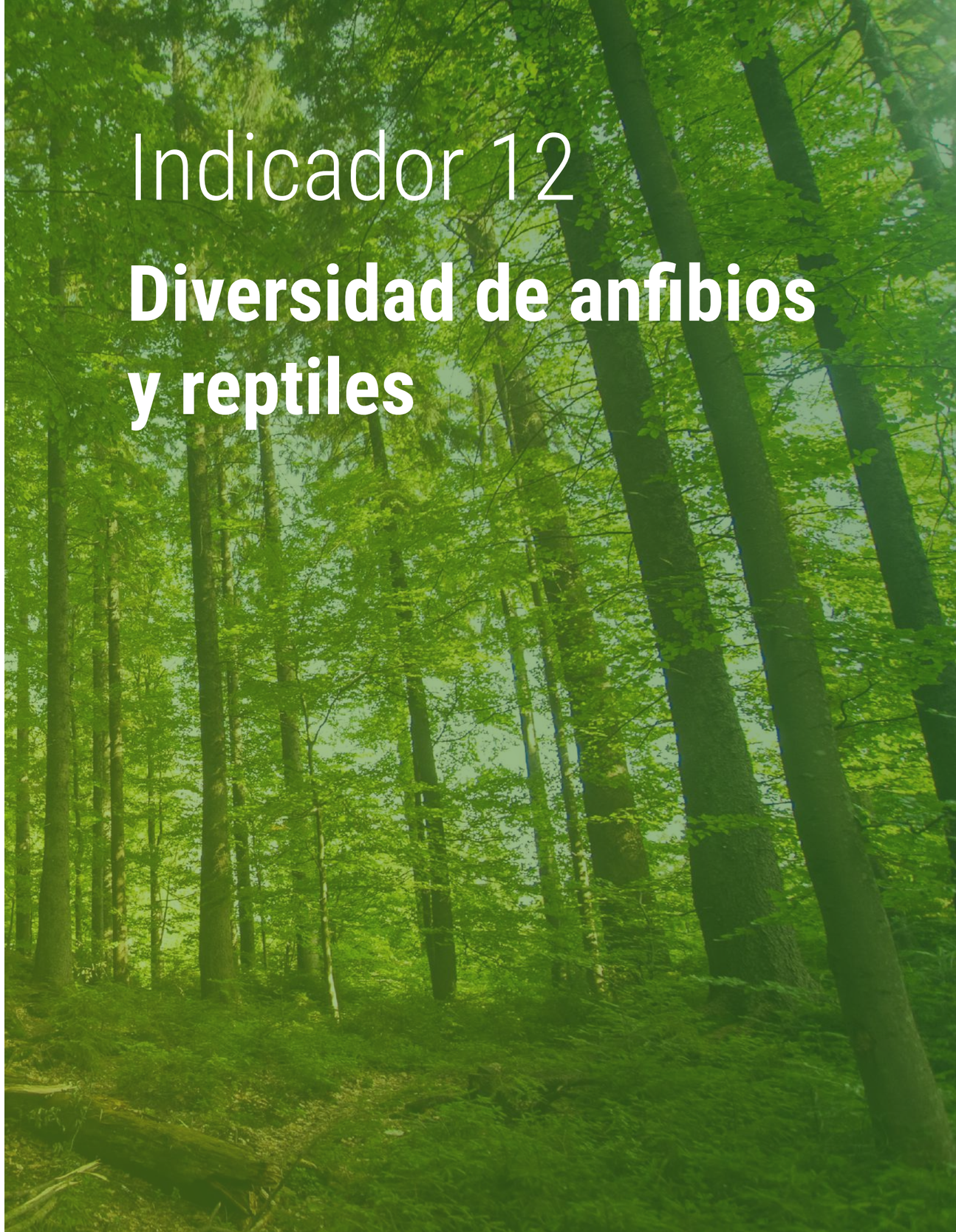
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. y Tscharntke, T. (2007). Importancia de los polinizadores en los paisajes cambiantes de los cultivos mundiales. *Actas de la sociedad real Británica: ciencias biológicas*, 274(1608), 303-313.

- National Research Council. (2007). S*tatus of Pollinators in North America.* The National Academies Press. National Research Council; Division on Earth and Life Studies; Board on Life Sciences; Board on Agriculture and Natural Resources; Committee on the Status of Pollinators in North America https://nap.nationalacademies.org/catalog/11761/status-of-pollinators-in-north-america

- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Felicioli, A., Fischer, M., Jokinen, P., y Penev, L. D. (2011). Developing European conservation and mitigation tools for pollination services: approaches of the STEP (Status and Trends of European Pollinators) project. *Journal of Apicultural Research*, 50(2), 152-164.

- Roy, H. E., Baxter, E., Saunders, A., y Pocock, M. J. (2016). Focal plant observations as a standardised method for pollinator monitoring: opportunities and limitations for mass participation citizen science. *PloS one*, 11(3),e0150794.

- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad.* Segunda edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf



Indicador 12

Diversidad de anfibios y reptiles

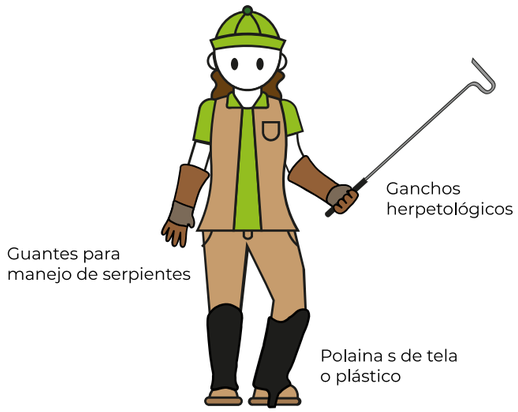
Nota importante: el manejo de serpientes venenosas requiere de múltiples precauciones y experiencia. Se sugiere no manipular reptiles de importancia médica y contar con sueros antiviperinos que puedan ser aplicados en caso de accidentes. Asimismo, se recomienda no realizar recolecta de individuos, siempre se podrá tomar el número de fotos necesarias para la identificación posterior.

Recomendaciones

Es muy importante que se cuente con el **equipo de protección** para el manejo de reptiles (guantes para manejo de serpientes, ganchos herpetológicos y polainas de tela o de plástico) para evitar cualquier accidente que ponga en peligro la integridad del personal que realiza el monitoreo.

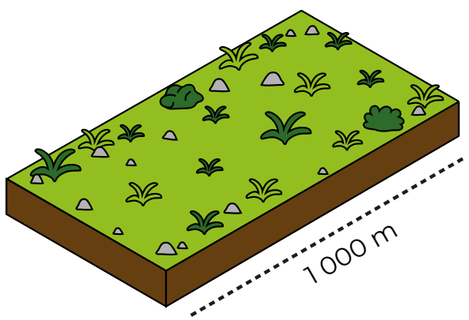
- En el caso específico de los anfibios, siempre se deberá de utilizar guantes desechables para su manipulación.
- Si se aíslan los individuos deberá hacerse en bolsas de plástico no reutilizables y posteriormente se deberá desinfectar las manos.
- Es de suma importancia que, para evitar el contagio de enfermedades entre anfibios, el equipo de monitoreo (como redes, mangas, trampas, botas, bandejas) sea desinfectado con lejía 4 %, formol al 40 %, etanol al 70 % u otros desinfectantes comerciales antes, durante y después de las capturas de los individuos.
- La desinfección debe hacerse en el campo para evitar la dispersión del patógeno, pero nunca cerca del medio acuático para evitar su contaminación.
- Si la determinación taxonómica de los individuos observados no se puede llevar a cabo en campo, se recomienda utilizar una cámara fotográfica que permita registrar las características particulares de cada individuo y posteriormente, se pueda hacer la determinación con apoyo de un experto o utilizando guías de identificación.

Para realizar el monitoreo de la comunidad de anfibios y reptiles se presentan tres métodos: **relevamiento por encuentro visual (REV), parcelas rectangulares y transectos en banda fija (BTF por sus siglas en inglés).** Se recomienda que los recorridos los realicen siempre las mismas personas y que los inicien de manera aleatoria, esto para tratar de disminuir sesgos por la experiencia en campo, imagen de búsqueda y pico de actividad de las especies.

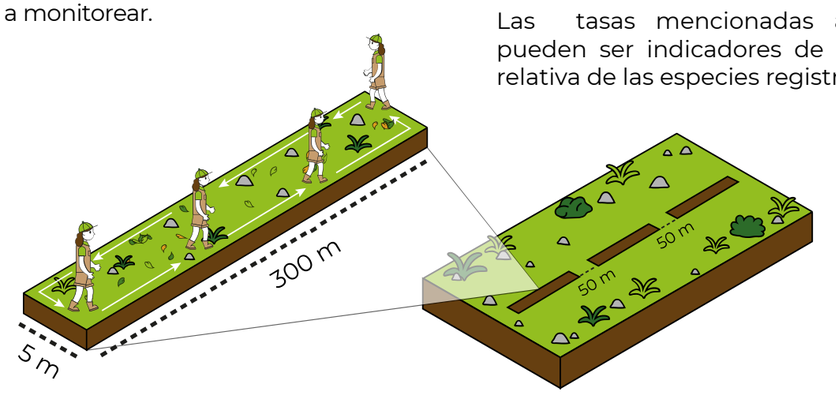


Relevamiento por encuentro visual

1 Para el relevamiento por encuentro visual (REV), establezca en el transecto de 1 000 m (si es mayor realice el mismo procedimiento por cada 1 000 m), subtransectos lineales separados entre sí por 50 a 250 m, dependiendo de las condiciones del terreno.



2 Tome en cuenta, que tanto la distancia entre ellos como el tamaño de los subtransectos, deberá ser el mismo en todos los casos. Por ejemplo, se pueden establecer tres transectos de 300 m de largo por 5 m de ancho, con una separación entre ellos de 50 m, o siete transectos de 100 m de largo por 2 de ancho, con una separación de 50 m. Todo dependerá de los sitios que va a monitorear.



3 Una vez establecidos, se recomienda que al menos dos personas realicen el recorrido dentro del subtransecto tratando de abarcar todos los microhábitats disponibles, este recorrido se realizará por un periodo de 20-30 minutos por la mañana entre las 9:00 y 11:00 h, y por la noche.

4 Registre datos **(página 118).**

El esfuerzo de muestreo es expresado como el número de horas/persona de búsqueda para cada unidad de muestreo.

- **Tasa de encuentro:** número total de individuos registrados por uno o todos los observadores/número de horas invertido en el muestreo por uno o todos los observadores.
- **Tasa de encuentro por especie:** número de individuos/número de horas invertido en el muestreo.
- **Tasas de encuentro para cada tipo de hábitat:** número de individuos registrados/número de horas invertidas por hábitat.

Las tasas mencionadas anteriormente, pueden ser indicadores de la abundancia relativa de las especies registradas.

Parcelas

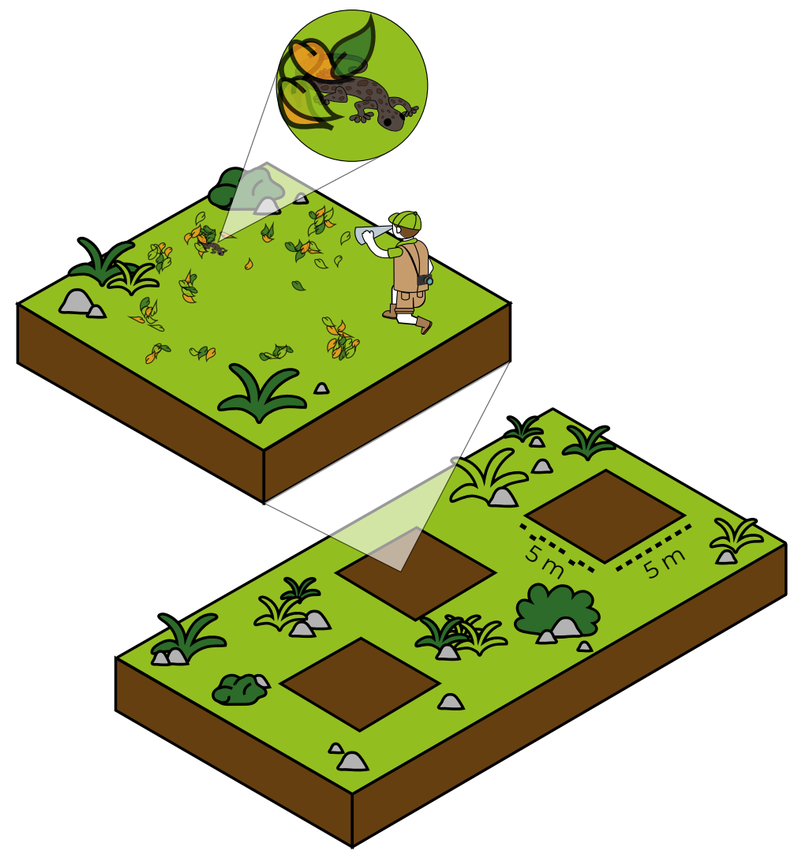
1 Establezca 50 parcelas de 5 x 5 m, en lugares seleccionados de manera aleatoria estratificada dentro del sitio y realice una búsqueda exhaustiva de anfibios y reptiles.

2 Una vez que se observe un individuo del grupo, captúrelo y tome varias fotografías de sus caracteres más distintivos para facilitar la determinación taxonómica.

3 El muestreo debe ser realizado en secuencia aleatoria para que se pueda registrar el mayor número de especies independientemente de sus periodos de actividad.

4 El tiempo de monitoreo por parcela será de 30 minutos por la mañana y por la noche.

5 Registre datos **(página 118).**



Transectos de banda fija

1 Establezca de manera aleatoria 10 transectos rectos de 100 m de longitud y 2 m de ancho en zonas de fácil acceso y abiertas, de 50 m y 2 m de ancho para zonas de difícil acceso y agrestes, separados por lo menos por 50 m de distancia uno del otro.

2 Recorra los transectos a una velocidad constante e intente detectar la presencia de individuos o grupos de anfibios y reptiles. Se contabilizarán todos los individuos escuchados y observados, y si es posible realice registros fotográficos para facilitar la determinación taxonómica.

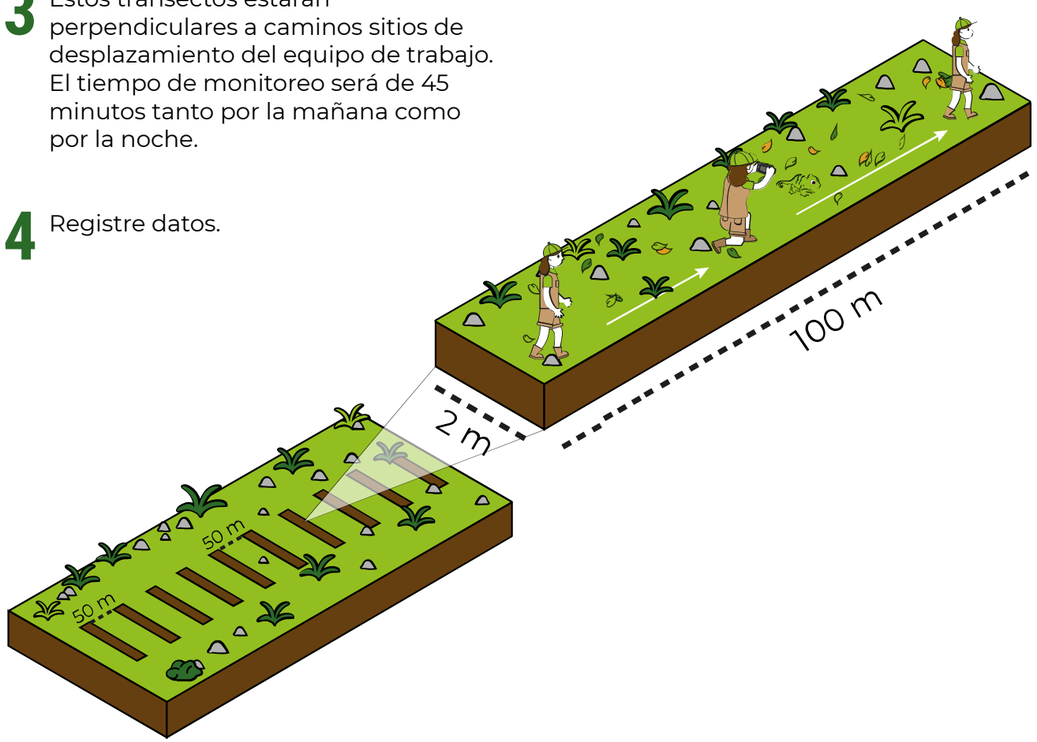
3 Estos transectos estarán perpendiculares a caminos sitios de desplazamiento del equipo de trabajo. El tiempo de monitoreo será de 45 minutos tanto por la mañana como por la noche.

4 Registre datos.

El resultado se expresará como el número de individuos observados por kilómetro recorrido.

Datos a registrar:

- Sitio
- Coordenadas
- Género o especie (en caso de conocerla)
- Número de individuos
- Fotografías asociadas a los individuos
- Observaciones



Basado en:

- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.). (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9281/monitoreo_restauracion_baja_1.pdf
- Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds). (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional.* Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S. A.
- Becker, C. G.; Fonseca, C. R.; Baptista-Haddad, C. F.; Fernándes-Batista, R.; Prado, P.I. (2007). Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Nature*, 318, 1775–1777.
- Beebee, T. J. C.; Griffiths, R. A. (2005). The Amphibian Decline Crisis: A Watershed for Conservation Biology? *Biological Conservation*. 125, 271–285.
- Flórez Jaramillo, Luz Ángela, y Barona Cortés, Eliana. (2016). Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas). *Revista de Ciencias, 20*, 109-123. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-19352016000300006&script=sci_abstract&tlng=es
- Foster, M. S. (2012). Standard techniques for inventory and monitoring. En *Reptile biodiversity: standard methods for inventory and monitoring* (205–272). University of California Press.
- Gardner, T. A.; Barlow, J.; Peres, C. A. (2007). Paradox, Presumption and Pitfalls in Conservation Biology: The Importance of Habitat Change for Amphibians and Reptiles. *Biological Conservation,* 138, 166–179.
- Gibbons, J. W.; Scott, D. E.; Ryan, T. J.; Buhlmann, K. A.; Tuberville, T. D.; Metts, B. S.; Greene, J. L.; Mills, T.; Leiden, Y.; Poppy, S.; et al. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile Species are Declining on a Global Scale. Six Significant Threats to Reptile Populations are Habitat Loss and Degradation, Introduced Invasive Species, Environmental Pollution, Disease, Unsustainable Use, and Global Climate Change. *Bioscience*, 50, 653–667.
- Heyer, R.; Maureen, D.; Mc.Diarmid, R.; Lee-Ann, H. y Foster, M. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians.* Smithsonian Institution Press.

- Medina, G., León, O., y Jímenez, D., Sarmiento, M., Díaz, J. y Paiba, E. (2016). *Protocolos metodológicos para la caracterización de las comunidades bióticas a lo largo del gradiente altitudinal bosque-páramos.* En *Transición bosque–páramo. Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos.* (64-101). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbold. https://www.researchgate.net/publication/298217180_Protocolos_metodologicos_para_la_caracterizacion_de_las_comunidades_bioticas_a_lo_largo_del_gradiente_altitudinal_bosque-paramo

- Ministerio del Ambiente (MINAM) (editor). 2015. *Guía de inventario de la fauna silvestre.* Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%-C3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf

- Parra-Olea, G. P., Flores-Villela, O., Almeralla, C. M. (2014). Biodiversidad de Anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85, 460-466. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532014000200054&script=sci_abstract

- Rueda, J.; Castro, F. y Cortez, C. (2006). *T*écnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. En *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina.* Conservation Internacional.

- Santos-Barrera, G.; Pacheco, C.; Ceballos, G. (2004). La Conservación de los Anfibios y Reptiles de México. *Biodiversitas*. 57, 1–6.

Indicador 13

*Diversidad de aves

Indicador 14

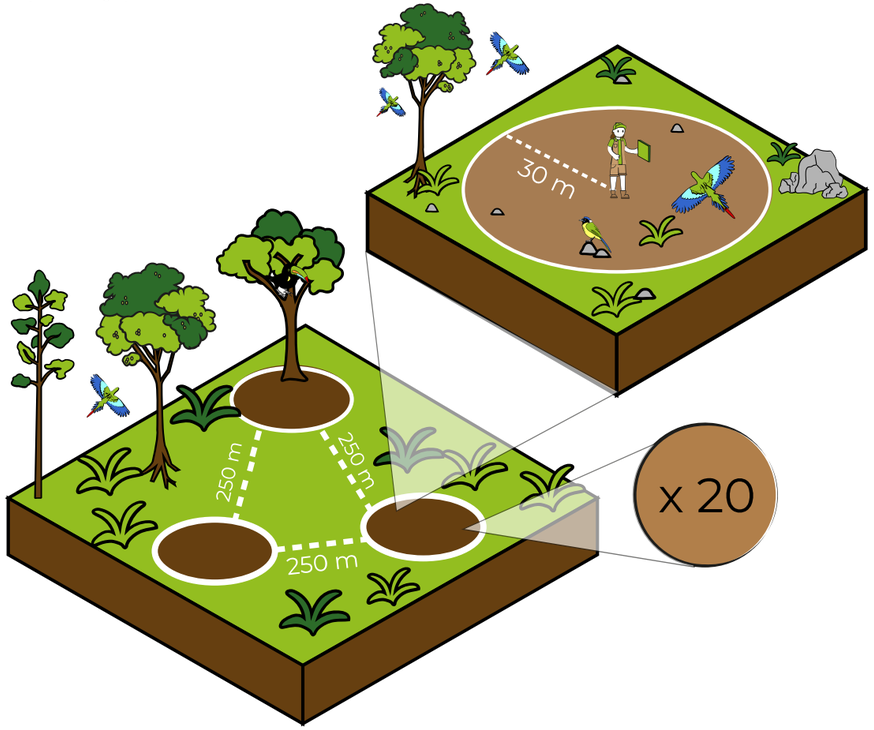
Grupos funcionales de aves

El método más utilizado para el monitoreo de las aves es el de puntos de conteo, del cual existen variantes como los puntos de conteo de dos y tres bandas, que tiene como finalidad incrementar el área de muestreo y caracterizar de manera más efectiva la comunidad. De manera complementaria a este método se utilizan los transectos para el registro de aves observadas.

Ambos métodos tienen la capacidad de realizarse simultáneamente en un mismo transecto de monitoreo. La elección va a depender de las condiciones del ecosistema. El método de transectos se recomienda en selvas y bosques densos con alta diversidad y baja densidad de aves.

Punto de conteo de dos bandas

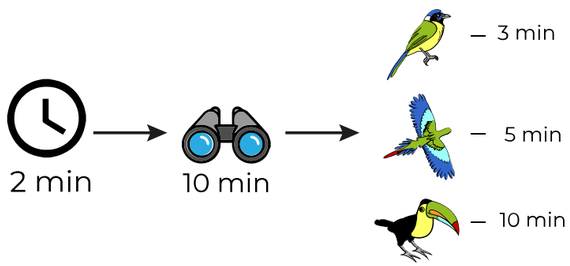
1 Establezca 20 puntos de conteo por sitio separados entre sí por 200 m. Se pueden posicionar los puntos de conteo sobre un transecto en línea o se puede hacer la selección al azar, pero cuidando que se respeten los 250 m entre punto y punto.

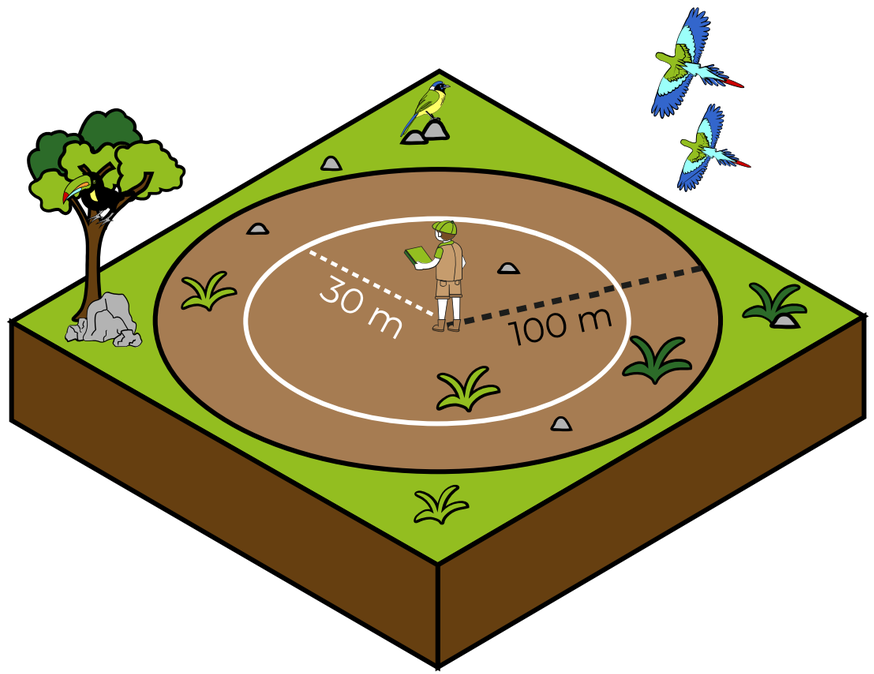


2 Al llegar a cada punto de conteo, espere 2 minutos antes de empezar a registrar a las aves observadas, ya que la presencia humana puede perturbar a las aves y se debe esperar a que se adapten a su presencia. Pasados los 2 minutos, con ayuda de binoculares y guías de identificación, registre a los individuos que observe en un radio de muestreo de 30 m durante 10 minutos, registrando los individuos a los 3 min, 5 min y al terminar los 10 min. Indique si corresponde a una especie migratoria o residente, así como el número de individuos por especie. Especifique si fue un registro de identificación visual o acústica.

3 Posteriormente, salga del radio de muestreo y repita la observación y registro de aves. La primera banda corresponde al área dentro de los 30 m y la segunda, al área fuera de los 30 m.

4 Registre datos **(página 127)**.





Transectos

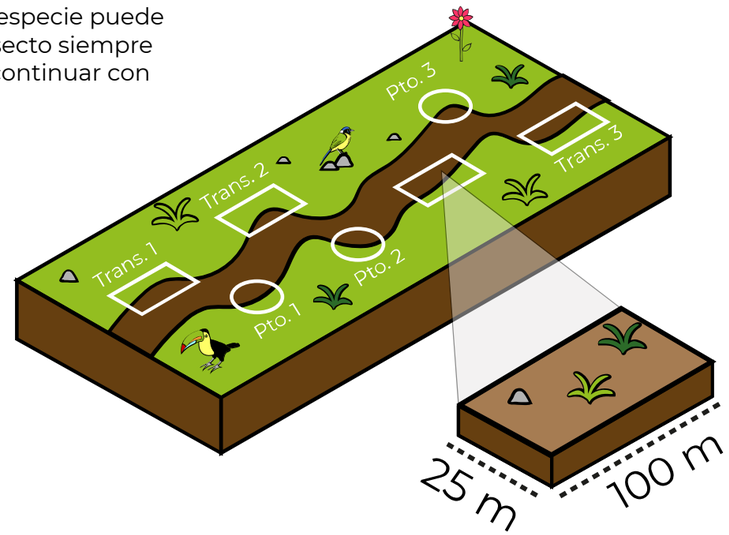
1 Establezca al menos 20 transectos de 100 m de largo y 25 m de ancho.

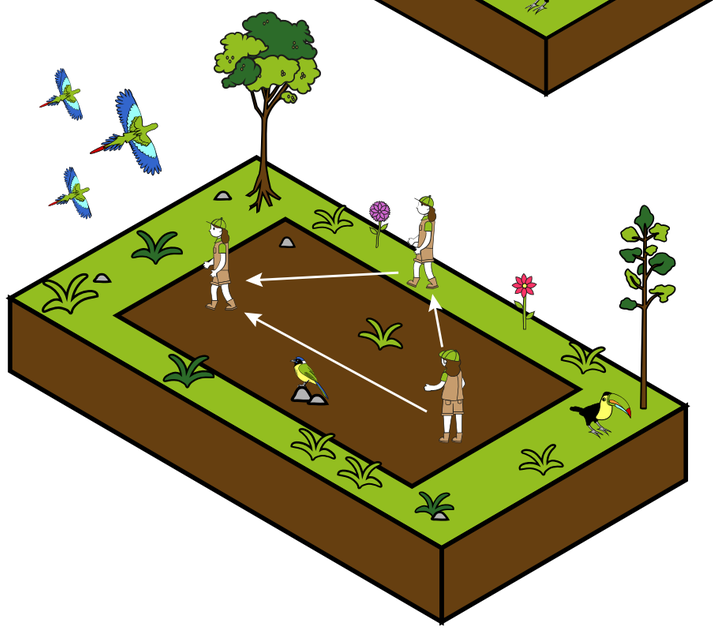
2 Posteriormente, camine a velocidad media y constante a lo largo del transecto y registre todas las aves vistas o escuchadas.

3 Para identificar alguna especie puede salir de la línea del transecto siempre y cuando regrese para continuar con el monitoreo.

4 Registre datos **(página 127)**.

Es importante que registre las aves que se observan conforme avanza y no anotar más de una vez los individuos observados atrás.

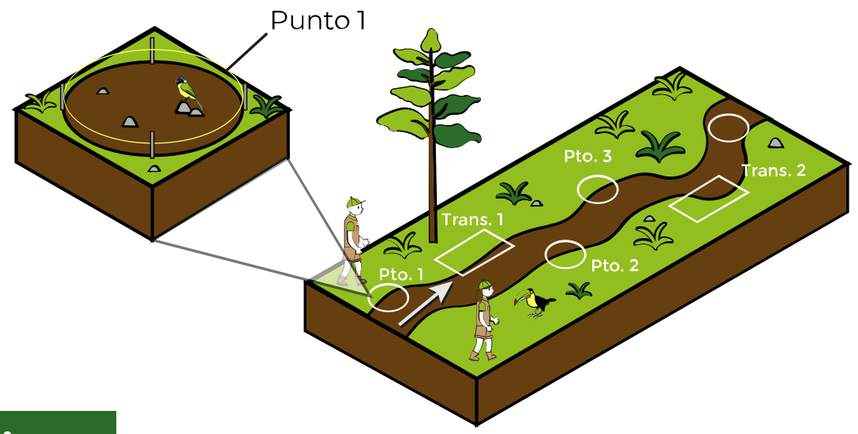




Réplicas simultáneas

Se recomienda realizar el proceso de réplicas por medio de dos monitores que hagan los recorridos de forma independiente uno del otro, con diferencia de 20 min entre cada uno, llevando a cabo dos réplicas para cada punto de ida y dos réplicas de regreso; sumando cuatro réplicas por día de monitoreo.

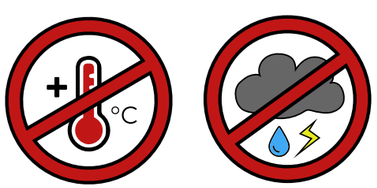
Es importante marcar con cinta de plástico o un listón en el cual se pueda escribir el nombre del punto, tanto los puntos de conteo como los transectos utilizados. Este marcaje tiene como finalidad que los muestreos posteriores se tomen en los mismos sitios establecidos.



Réplicas

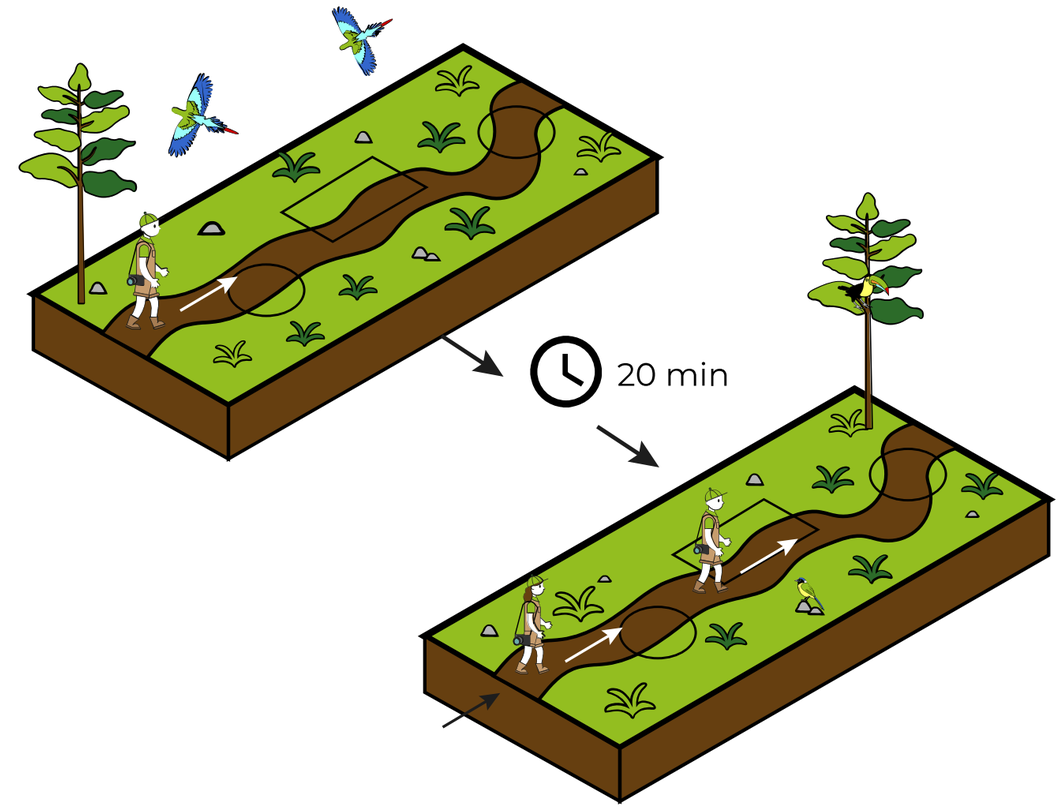
1 Realizar el proceso de réplicas por medio de dos monitores que lleven a cabo los recorridos de manera, independientemente, con diferencia de 20 min cada uno.

2 Registre datos.



Es importante no realizar el monitoreo en condiciones adversas, como lluvia, neblina o temperaturas extremas. Si se decide implementar bajo estas condiciones deberá mencionarlo cuando haga el registro.

Para la evaluación de los grupos funcionales y la diversidad funcional, es importante que cada especie registrada se encuentre relacionada con el grupo que pertenece, tomando como referencia a los 22 grupos funcionales reconocidos para México. Así, al registrar la especie, se podrá relacionar con su grupo funcional y se podrá analizar la redundancia y diversidad funcional existente en el área protegida.

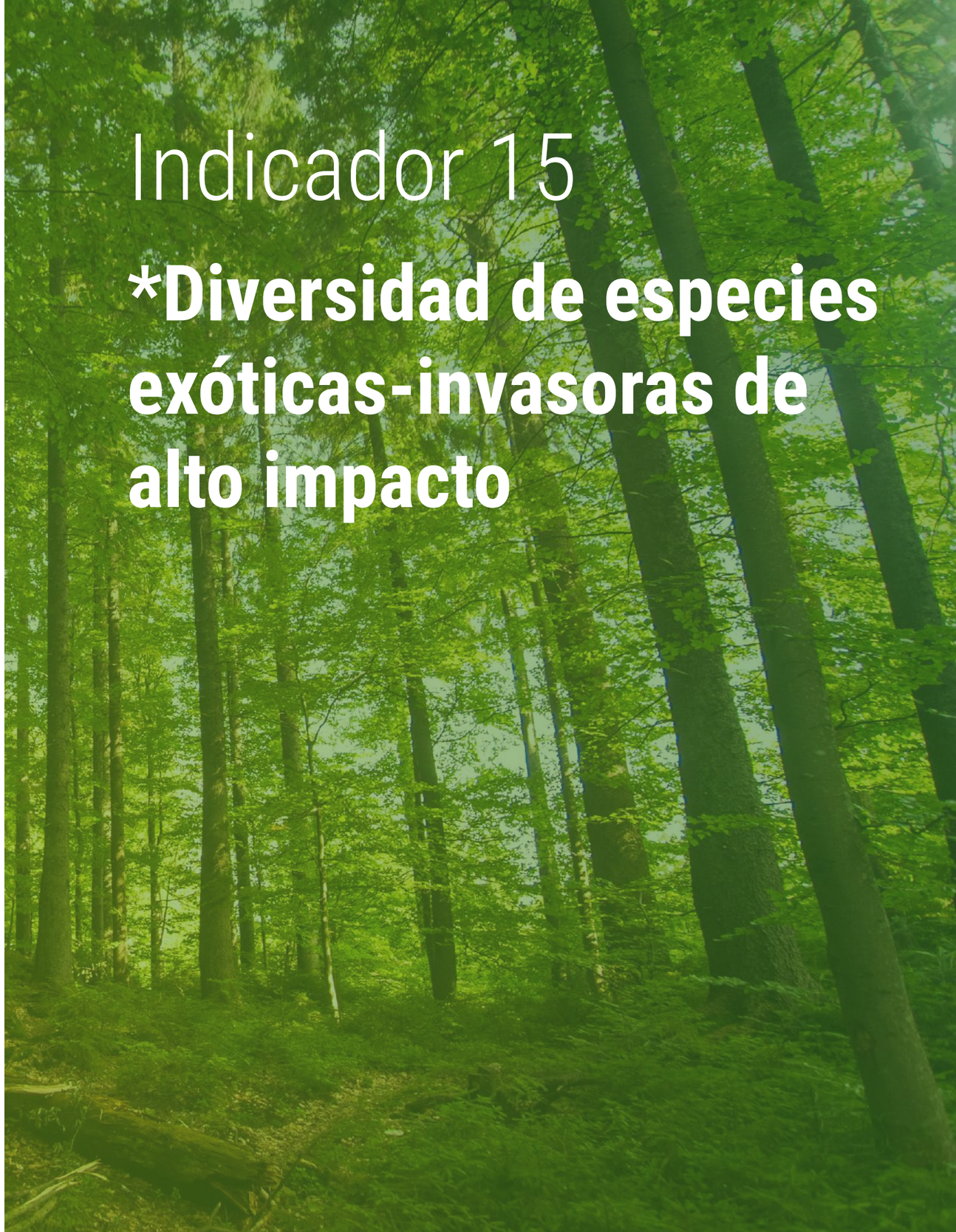


Datos a registrar:

- **Coordenadas de los puntos de conteo/transecto:** tome las coordenadas del centro del punto de conteo. En el caso de los transectos, registre las coordenadas al principio y al final del mismo
- **Nombre:** asigne a cada punto un nombre corto que refleje la localidad y el número de punto
- Hora de inicio y final
- Número de individuos por especie (nombre científico) observados por punto/transecto
- Indique si corresponde a una especie migratoria o residente
- Grupo funcional al cual pertenece
- Para cada individuo observado, indique qué actividad se encuentra realizando (alimentándose, descansando, vuelos de cortejo, anidando o reproduciéndose)
- Si el individuo se encuentra alimentándose, registre el tipo de alimento: insectos, peces, frutas, néctar, carroña, cangrejos, entre otros
- Observaciones relacionadas con el monitoreo (presencia de especies exóticas-invasoras, algún tipo de perturbación del hábitat, estado del tiempo, comportamientos no identificados en las aves, entre otros)
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Observaciones

Basado en:

- American Ornithologists' Union (AOU) (1998). *Check-list of North American birds.* 7th ed. American Ornithologists' Union.
- Arizmendi, M. C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology,* 79, 997-1006.
- Gill, F. y Donsker, D. (eds.). (2013). *IOC World Bird Names* (version 12.2). https://www.worldbirdnames.org/new/
- Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. (2020). *Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves.* PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca.



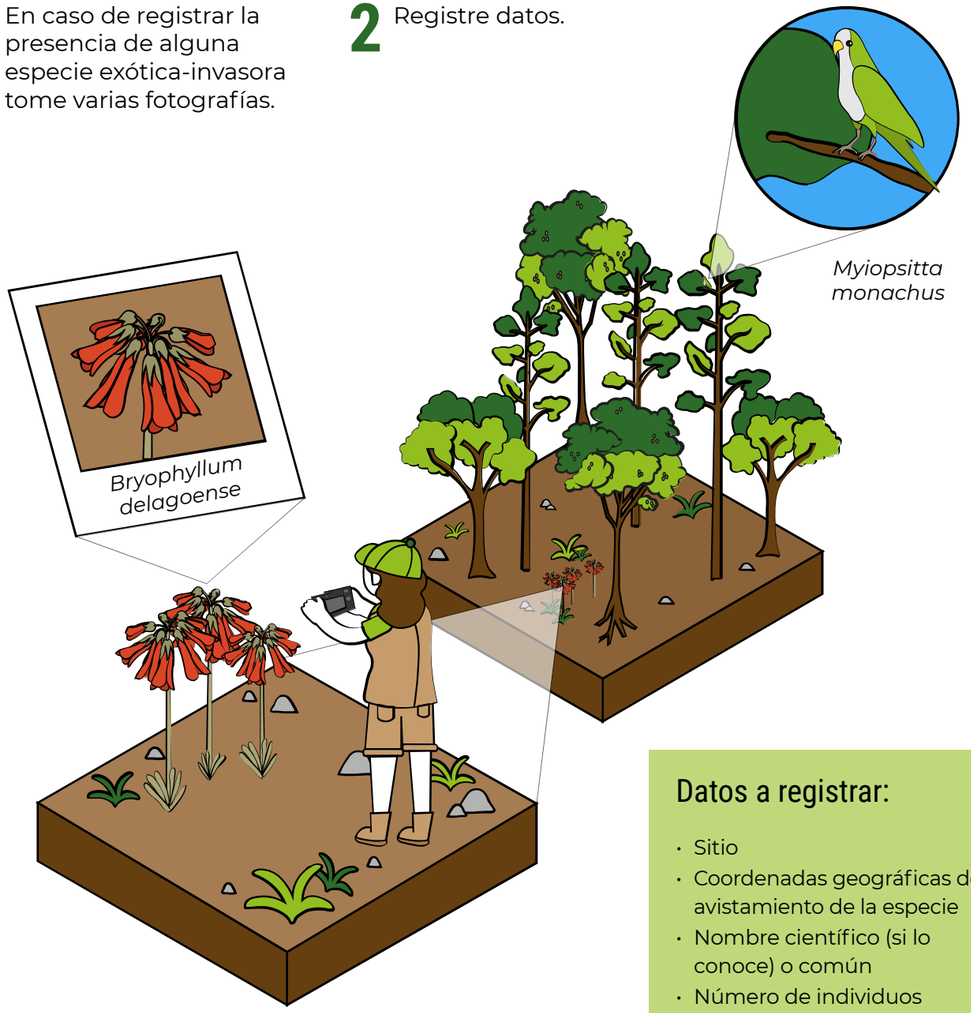
Indicador 15

*Diversidad de especies exóticas-invasoras de alto impacto

La medición de este indicador se llevará a cabo durante el monitoreo de los distintos componentes de vegetación y fauna.

1 En caso de registrar la presencia de alguna especie exótica-invasora tome varias fotografías.

2 Registre datos.



Datos a registrar:

- Sitio
- Coordenadas geográficas del avistamiento de la especie
- Nombre científico (si lo conoce) o común
- Número de individuos observados
- Fotografías del individuo
- **Observaciones generales del avistamiento:** alimentación, forrajeo, reproducción, descanso, tipo de vegetación, entre otras

Basado en:

- Medellín, C., y Corrales, L. (2019). *Sistemas de monitoreo forestal en México*. Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Sistemas_de_monitoreo_forestal_en_M%C3%A9xico_es.pdf

- Carvalho, L. M., Antunes, P. M., Martins-Loução, M. A. and Klironomos, J. N. (2010). Disturbance influences the outcome of plant–soil biota interactions in the invasive Acacia longifolia and in native species. *Oikos*, 119, 1172-1180. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0706.2009.18148.x

- Doherty, T. S., Chris R. Dickman, Alistair S. Glen, Thomas M. Newsome, Dale G. Nimmo, Euan G. Ritchie, Abi T. Vanak, Aaron J. Wirsing. (2017). The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation*, 210, 56-59.

- Galetti, M. y Sazima, I. 2006. Impact of feral dogs in an urban Atlantic forest fragment in southeastern Brazil. *Natureza y Conservação*, 4, 146-151.

- Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. 2014. *Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras.* ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque.

- Young, H. S., Dirzo, R., Helgen, K. M., McCauley, D. J., Billeter, S. A., Kosoy, M. Y., ... y Dittmar, K. (2014). Declines in large wildlife increase landscape-level prevalence of rodent-borne disease in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(19), 7036-7041. https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1404958111

- Woodley, S. (2010). Integridad ecológica y parques nacionales de Canadá.*The George Wright Forum* 27(2), 151-160. http://www.georgewright.org/272.pdf

Muestreo de rastros

Nombre de monitor																								
Localidad																								
Nombre del acuífero/ cenote																								
Hora de inicio (0-24 horas)																								
Coordenadas del rastro																								
Especie	Nombre común																							
	Nombre científico																							
Excreta	Largo (cm)																							
	Ancho (cm)																							
Huella	Largo (cm)	Total																						
		Cojinete																						
	Ancho (cm)	Total																						
		Cojinete																						
Huellas	Delantera o trasera																							
Número de fotografía																								
Hora final (0-24 horas)																								
Estado del tiempo																								
ANP																								
Fecha (día/mes/año)	/	/																						
Coordenadas																								
Observaciones																								

Fototrampeo

Nombre de monitor																								
ID Cámara																								
Fecha colocación (día/mes/año)																								
Ubicación de la cámara	Localidad																							
	Hora de activación (0-24 horas)	/	/																					
Latitud (N)																								
Longitud (W)																								
Error de precisión (m)																								
Altitud (msnm)																								
Tipo de vegetación																								
Temporada (lluvias/secas)																								
Estado del tiempo																								
Observaciones																								
Revisión	Temporada (lluvias/secas)																							
	Estado del tiempo																							
Fecha de revisión (día/mes/año)																								
Hora de reactivación (0-24 horas)	/	/																						
Fecha de revisión (día/mes/año)																								
Hora de reactivación (0-24 horas)	/	/																						
Fecha de revisión (día/mes/año)																								
Hora de reactivación (0-24 horas)	/	/																						
Fecha de revisión (día/mes/año)																								
Hora de reactivación (0-24 horas)	/	/																						
Observaciones																								
Retiro	Temporada (lluvias/secas)																							
	Estado del tiempo																							
Fecha de retiro (día/mes/año)																								
Hora de retiro (0-24 horas)	/	/																						
Observaciones																								
ANP																								

Indicador 3. *Composición de la vegetación

Hoja de registro

Nombre de monitor																							
Localidad																							
Fecha (día/mes/año)	/ /																						
Cuadrante	**Género/ Especie**	**Tipo de planta**	**Número de individuos por categoría de altura** (m)			**Hora** (0-24 horas)																	
			0.25-1-50	**1.51-2.75**	**>2.75**	**Porcentaje de cobertura**	**Vigor** (B)Bueno (R)Regular (M)Malo	**Epífitas** (%)	**Incendios** (%)	**Plagas** (%)													
Observaciones (especies exóticas, estado del tiempo, entre otros)																							

indicador 4. *Estructura de la vegetación

Hoja de registro

ANP																							
Coordenadas																							
		Hora de inicio (0-24 horas)																					
			Epífitas (%)	**Incendios** (%)	**Plagas** (%)																		
			Presencia de líquen																				
			Diámetro de copa (m)																				
		Hora (0-24 horas)	**Altura** (m)																				
	Unidad de muestreo		**Diámetro normal de cada rama** (cm)																				
			Número de rama o tallo																				
		Estado del tiempo	**Vivo** (V) **Muerto** (M) **Tocón** (T)																				
		Forma de vida																					
		/ /	**Género/ Especie**																				
Nombre de monitor																							
Localidad																							
Fecha (día/mes/año)																							
Cuadrante	**Número**																						
Observaciones (especies exóticas, estado del tiempo, entre otros)																							

Indicador 5. *Número de impactos generados por el humano

Hoja de registro

Nombre de monitor					
Localidad		**Estado del tiempo**		**ANP**	
Fecha (día/mes/año)	/ /	**Hora de inicio** (0-24 horas)		**Unidad de muestreo**	
				Hora final (0-24 horas)	
Cuadrante	**Coordenadas del impacto**	**Tipo de impacto** (apertura de caminos, aprovechamiento forestal, incendios, basura, líneas eléctricas, minería, asentamientos humanos, daño a vegetación, cacería, entre otros)	**Daño en** (V) Vegetación (S) Suelo	**Grado de afectación**	**Observaciones**

***Grado de afectación:**

No perceptible: cuando aun estando presente, el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos forestales.

Menor: cuando los efectos negativos causados a los recursos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre.

Mediana: cuando los daños a los recursos no son permanentes, pero sí se requiere de la intervención del hombre para controlar el proceso de degradación.

Mayor: impactos mayores que han afectado los recursos de tal manera que, para su recuperación, son necesarias medidas de restauración durante un tiempo considerable.

Indicador 6. Diversidad de hongos y porcentaje de líquenes

Hongos

Nombre de monitor				**ANP**	
Localidad		**Estado del tiempo**		**Coordenadas de cuadrante**	
Fecha (día/mes/año)	/ /	**Temporada** (lluvias/secas)		**Hora de inicio** (0-24 horas)	**Hora final** (0-24 horas)
Familia/ Género/ Especie	**Coordenadas**		**Número de individuos**	**Observación relacionada con la comunidad fúngica** (contaminantes, presencia de fauna, evento meteorológico, entre otros)	**N° de fotografía asociada**

Indicador 6. Diversidad de hongos y porcentaje de líquenes

Líquenes

Nombre de monitor																				
Localidad																				
Fecha (día/mes/año)	/ /																			
Estado del tiempo	Temporada (lluvias/secas)																			
ANP	Coordenadas de la unidad de muestreo																			
Coordenadas de los individuos (árboles)	Características de los árboles																			
	Cercanía con vías de comunicación, asentamientos humanos, parcelas agrícolas, entre otros	Hora de inicio (0-24 horas)	Porcentaje de cobertura por árbol	Observaciones	Hora final (0-24 horas)	N° de fotografía asociada														

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Cubierta del suelo

Nombre de monitor								
Localidad/ Transecto								
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM	Uso de suelo (agrícola de riego, agrícola de temporal, pecuario, forestal)	Porcentaje cubierto por vegetación (hojarasca, ramas, pasto, hierba, arbustos, árboles)					
			Fecha (día/mes/año)	/ /				
		ANP	Estado del tiempo					
								Observaciones

Nombre de monitor								
Localidad/ Transecto								
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM	Uso de suelo (agrícola de riego, agrícola de temporal, pecuario, forestal)	Porcentaje cubierto por vegetación (hojarasca, ramas, pasto, hierba, arbustos, árboles)					
			Fecha (día/mes/año)	/ /				
		ANP	Estado del tiempo					
								Observaciones

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Espesor de mantillo

Nombre de monitor											
Localidad											
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM										
		Espesor de mantillo por cuadrante (cm)									
		C1	C2	C3	C4	Observaciones					

Nombre de monitor											
Localidad											
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM										
		Espesor de mantillo por cuadrante (cm)									
		C1	C2	C3	C4	Observaciones					

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Estacas de erosión

Nombre de monitor											
Localidad											
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM										
		Altura (cm)									
		Estaca 1	Estaca 2	Estaca 3	Observaciones						

Nombre de monitor											
Localidad											
Unidad de muestreo	Coordenadas de UM										
		Altura (cm)									
		Estaca 1	Estaca 2	Estaca 3	Observaciones						

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Pedestales

Nombre de monitor		ANP	
Localidad/ Transecto		Fecha (día/mes/año)	/ /
Número de pedestal	Coordenadas	Altura de pedestal (medida de suelo a base)	Estado del tiempo
		Observaciones	

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Terracetas

Nombre de monitor		ANP	
Localidad/ Transecto		Fecha (día/mes/año)	/ /
Número de terraceta	Coordenadas	Altura de terraceta (medida de suelo a base)	Estado del tiempo
		Observaciones	

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Surcos

Nombre de monitor		ANP				
Localidad/ Transecto		Fecha (día/mes/año)		/ /		
Número de surco	Coordenadas	Profundidad (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Tipo de surco	Observaciones

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Cárcavas

Nombre de monitor		ANP			Estado del tiempo	
Localidad/ Transecto		Fecha (día/mes/año)		/ /		
Número de cárcava	Coordenadas	Profundidad (m)	Ancho borde superior (m)	Ancho borde inferior (m)	Largo (m)	Observaciones

Indicador 7. *Estado de salud del suelo

Edafofauna

Nombre de monitor			**ANP**		
Localidad		**Fecha** (día/mes/año)	/ /	**Hora** (0-24 h)	
Tipo de monitoreo	**Coordenadas de trampa/ captura/ cuadrante de hojarasca**	**Familia/ Género/ Especie**		**Número de individuos**	**Número de fotografía asociada**
Observaciones (especies exóticas, perturbaciones, coordenadas, estado del tiempo, entre otros)					

Indicador 8. Diversidad de artrópodos

Hoja de registro

Nombre de monitor		**ANP**	**Estado del tiempo**		
Localidad		**ID transecto**	**Tipo de monitoreo** (trampas de caída, observación directa, red entomológica, etc)		
Fecha (día/mes/año)	/ /	**Temporada** (lluvias/secas)		**Hora de inicio** (0-24 horas)	**Hora final** (0-24 horas)
Coordenadas de los puntos	**Familia/ Género/ Especie**	**Número de individuos**	**Observación relacionada con la captura de individuos** (presencia de polen, flor asociada, nativa/exótica/melífera)		**N° de fotografía asociada**

Roedores

Nombre de monitor			
Localidad			
Temporada (lluvias/secas)			
Fecha (día/mes/año)	/ /		
ANP			
Coordenadas			
Estado del tiempo			
Hora de inicio (0-24 horas)			
Hora final (0-24 horas)			

Número de trampa	**Coordenadas de trampa**	**Género/ Especie**	**Medidas morfométricas** (cm)				**Sexo y condición reproductiva**	**Peso** (g)	**Recaptura**	**Número de fotografía asociada**
			Longitud total	**Longitud cola**	**Longitud oreja**	**Longitud pata**				

Observaciones (especies exóticas, perturbaciones, coordenadas, estado del tiempo, entre otros)

Murciélagos

Nombre de monitor			
Localidad			
Unidad de muestreo			
Hora (inicio 0-24 h)			
ANP			
Fecha (día/mes/año)	/ /		
Coordenadas			
Estado del tiempo			
Hora (fin 0-24 h)			

N° de red	**Coordenadas de red**	**Género/Especie**	**Medidas del antebrazo** (cm)	**Sexo y condición reproductiva**	**Peso** (g)	**Recaptura**	**N. de fotografía asociada**	**Observaciones**

Indicador 10. Presencia de plagas y enfermedades

Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP				Observaciones
Localidad		Fecha (día/mes/año)	/ /	Hora (0-24 h)		
Cuadrante	Coordenadas	Tipo de plaga	Unidad de muestreo	Especie afectada	Número de individuos afectados	Porcentaje de individuos afectados	Grado de afectación	Fotografía asociada

Indicador 11. Diversidad de polinizadores

Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP						
Localidad		ID transecto						
Fecha (día/mes/año)		Temporada (lluvias/secas)	/ /	Hora de inicio (0-24 horas)	Tipo de monitoreo	Hora final (0-24 horas)	Estado del tiempo	
Coordenadas de los puntos	Familia/ Género/ Especie	Número de individuos	Observación relacionada con la captura de individuos (presencia de polen, flor asociada, nativa/exótica)					N° de fotografía asociada

Indicador 12. Diversidad de anfibios y reptiles

Hoja de registro

Nombre de monitor																
Localidad																
Hora (inicio 0-24 h)																
Coordenadas																
Tipo de muestreo																
Número de trampa/ parcela/ transecto																
Hora (fin 0-24 h)																
Género / nombre científico (en caso de conocerlo) o nombre común																
Tipo de ecosistema																
Tipo de vegetación aledaña																
Sexo Macho (M), Hembra (H)																
N° de fotografía																
Nativa (N), Endémica (E), Exótica-invasora (E-I)																
Número de horas invertido en el muestreo por uno o todos los observadores																
Kilómetros recorridos																
Observaciones																

ANP																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Estado del tiempo																

Indicador 13. *Diversidad de aves

Indicador 14. Grupos funcionales de aves

Hoja de registro

ANP																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Estado del tiempo																
Nombre de monitor																
Localidad																
Hora (inicio 0-24 h)																
Coordenadas																
Tipo de muestreo																
Nombre del punto (ID)																
Hora (fin 0-24 h)																
Número de individuos por especie (nombre científico)																
Especie migratoria o residente																
Tipo de observación																
Actividad que realizan																
Tipo de alimento																
N° de fotografía																
Observaciones																

Indicador 15. *Diversidad de especies exótica-invasoras de alto impacto

Hoja de registro

Nombre de monitor																			
Localidad																			
Fecha (día/mes/año)																			
Cuadrante/ transecto																			
ANP																			
Unidad de muestreo																			
Hora de inicio (0-24 horas)																			
Hora de fin (0-24 horas)																			
Coordenadas del registro																			
Especie																			
Número de individuos/ Porcentaje de cobertura																			
Número de fotografía asociada																			
Observaciones																			

Recomendaciones

Para el uso de este protocolo se extienden las siguientes recomendaciones:

1 No colectar a menos que sea extremadamente necesario.

2 **Para realizar las colectas/capturas se requiere de permisos de colecta expedidos por SEMARNAT a través de tramite SEMARNAT-08-049-A Licencia de colecta científica o con propósitos de enseñanza en materia de vida silvestre. Modalidad A: por línea de investigación** http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGVS/FF-SEMARNAT-104%20%20SEMARNAT-08-049-A-B%20y%20C%20editable.pdf

3 Es importante mantener el esfuerzo de muestreo en los sitios, para ello se deben identificar y localizar de forma precisa, para continuar con su monitoreo entre uno y otro año para observar tendencias.

4 Se debe realizar una planeación previa para la selección de los sitios de muestreo.

5 Adquirir guías de identificación existentes para el área o la región, o la elaborar guías a partir de los listados de especies e imágenes que puedan obtenerse en campo, internet, entre otras fuentes.

6 En caso de no poder identificar a los organismos, tomar la mayor cantidad de fotos para una identificación posterior.

7 Por seguridad, es importante que durante el trabajo en campo, el personal técnico porte sus credenciales de identificación como colaboradores del ANP, así como también los vehículos en los cuales son transportados porten los logos del ANP y de la CONANP.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de las personas que contribuyeron al enriquecimiento y elaboración del protocolo de bosques y selvas:

- Adolfo Vital Rumebe
- Aglaen Lucero Carbajal Navarro
- Alejandro Durán Fernández
- Alejandro Gómez Nísino
- Alexser Vázquez Vázquez
- Amantina Lavalle
- Berenice Díaz Rodríguez
- Carlos Domínguez Rodríguez
- Coral Mascote Maldonado
- Dulce María Ramírez Escobedo
- Eduardo Chaires Montecinos
- Elva Ivonne Bustamante Moreno
- Everardo Gustavo Robredo E.
- Fco. Walfre Gaytan Romero
- Francisco Vargas Santamaría
- Gabriela Delgadillo Quezada
- Genaro Mondragón Contreras
- Ignacio J. March Mifsut
- Jorge Alexis Cruz Torres
- Jorge Brambila Navarrete
- Juan Carlos Romero Gil
- Julián Equihua Benítez
- Karla Leal Aguilar
- Luis enrique Escobar Cruz
- Maira Abigail Ortíz Cordero
- María Cristina Pérez Amezola
- Mariana Munguía Carrara
- Marisol Amador Medina
- Miguel Angel Cuellar Colin
- Miguel Angel Leal Jiménez
- Pablo Domínguez González
- Pedro Gabriel Díaz Maeda
- Roberto Luna Reyes
- Rodrigo Nuñez perez
- Sandra Alejandra Montoya G.
- Sandra Denice Lugo Olguín
- Santiago Martínez
- Ulises Torres García
- Víctor Hugo Vázquez Morán

Se agradece el apoyo de la Colección de Fotocolectas Biológicas, del Instituto de Biología de la UNAM, por la revisión del contenido y el desarrollo de las ilustraciones y diseño del material a través del apoyo del servicio social. Así como a las instituciones participantes: CONANP, CONABIO, UNAM-CMARL, UNAM-ICML, PNUD, FMCN Y GIZ.