

Protocolo para el  
monitoreo ecosistémico de  
**pastizales, matorrales  
y zonas áridas**  
en Áreas Naturales Protegidas

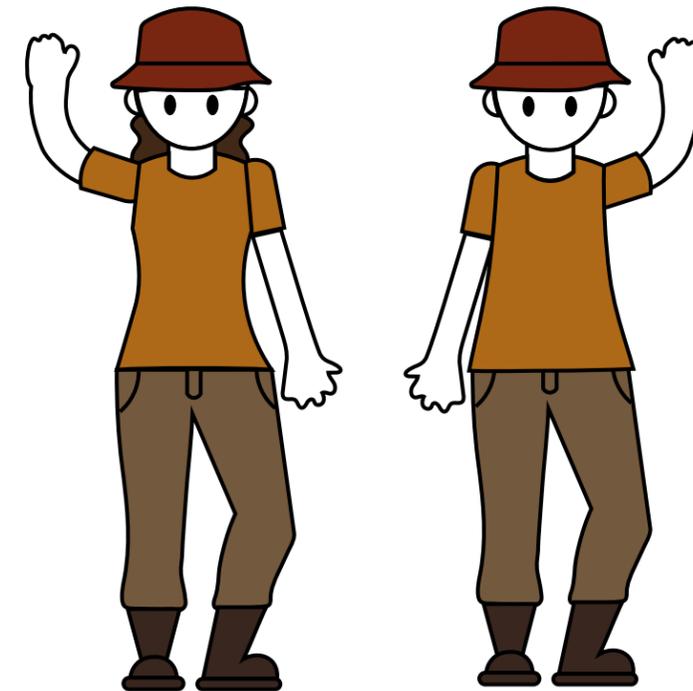


México, 2022

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



Protocolo para el  
monitoreo ecosistémico de  
**pastizales, matorrales  
y zonas áridas**  
en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022



**Primera edición digital:** 17 de octubre del 2022

**Fotografías:** "Caminata en la Reserva de la Biosfera Cuicatlán de Tehuacán con cactus columnar (*Cactus ceroides*), Oaxaca, México." [fotografía], por Shutterstock, (<https://www.shutterstock.com/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 pastizales, matorrales y zonas áridas en Áreas Naturales Protegidas*. 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](mailto: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  
**pastizales, matorrales  
y zonas áridas**  
en Áreas Naturales Protegidas

México, 2022

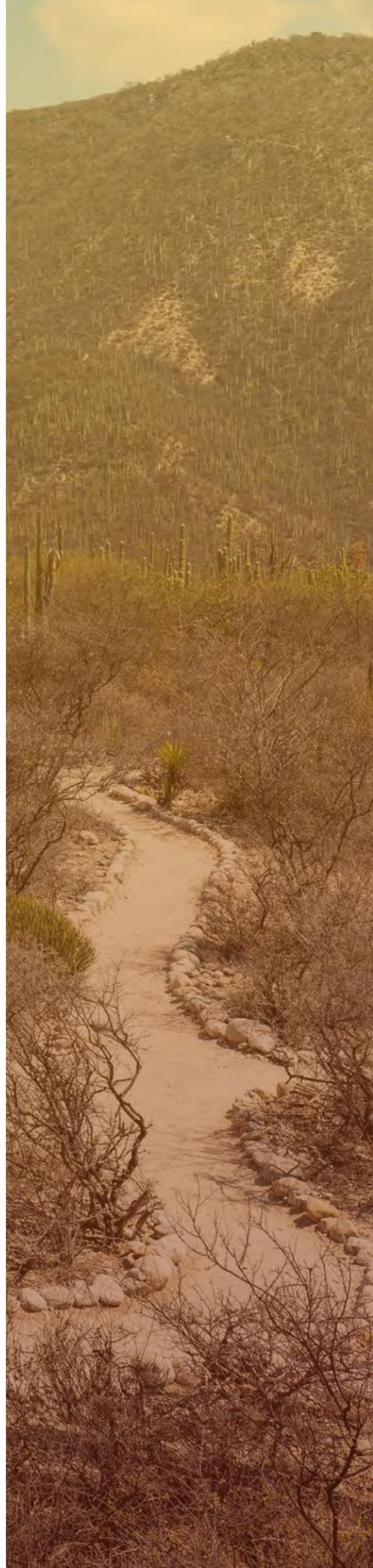
# Contenido

Introducción	9		
Indicadores que requieren trabajo de campo	13		
Modelo metodológico de pastizales, matorrales y zonas áridas	17		
<b>Indicador 1</b> 🐾			
*Diversidad de mamíferos medianos y grandes			
<b>Indicador 2</b>			
*Diversidad de carnívoros	<b>19</b>		
Muestreo de rastros	19		
Fototrampeo	21		
Hojas de registro	23		
Muestreo de rastros	132		
Fototrampa	133		
<b>¿Cómo establecer la Unidad de Muestreo?</b> 📍	<b>27</b>		
Unidad de Muestreo	29		
Subunidad de Muestreo	31		
<b>Indicador 3</b> 🌵			
*Diversidad de la vegetación			
<b>Indicador 4</b>			
*Estructura de la vegetación	<b>35</b>		
Vegetación mayor	37		
Vegetación menor	39		
Hojas de registro			
Vegetación menor	134		
Vegetación mayor	135		
<b>Indicador 5</b> 🖐️			
*Número de impactos generados por el humano	<b>41</b>		
Hoja de registro	136		
<b>Indicador 6</b> 🧪			
Parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo	<b>47</b>		
Cubierta de suelo	50		
Estacas de erosión	52		
Textura	53		
Densidad aparente	55		
Densidad aparente en suelos gravillosos o rocosos	57		
Respiración del suelo	59		
Infiltración	61		
Conductividad eléctrica	63		
pH	64		
Nitratos del suelo	65		
Edafofauna	66		
I. Trampas de caída Pitfall	66		
II. Captura directa	67		
Hojas de registro			
Cubierta de suelo	137		
Respiración del suelo / Infiltración / Conductividad / pH / Nitratos	138		
Edafofauna	139		
<b>Indicador 7</b> 🦋			
Diversidad de artrópodos	<b>71</b>		
Escarabajos	73		
Hormigas	75		
Trampas de caída	76		
Trampas Winkler	77		



Métodos opcionales	78
I. Cebos	78
II. Búsqueda manual	79
Hoja de registro	140
<b>Indicador 8</b> 	
*Diversidad de insectos polinizadores	<b>81</b>
Mariposas diurnas	83
Mariposas nocturnas	84
Abejas	85
I. Ecosistemas amplios	86
II. Ecosistemas reducidos	87
Hoja de registro	140
<b>Indicador 9</b> 	
Presencia de plagas y enfermedades	<b>91</b>
Plagas y enfermedades	93
Hoja de registro	141
<b>Indicador 10</b> 	
Diversidad de reptiles	<b>97</b>
Parcelas	100
Transectos de Banda Fija (BTF)	101
Hoja de registro	142
<b>Indicador 11</b> 	
*Diversidad de aves con énfasis en aves de pastizal	
<b>Indicador 12</b>	
*Número de grupos funcionales de aves presentes	<b>103</b>
Punto de conteo de dos bandas	105
Puntos de conteo de tres bandas	106

Transectos	107
Réplicas simultáneas	108
Réplicas	108
Monitoreo de aves invernales de pastizales en zonas áridas de México	110
Hoja de registro	143
<b>Indicador 13</b> 	
Diversidad de mamíferos pequeños	<b>113</b>
Captura de roedores	115
I. Parcelas	115
II. Transecto	115
Registro de murciélagos	117
I. Detector Ultrasónico	119
Hojas de registro	
Roedores	144
Murciélagos	145
<b>Indicador 14</b> 	
*Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto	<b>121</b>
Hoja de registro	146
<b>Indicador 15</b> 	
*Superficie afectada por sobrepastoreo y tipos de impacto	<b>125</b>
Recorridos de búsqueda de evidencias de pastoreo	127
Recorridos de acompañamiento de rutas de pastoreo	128
Hoja de registro	147
Recomendaciones	149
Agradecimientos	151



# Introducción

---

El siguiente protocolo de pastizales, matorrales y zonas áridas 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<sup>1</sup>.

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<sup>2</sup>. Su evaluación se compone de tres elementos fundamentales de los ecosistemas: composición, estructura y función<sup>3</sup> 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<sup>4</sup>.

1 Herrera *et al.*, 2004

2 Komar *et al.*, 2014

3 Carrillo-García, 2018; Macías-Caballero *et al.*, 2014

4 Andrello *et al.*, 2021

5 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 guiar 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.

- Agradecimientos que listan a las personas participantes que colaboraron en la elaboración del protocolo para que puedan contactarlos o consultar sus investigaciones
- Un Anexo compuesto por los formatos sugeridos de hojas de registro de datos para el monitoreo de los indicadores en campo

Para realizar la evaluación de la integridad ecosistémica del ecosistema de **pastizales, matorrales y zonas áridas**, se presentan 15 indicadores a medir: ocho indicadores para composición, cinco indicadores para función y dos indicadores de perturbaciones y amenazas. De estos 15 indicadores, nueve se consideran prioritarios y se indican con un asterisco (\*) en el protocolo.

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 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 (Anexo 1) 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 (No. 32172 caja (436). PROARCA.
- 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. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.
- 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). ¿Estamos conservando lo que decimos ser? Medir la integridad ecológica dentro de las áreas protegidas. BioScience, 53 (9), 851-860.

Indicadores que requieren trabajo de campo				
Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de monitoreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Composición	<b>1. *Diversidad de mamíferos medianos y grandes</b>	Transectos y/o fototrampeo	GPS y formatos de registro impresos, cámara fotográfica, regla, escala, cantimplora con agua (para generar lodos para huellas), yeso de rápido fraguado (para obtener moldes de huellas poco reconocibles), guías para identificación en campo y cámaras trampa	Dos veces al año
Función	<b>2. *Diversidad de carnívoros</b>			
Estructura	<b>3. *Diversidad de la vegetación</b>	Cuadrantes	GPS, formatos de registro impresos, bitácora, cámara fotográfica, cuadrante de PVC de 1 m <sup>2</sup> , cinta diamétrica, flexómetro, clinómetro y longímetro	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa
	<b>4. *Estructura de la vegetación</b>			
Perturbaciones y amenazas	<b>5. *Número de impactos generados por el humano</b>	Recorridos	GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y rafia para delimitar los cuadrantes	Mensual
Función	<b>6. Parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo</b>	Registro de mediciones de parámetros	GPS, formatos de registro impresos y bitácora	Dos veces al año, una medición en época de secas y una medición acabando la época de lluvias
			<b>Cubierta del suelo:</b> cuadrante de PVC de un metro cuadrado y flexómetro	
			<b>Humedad del suelo:</b> pala de jardinería, bolsas de cierre (ziploc), balanza y horno secador	
			<b>Textura:</b> pala de jardinería y bolsas de plástico. En el laboratorio es necesario un tamiz de malla de 2 mm, vaso de precipitado de 1 L, agua destilada, agua oxigenada, parrilla de calentamiento, campana de extracción, balanza, estufa, agitador eléctrico y botellade aluminio	
			<b>Densidad aparente:</b> mazo, bloque de madera, anillo de 3 pulgadas (7.62 cm), regla, pala de jardinería, cuchillo, bolsas de cierre (ziploc), cucharón, balanza, vaso de cerámica o desechable y microondas	
			<b>Densidad aparente en suelos gravillosos o rocosos:</b> pala de jardinería, tamiz de malla de 2 mm, bolsas de cierre (ziploc), lámina de plástico, jeringa de 140 cm <sup>3</sup> , balanza, agua, vaso de cerámica o desechable y microondas	

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de monitoreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo			
Función	<b>6. Parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo</b>	Registro de mediciones de parámetros	<b>Respiración del suelo:</b> anillo de 6 pulgadas con el borde biselado, mazo, bloque de madera, tapones de goma, agujas, termómetro y tubos colorimétricos Dräger	Dos veces al año, una medición en época de secas y una medición acabando la época de lluvias			
			<b>Infiltración:</b> anillo de 6 pulgadas con el borde biselado, pala de jardinería, rollo de plástico para cocina, agua destilada y bolsas de cierre (ziploc)				
			<b>Conductividad eléctrica:</b> pala de jardinero, cucharón, recipiente de plástico, balanza, agua destilada y medidor de conductividad eléctrica o multiparámetro				
			<b>pH:</b> potenciómetro y soluciones buffer para calibración				
			<b>Nitratos del suelo:</b> vaso de precipitados, papel filtro, tiras reactivas de nitratos y gotero				
			<b>Capacidad de intercambio catiónico:</b> pala de jardinería, bolsas de cierre (ziploc), tamiz de malla de 2 mm, balanza, tamiz, tubos de centrifuga, centrifuga, solución de acetato de amonio, matraz, cloruro de amonio, alcohol, pipetas de 10 ml, matraz volumétrico de 100 ml, aparato de destilación <i>Microkjeldahl</i>				
Composición	<b>7. Diversidad de artrópodos</b>	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	<b>8. *Diversidad de insectos polinizadores</b>	GPS, formatos de registro impresos, bitácora, cámara fotográfica, cuadrante de pvc de 1 m <sup>2</sup> , cinta diamétrica, flexómetro, clinómetro y longímetro

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de monitoreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Composición	<b>10. Diversidad de reptiles</b>	Parcelas y/o transectos de banda	GPS, formatos de registro impresos, equipo de protección para reptiles (guantes para manejo de serpientes, ganchos herpetológicos, polainas de tela o de plástico), guías para identificación en campo y cámara fotográfica	Dos veces al año, durante la temporada de sequía y temporada de lluvias
	<b>11. *Diversidad de aves con énfasis en aves de pastizal</b>	Puntos de conteo (dos o tres bandas) y/o transectos lineales	GPS, formatos de registro impresos, binoculares, cronómetro, guía de campo, cámara fotográfica, cinta métrica, cinta de plástico o listones y plumón	
Función	<b>12. *Número de grupos funcionales de aves presentes</b>			
Composición	<b>13. Diversidad de mamíferos pequeños</b>	Parcelas y redes de niebla	GPS y formatos de registro impresos <b>Roedores:</b> cinta métrica, flexómetro, estacas, 100 trampas tipo Sherman, guantes, lámparas con infrarrojo, cebo (hojuelas de avena, crema de cacahuete y esencia de vainilla), bolsas de tela, <i>vernier</i> , reglas, guías para identificación en campo y cámara fotográfica <b>Murciélagos:</b> redes de niebla, guantes, lámparas con infrarrojo, bolsas de tela, <i>vernier</i> , reglas, cámara fotográfica (con lente que evite la luz blanca de éstas) y detectores ultrasónicos	Dos veces al año
Perturbaciones y amenazas	<b>15. *Superficie afectada por sobrepastoreo y tipos de impactos</b>	Recorridos de pastoreo	GPS, formatos de registro impresos, libreta para realizar el registro y material de papelería (lápiz, plumas, sacapuntas, gomas, entre otros)	Dos veces al año considerando las dos temporadas (sequías y lluvias)

Tabla 1. Indicadores que requieren trabajo de campo.

•••••

• **Nota importante:** debido a que el objetivo de este protocolo es realizar

• un muestreo estandarizado, es de suma importancia que el esfuerzo

• de muestreo se mantenga para el caso particular de cada indicador.

•••••

## Modelo metodológico de pastizales, matorrales y zonas áridas

La propuesta metodológica que se presenta en este protocolo no es obligatoria, tiene la flexibilidad de realizarse de forma integral (todos los indicadores) o por indicador que sea de interés del ANP. De igual forma el protocolo permite que los usuarios cuenten con 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 priorizados que se proponen para cada uno de los ejes de integridad ecosistémica (composición, función, estructura, presiones y amenazas).

Este modelo metodológico propone el monitoreo a lo largo de 1 000 a 3 000 m de la superficie. Toma como base la ubicación de la estación de fototrampeo, las Unidades de Muestreo (UM), transectos, parcelas, puntos de conteo, 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 esté representado por el mismo tipo de vegetación. Los métodos desarrollados en este protocolo se estandarizaron a lo largo de 1 000 m, en caso de elegir transectos de 2 000 o 3 000, repetir el modelo presentado por cada 1 000 m.

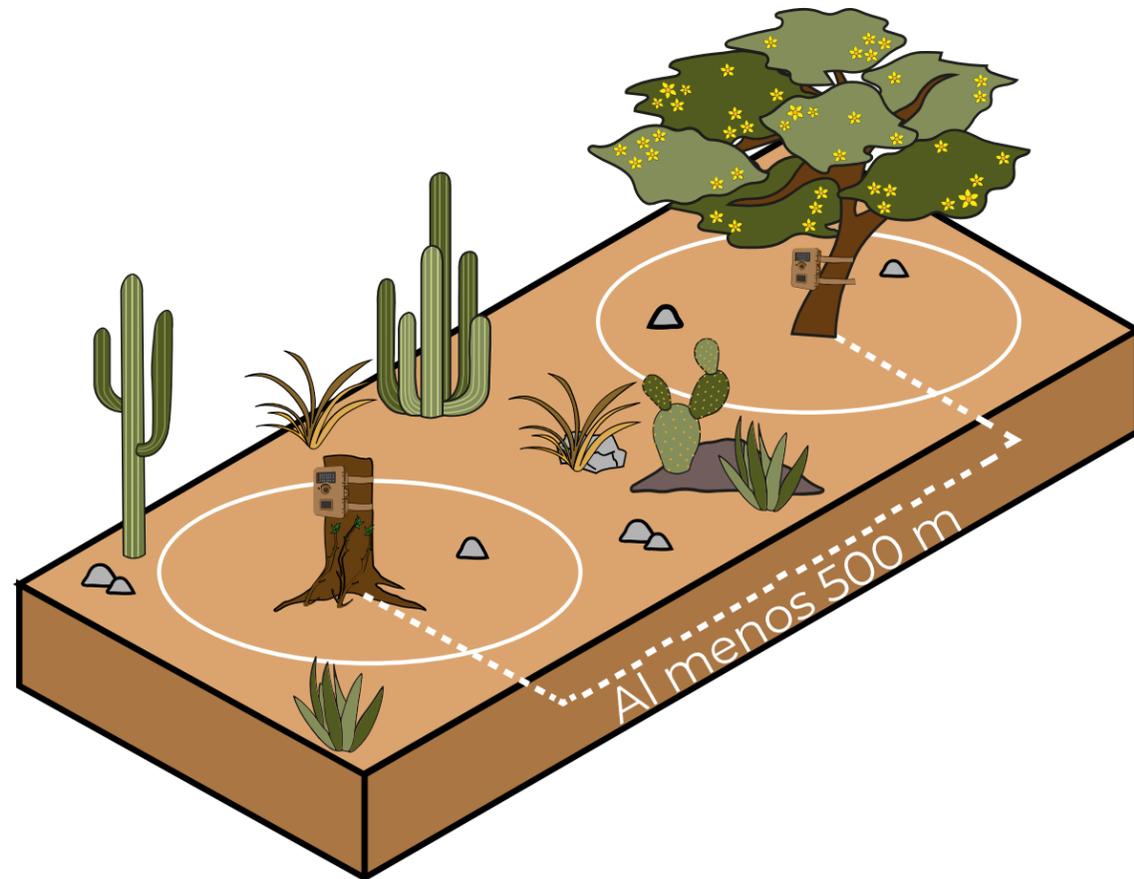
Para iniciar, se sugiere que se tenga identificado el punto de colocación de las fototampas que se utilizarán para el monitoreo de varios indicadores, éste fungirá como centro para la realización de la UM, en donde se medirá el indicador de composición de la vegetación y el número de impactos generados por el humano.

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 artrópodos; diversidad de mamíferos medianos y grandes (transecto).

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

El método de diversidad de polinizadores, presencia de plagas y enfermedades, y superficie afectada por sobrepastoreo y tipos de impactos, están propuestos para realizarse en el hábitat o zonas identificadas por presencia de los grupos, por lo que el monitoreo puede estar dentro o fuera de los 1 000 a 3 000 m considerados.

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



## Indicador 1

**\*Diversidad de mamíferos medianos y grandes**

## Indicador 2

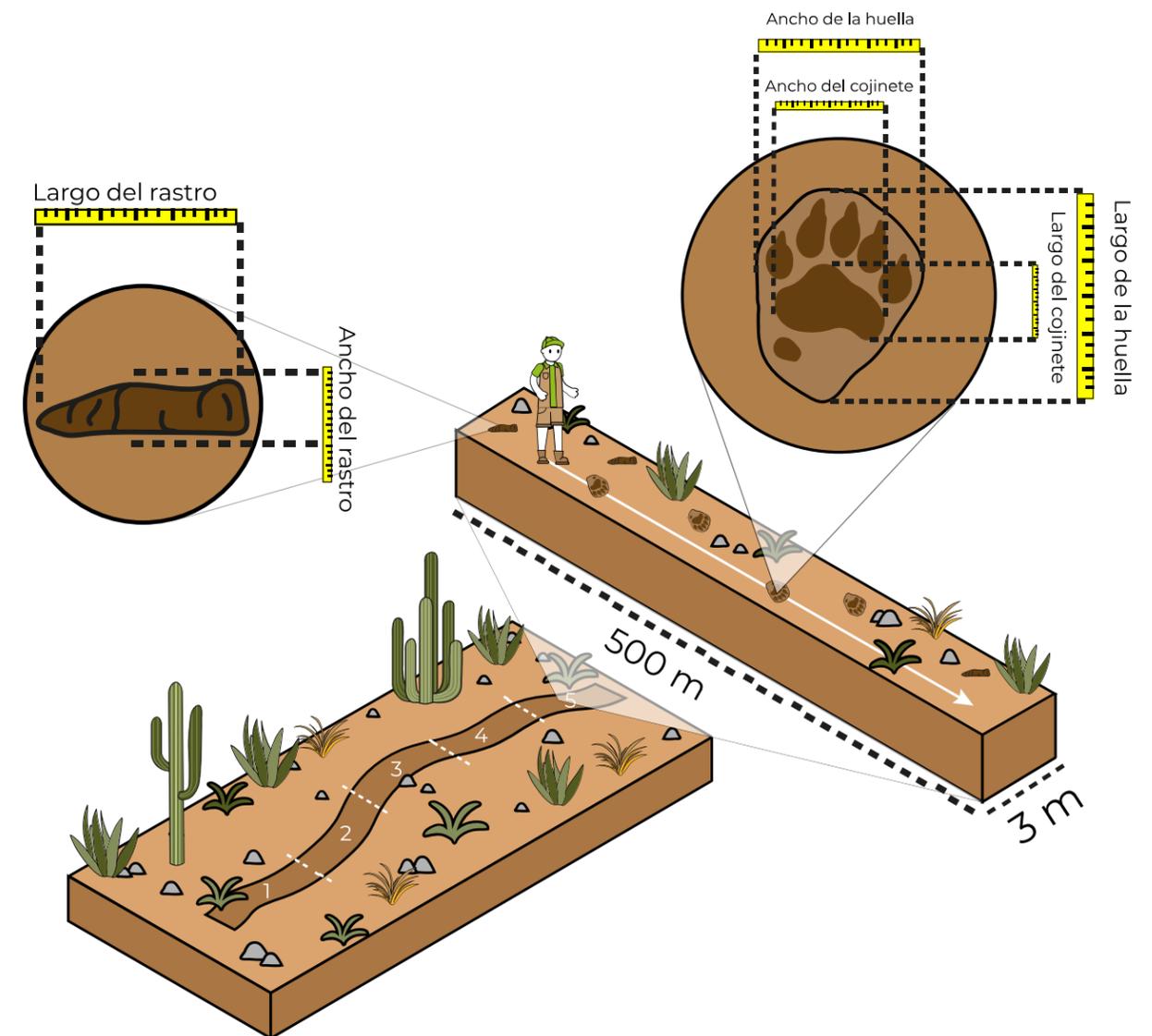
**\*Diversidad de carnívoros**

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

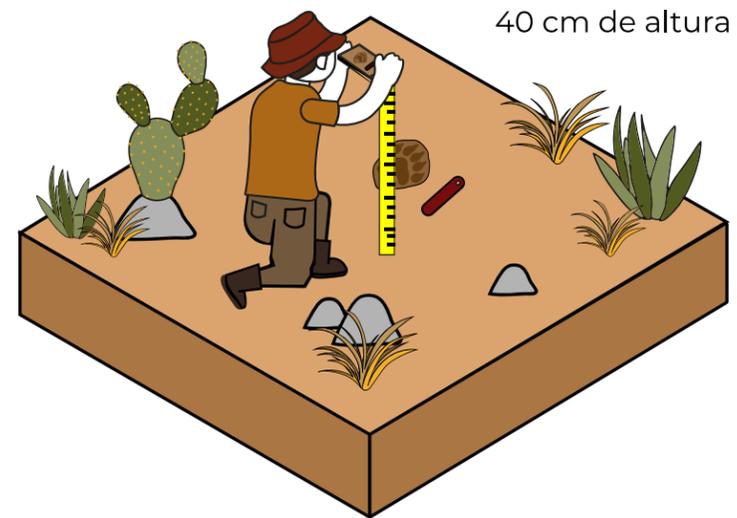
## Muestreo de rastros

**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. Después de tomar la fotografía borre el rastro para evitar que se repita el registro. Para el caso de huellas poco reconocibles, se puede obtener un molde de yeso de fraguado rápido.

**5** Registre datos.



#### Datos a registrar:

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

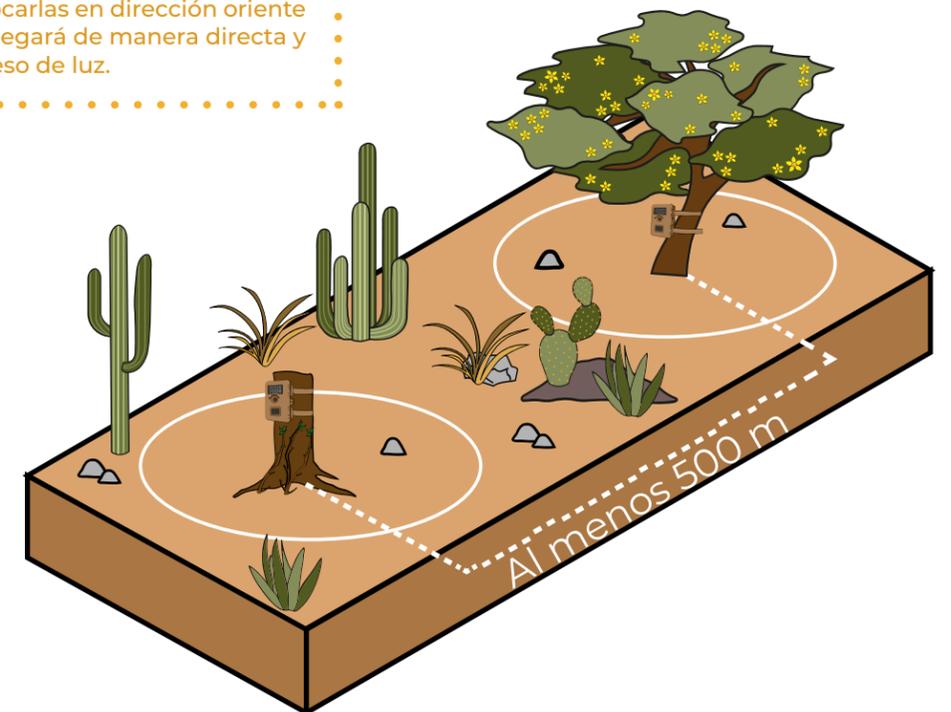
## Fototrampeo

Instale una estación de fototrampeo por transecto de 1 000 m. Las fototampas deben mantenerse a una distancia mínima de 500 m entre cada una, con una cámara trampa por estación. Considere el establecimiento de las estaciones en aquellos 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:** para colocar las cámaras debe asegurarse que la orientación sea en dirección norte o sur, ya que al colocarlas en dirección oriente o poniente la luz del sol llegará de manera directa y las fotos saldrán con exceso de luz.



**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  $\frac{1}{3}$  de suelo y  $\frac{2}{3}$  de paisaje.

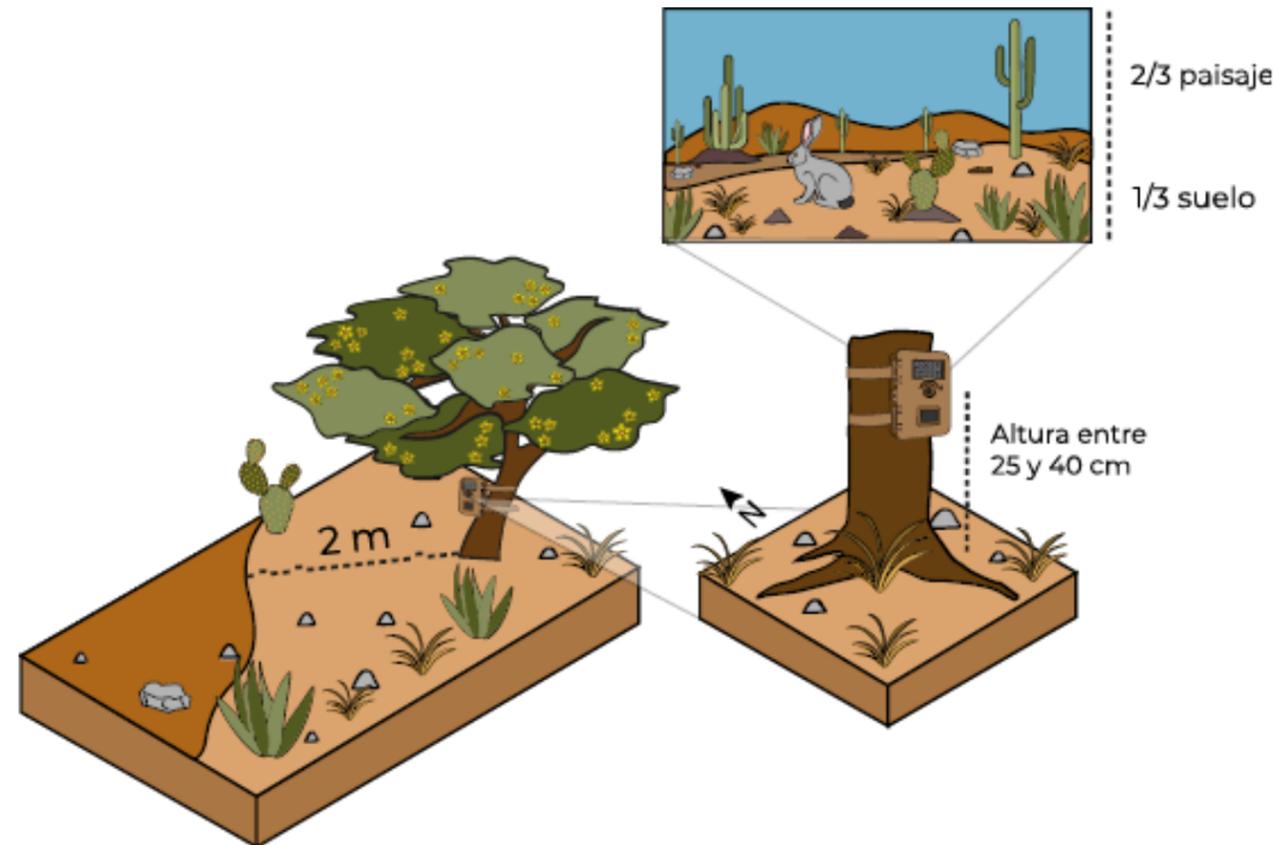
**3** Cuando se instale, asegúrese de que esté reconociendo el movimiento a la altura deseada. Para ello, una persona debe pasar gateando por el sitio en el que se espera que pasen los animales y se tiene que asegurar de que esté encendida.

**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 fototampas.

**5** Registre datos.

**Datos a registrar en la colocación de la fototrampa**

- 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 requiera.

**7** Registre datos.

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

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

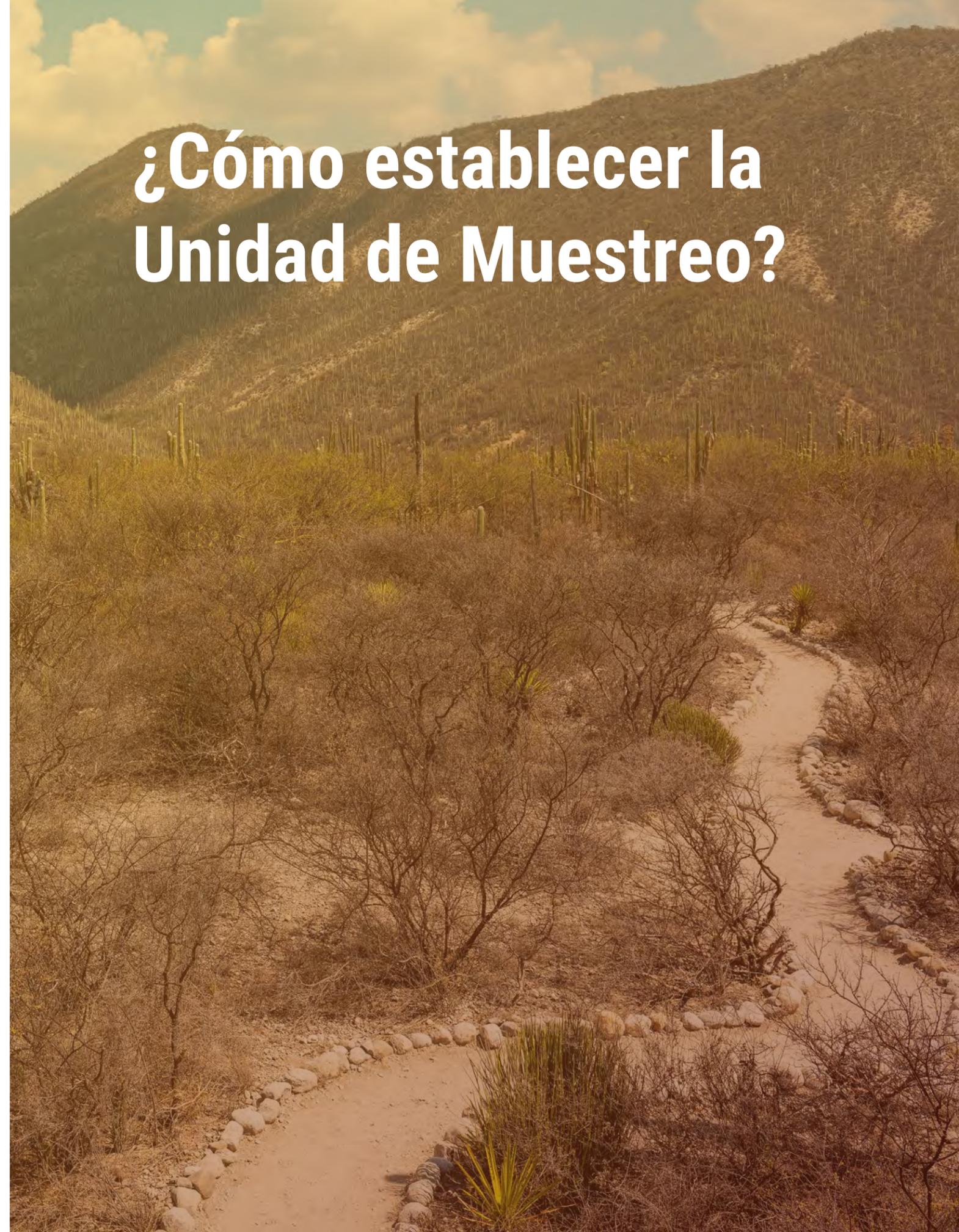
**8** Sistematice la información en una base de datos con, al menos, los siguientes rubros:

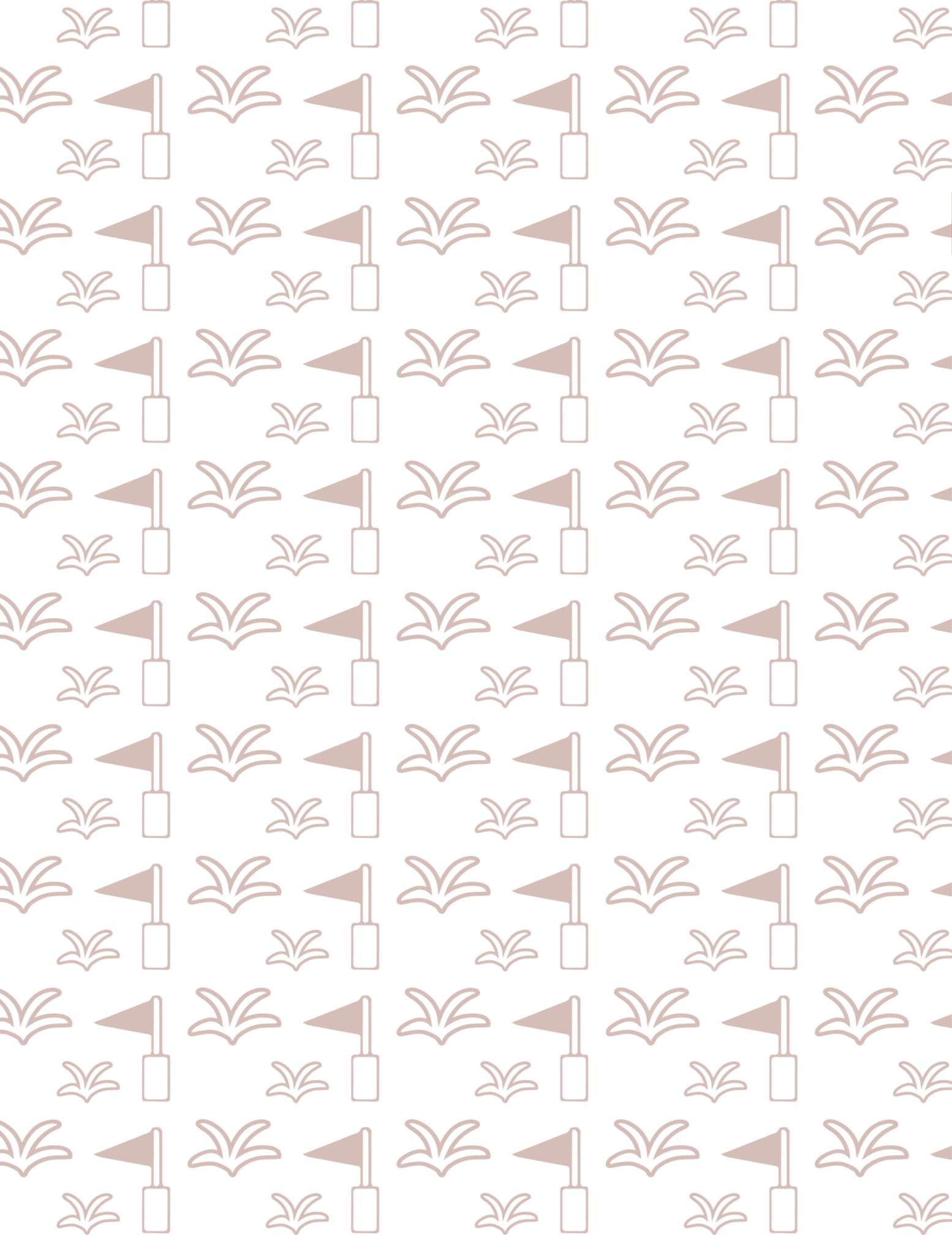
- Nombre de estación o cámara
- Nombre del archivo de la fotografía
- Nombre común de la especie en la fotografía
- Nombre científico de la especie o especies en la fotografía
- Sexo de los individuos identificados
- Latitud de la ubicación de la cámara
- Longitud de la ubicación de la cámara
- Elevación
- Localidad
- Municipio
- Estado
- País
- Fecha de la toma de foto
- Hora de la toma de foto
- Fecha inicio de carpeta de fotos
- Fecha término de carpeta de 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*. 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, Wallingford, UK.
- Cardinale, B. J., Srivastava, D. S., Duffy, J. E., Wright, J. P., Downing, A. L., Sankaran, M., y Jouseau, C. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature* 443: 989- 992.
- Sinclair, A. R. E. (2003). The role of mammals as ecosystem landscapers. *Alces* 39: 161-176. Terborgh, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24: 283-292.
- Terborgh, J. (2005). The big things that run the world - a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology* 2: 402-403.
- Terborgh, J., L. Lopez, P. Nuñez V., M. Rao, G. Shahabuddin, G. Orihuela, M. Riveros, R. Ascanio, G. H. Adler, T. D. Lambert y L. Balbas (2001). *Ecological meltdown in predator-free forest fragments* *Science* 294: 1 923-1 926.
- Whitacre, D. (1997). *An ecological monitoring program for the Maya Biosphere Reserve. Report to the U.S. Agency for International Development and el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala*. 108.

# ¿Cómo establecer la Unidad de Muestreo?

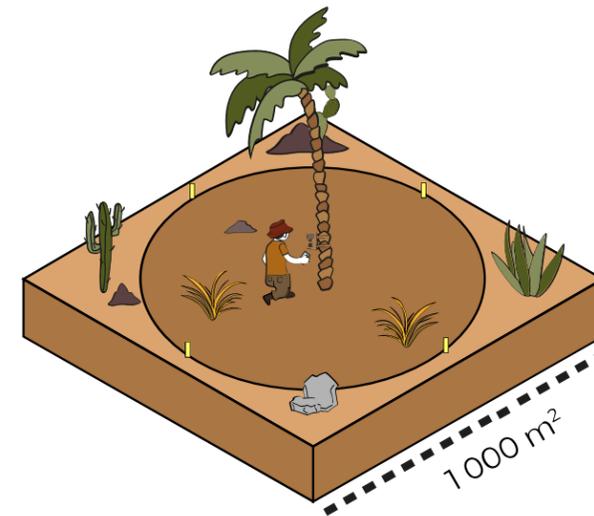




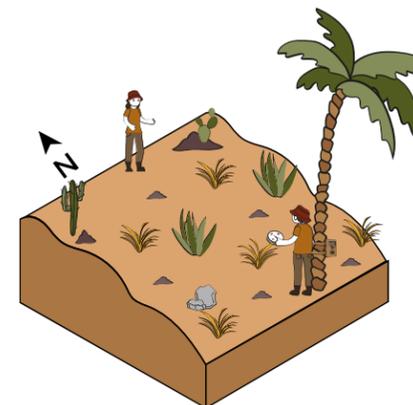
Una vez colocada la cámara de fototrampeo, se realiza una Unidad de Muestreo (UM) de 1 000 m<sup>2</sup>, tomando como centro la coordenada en la que se colocó la fototrampa.

## Unidad de Muestreo

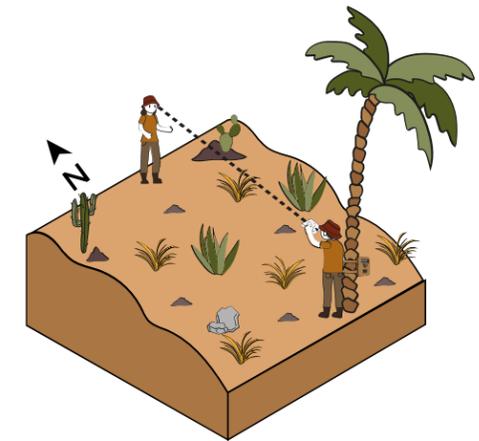
**1** Ubíquese en el sitio en el que colocó la fototrampa.



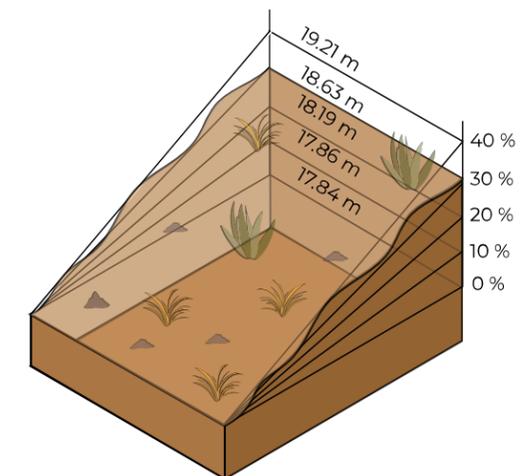
**2** En caso de que el terreno tenga pendiente, pida a un compañero de una altura similar a la suya que camine hacia el norte.



**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 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 coloque una estaca en el límite del radio.

**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:

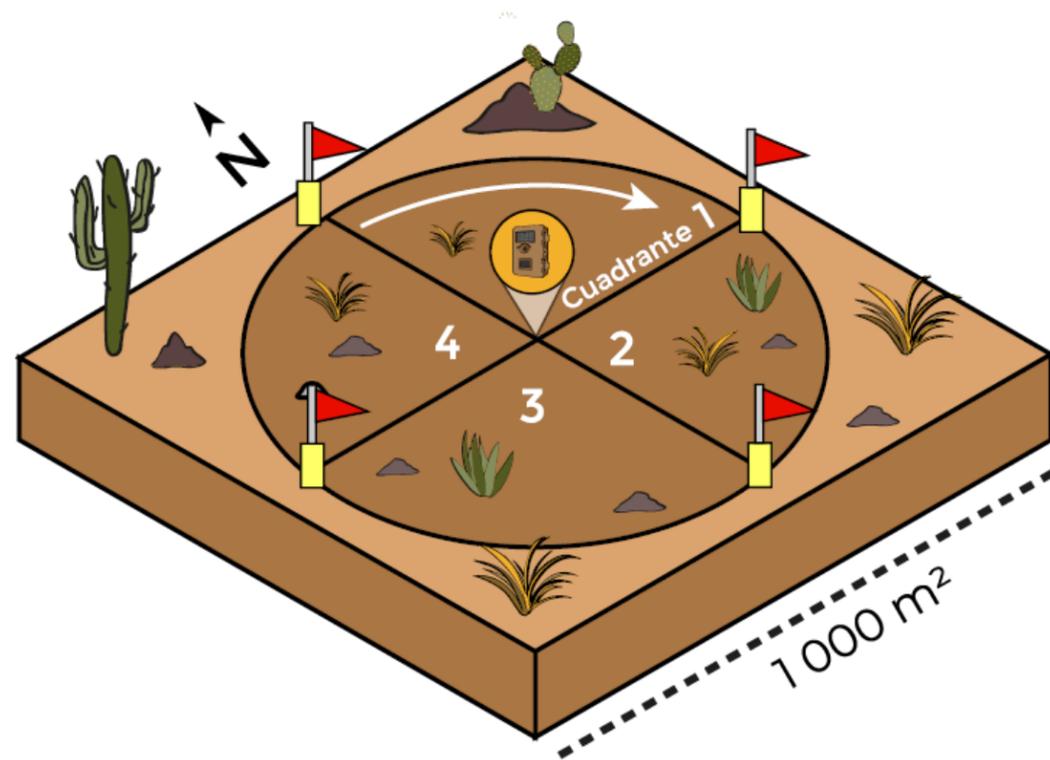
- el cuadrante 1 será el que tiene del punto que marcó con la estaca hacia el norte hasta el punto cardinal este.
- el cuadrante 2 será del punto cardinal este al punto sur.
- el cuadrante 3 será del punto sur al punto oeste.
- el cuadrante 4 será del punto oeste al punto norte.

**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**

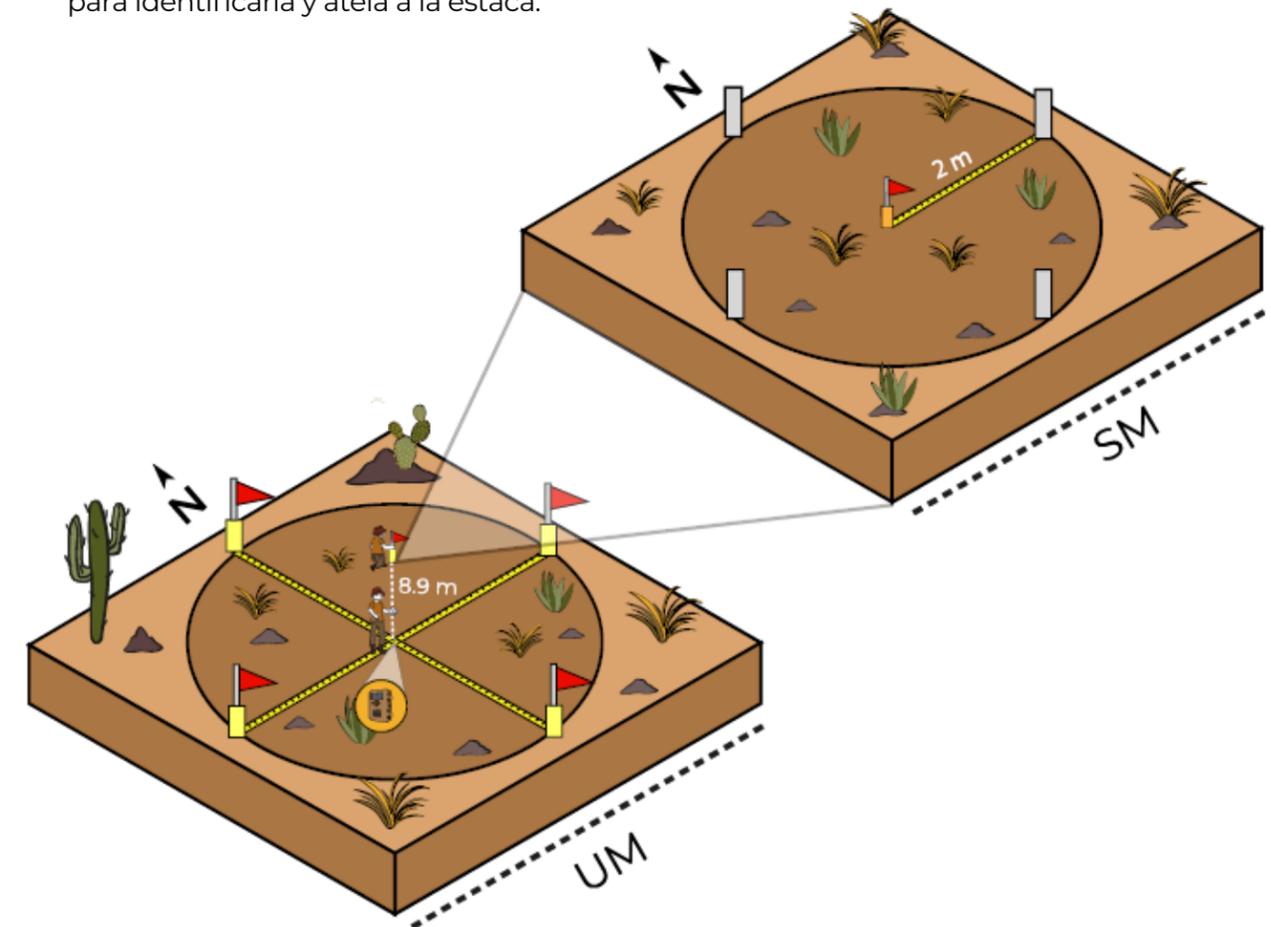
Dentro de la UM mencionada anteriormente, también tomando como centro en el sitio donde se colocó fototrampa, se identificarán cuatro subunidades de muestreo (SUM) de 12.56 m<sup>2</sup>, con los siguientes criterios.

**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** Recorra 2 m hacia cada punto cardinal y coloque una estaca para conocer los extremos de la SUM.



**5** 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.

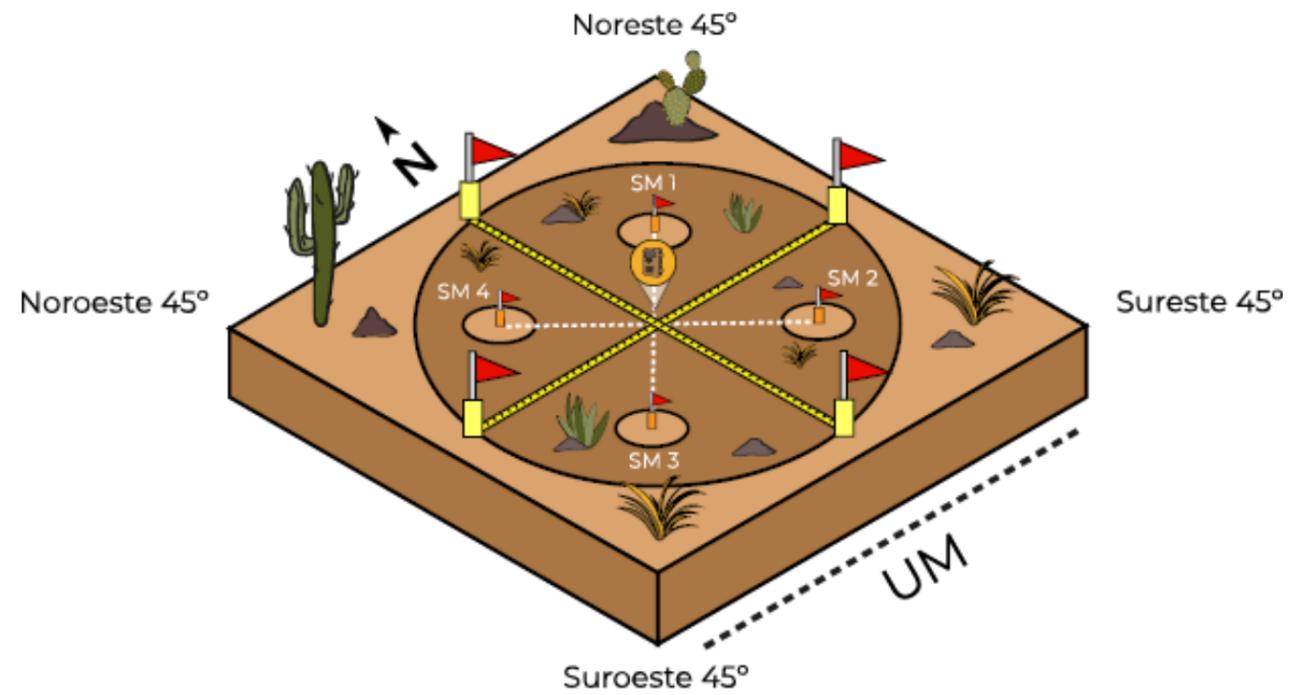
b) la SUM 2 será la localizada en el cuadrante 2 en el punto cardinal sureste.

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.

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

**7** Registre datos.



### Basado en:

- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. (2018), *Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas*, BIOCUMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. [http://biocomuni.mx/documentos/manual\\_biocomuni\\_vegetacion.pdf](http://biocomuni.mx/documentos/manual_biocomuni_vegetacion.pdf)
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), *Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas*, BIOCUMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.



Indicador 3

**\*Diversidad de la  
vegetación**

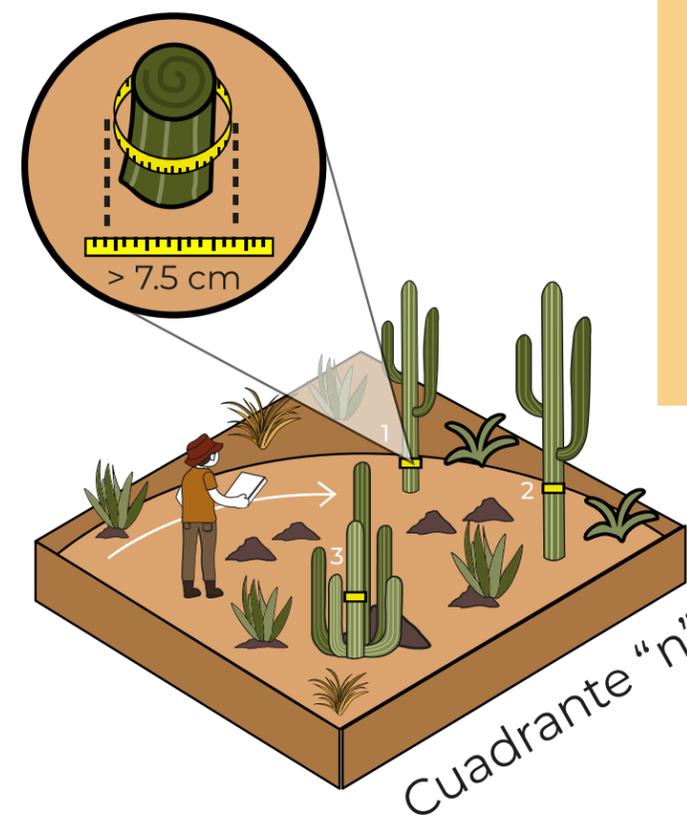
Indicador 4

**\*Estructura de  
la vegetación**

## Vegetación mayor

Para el monitoreo de vegetación se considerarán las UM divididas en cuatro cuadrantes (vista en la página 29)

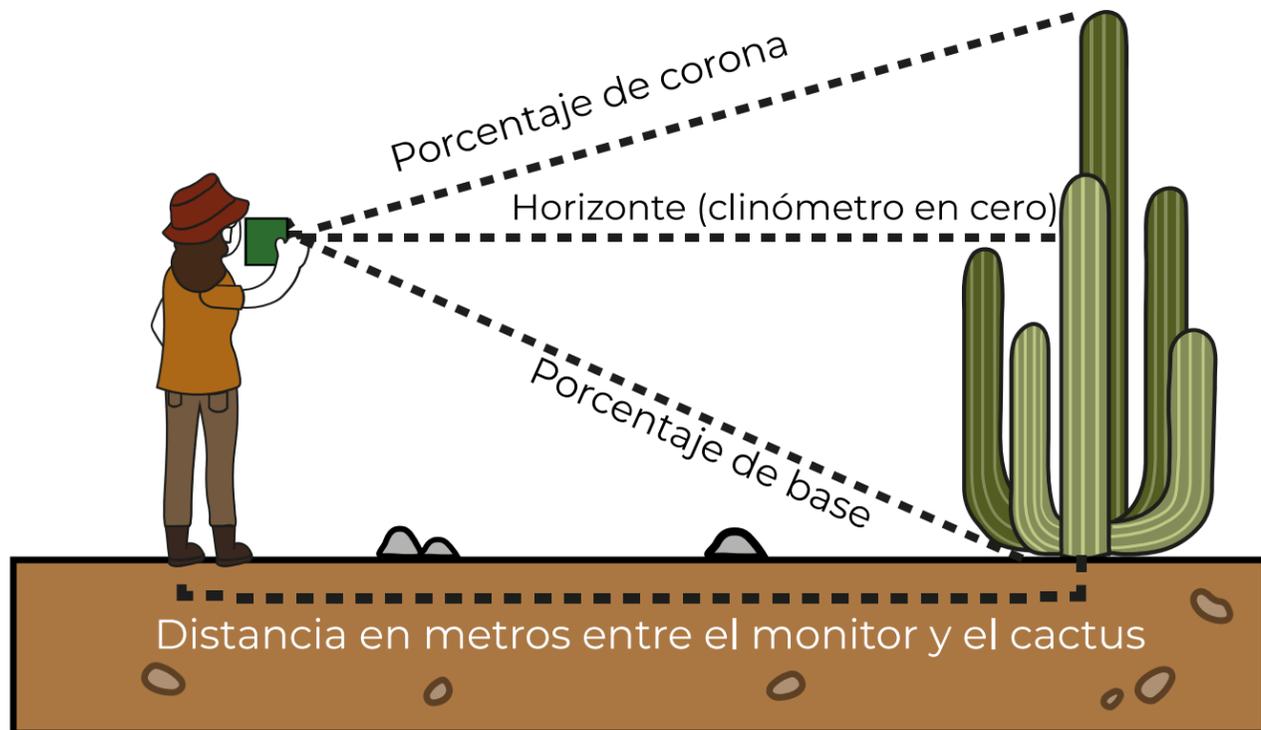
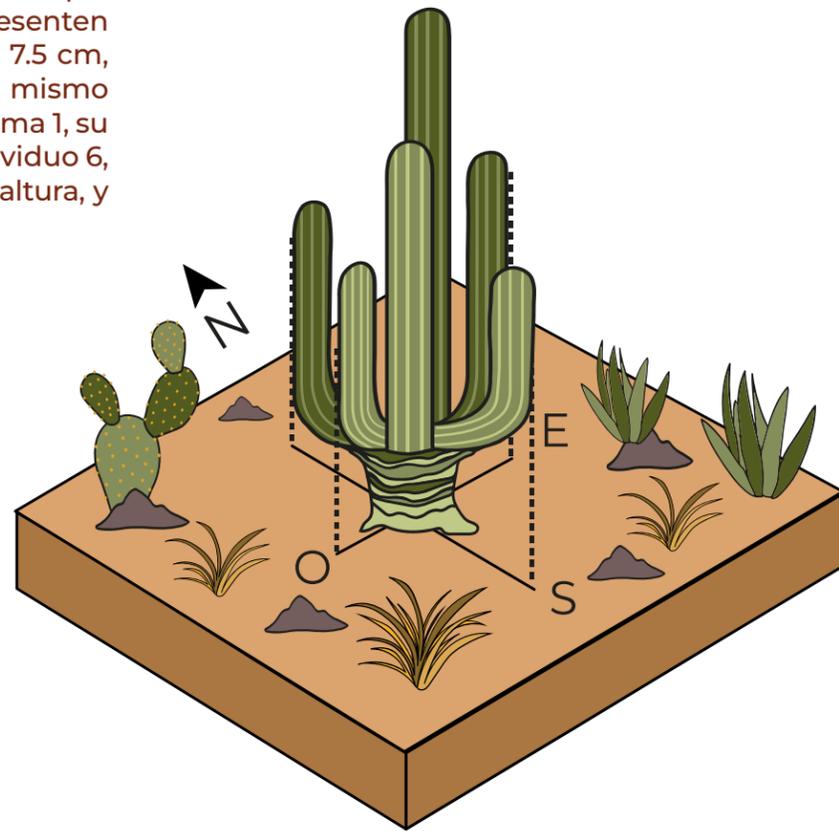
- 1** Realice un “barrido” enumerando todos los individuos que tengan un diámetro normal  $>$  a 7.5 cm a la altura del pecho.
- 2** Cada individuo será marcado con el número consecutivo que le corresponda.
- 3** Registre datos.



### Datos a registrar:

- Coordenadas de la UM
- Código de identificación de la UM
- Cuadrante al que pertenece
- Número de individuo
- Número de ramas o tallo
- Género o especie (si se conoce)
- Nombre común
- Forma de vida (arbusto, árbol, liana, bejuco, caña, cactácea, palma, entre otros)
- Señalar si está vivo o muerto
- Diámetro normal (cm)
- Altura (m)
- Diámetro de copa
- Presencia de epífitas
- Presencia de líquenes
- Presencia de afectaciones en su estructura debido a incendios, plagas (barrenador, defoliador, descortezador, muérdago) o enfermedades
- Porcentaje de daño (proporción del total del individuo que se encuentra afectado)
- Observaciones

Si a 1.30 m de altura hay más de un tallo o una rama, es necesario que los mida. En caso de que presenten un diámetro normal mayor a 7.5 cm, regístrelos como parte del mismo individuo (p. ej. individuo 6, rama 1, su diámetro normal y altura; individuo 6, rama 2, su diámetro normal y altura, y así sucesivamente).



## Vegetación menor

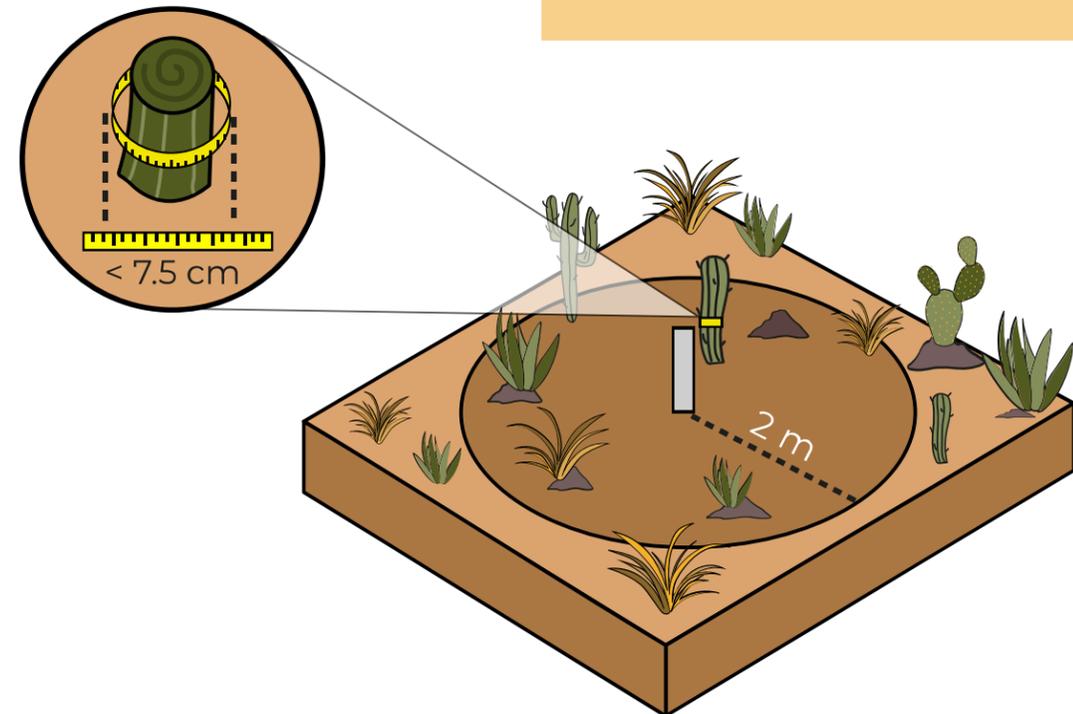
Para la medición de arbustos y repoblado (vegetación menor) se utilizarán las Subunidades de Muestreo (vistas en la página 31).

**1** En cada SUM, identifique a todas las especies de arbustos y árboles jóvenes que tengan un diámetro basal normal < 7.5 cm.

**2** Registre datos.

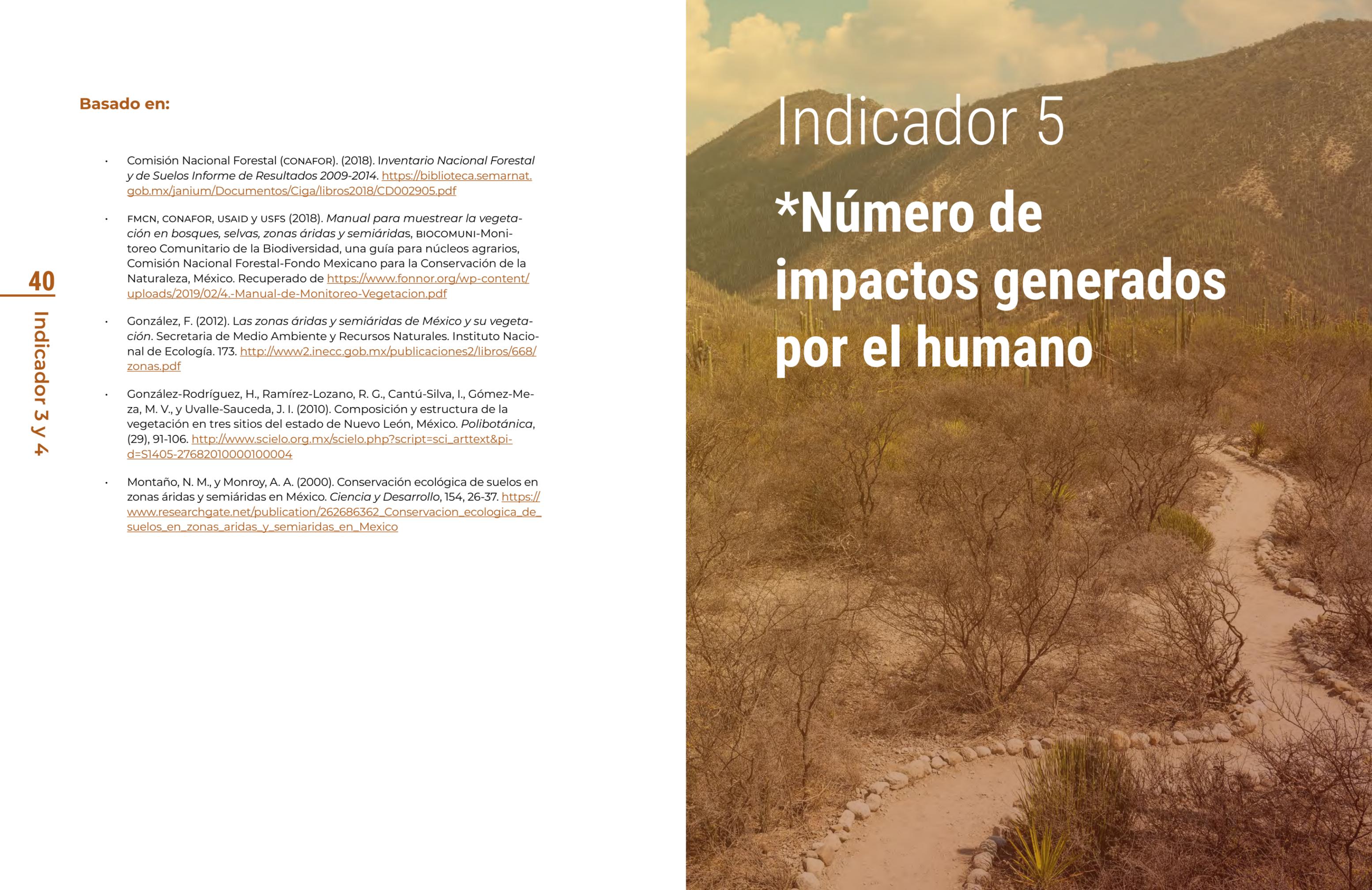
### Datos a registrar:

- Código de identificación de la UM
- Cuadrante al que corresponde
- Coordenadas de la SUM
- Nombre común
- Género o especie (si se conoce)
- **Tipo de planta:** arbusto, árbol, liana, bejuco, caña, cactácea, palma, entre otros
- **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
- **Vigor:** salud y fuerza del individuo (buena, regular, mala)
- Presencia de afectaciones en su estructura debido a incendios, plagas (barrenador, defoliador, descortezador, muérdago) o enfermedades
- Porcentaje de daño (proporción del total del individuo que se encuentra afectado)
- Observaciones



**Basado en:**

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe de Resultados 2009-2014*. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD002905.pdf>
- 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, México. Recuperado de <https://www.fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/4.-Manual-de-Monitoreo-Vegetacion.pdf>
- González, F. (2012). *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 173. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/668/zonas.pdf>
- 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. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682010000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682010000100004)
- Montaña, N. M., y Monroy, A. A. (2000). Conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas en México. *Ciencia y Desarrollo*, 154, 26-37. [https://www.researchgate.net/publication/262686362\\_Conservacion\\_ecologica\\_de\\_suelos\\_en\\_zonas\\_aridas\\_y\\_semiaridas\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/262686362_Conservacion_ecologica_de_suelos_en_zonas_aridas_y_semiaridas_en_Mexico)

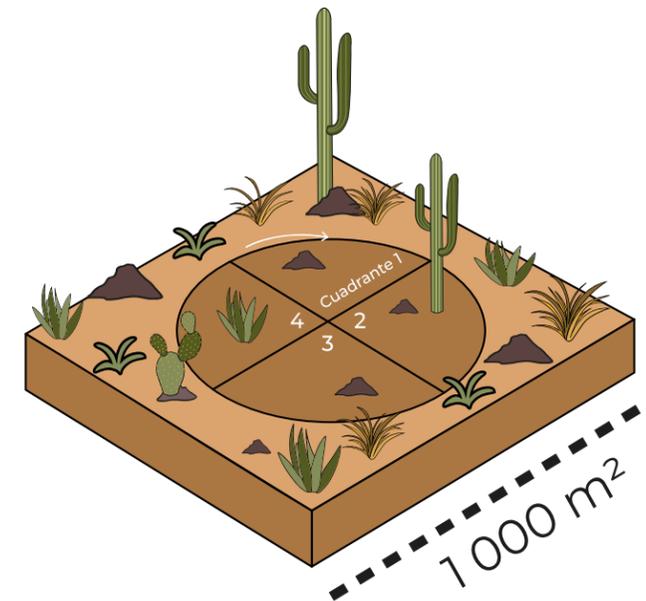


# Indicador 5

## \*Número de impactos generados por el humano



Para la identificación del número de presiones antrópicas presentes en el ecosistema, utilice los cuadrantes de las UM implementados para el Indicador 3.



- 1** Recorra el transecto en donde se encuentra la unidad de muestreo (de 1 000 a 3 000 m líneas).
- 2** Identifique los impactos en el ecosistema como:

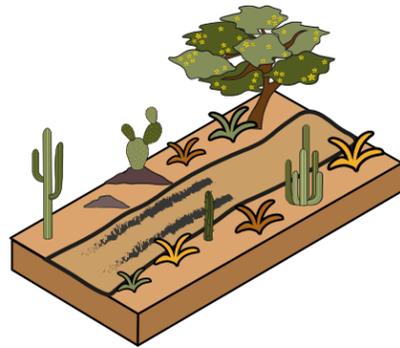
### Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio
- **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
- Si el impacto se presenta en la vegetación o en el suelo
- Grado de afectación (tabla 2)
- Identifique los tocones con evidencia de corte
- En caso de observar evidencia de cacería (casquillos, trampas, entre otros), registre la coordenada de cada una de las evidencias
- Si se presentan, ingrese en la plataforma el número de denuncias de animales atropellados en las vías de comunicación dentro o en zonas aledañas al ANP
- Observaciones

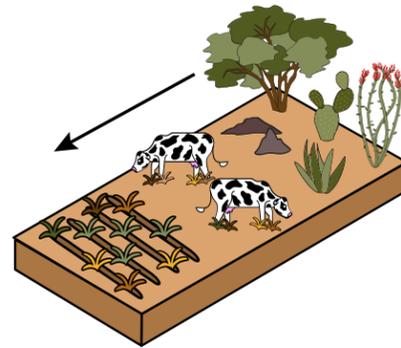
<b>No perceptible</b>	Cuando aún estando presente, el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos forestales
<b>Menor</b>	Cuando los efectos negativos causados a los recursos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre
<b>Mediana</b>	Cuando los daños a los recursos no son permanentes pero sí se requiere de la intervención del hombre para revertir el proceso de degradación
<b>Mayor</b>	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.

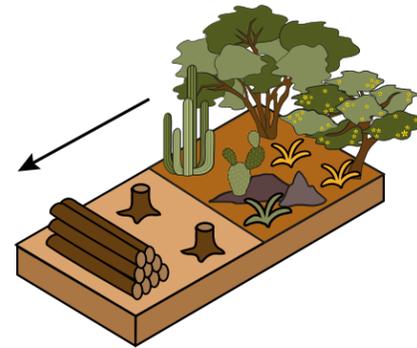
Algunos de los ejemplos de impactos generados por el ser humano:



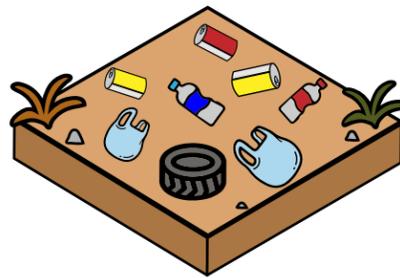
Apertura de caminos



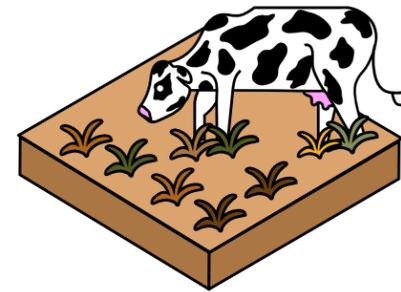
Cambio de uso de suelo



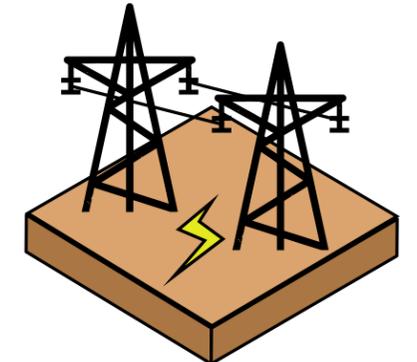
Aprovechamiento forestal



Residuos sólidos



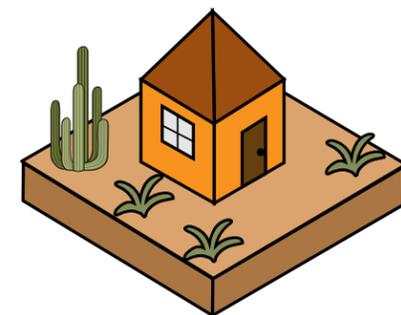
Pastoreo



Líneas eléctricas



Daño a la fauna



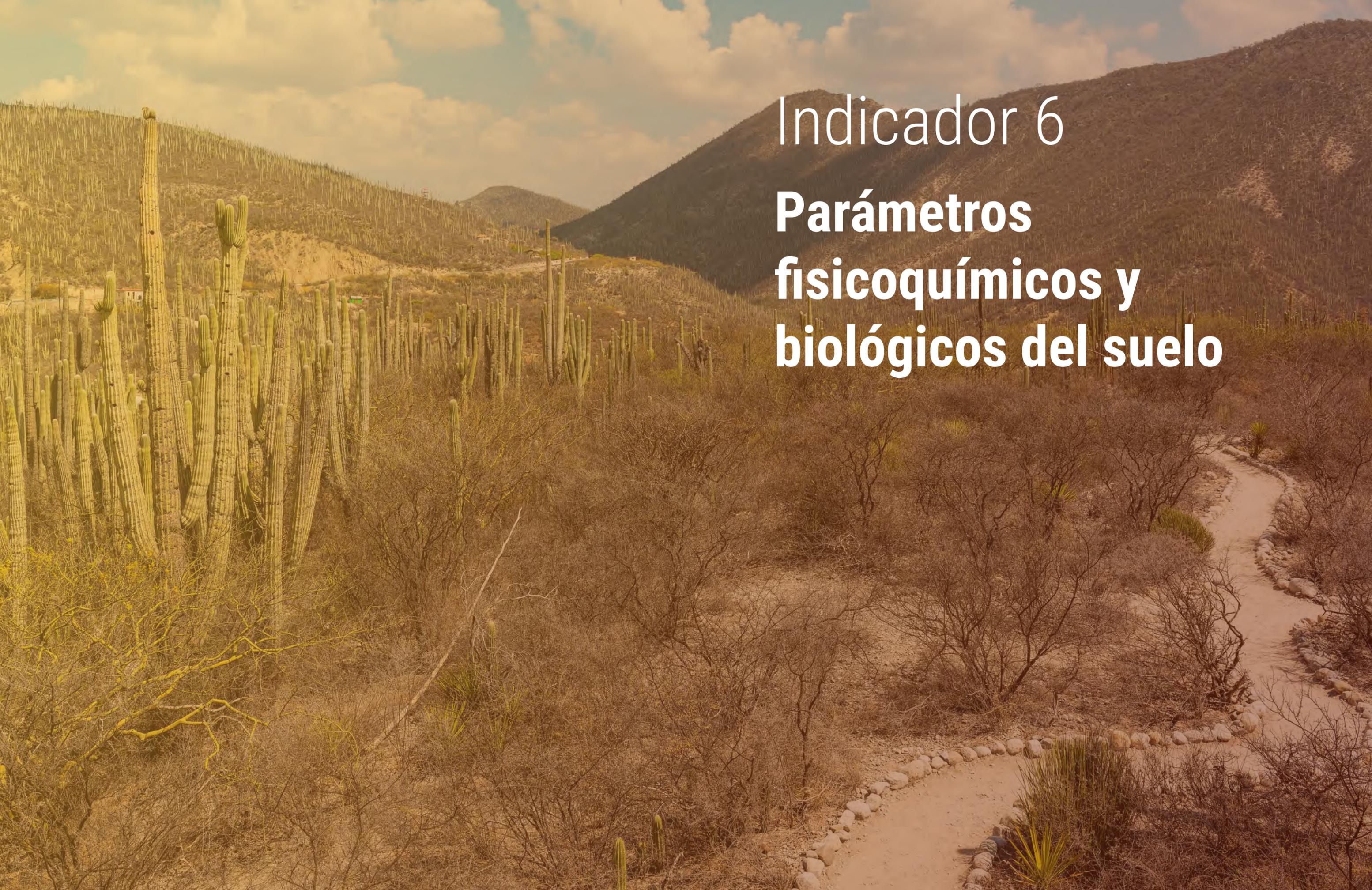
Asentamientos humanos



Cacería

### Basado en:

- 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. [https://www.researchgate.net/publication/308044702\\_Impacto\\_ambiental\\_del\\_turismo\\_en\\_areas\\_naturales\\_protegidas\\_procedimiento\\_metodologico\\_para\\_el\\_analisis\\_en\\_el\\_Parque\\_Estatal\\_El\\_Ocotal\\_Me](https://www.researchgate.net/publication/308044702_Impacto_ambiental_del_turismo_en_areas_naturales_protegidas_procedimiento_metodologico_para_el_analisis_en_el_Parque_Estatal_El_Ocotal_Me)

A landscape photograph of a desert valley. In the foreground, a dirt path winds through dry, brownish vegetation. To the left, a dense field of tall, green Saguaro cacti stands prominently. In the background, rolling hills and mountains are visible under a sky with scattered white clouds. The overall scene is arid and sunlit.

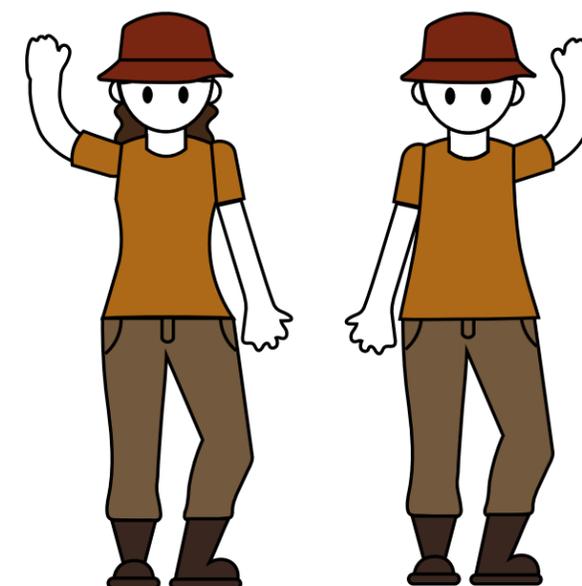
Indicador 6  
**Parámetros  
físicoquímicos y  
biológicos del suelo**



Con el objetivo de realizar una evaluación robusta para conocer la condición y salud del suelo, se propone llevar a cabo la medición de trece métricas relacionadas con las características físicas, biológicas y de pérdida del suelo. Sin embargo, realizar estas mediciones no siempre es factible en términos de recursos económicos, humanos, de tiempo y de seguridad, para todas las áreas naturales protegidas, es por ello que tomando estas consideraciones en cuenta se realizó la priorización de las métricas que permiten obtener información relevante sobre el estado del suelo, estas métricas son:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Cubierta del suelo                                | 8. Infiltración                        |
| 2. Estacas de erosión                                | 9. Conductividad eléctrica             |
| 3. Humedad del suelo                                 | 10. pH                                 |
| 4. Textura   | 11. Nitratos del suelo                 |
| 5. Densidad aparente                                 | 12. Capacidad de intercambio catiónico |
| 6. Densidad aparente en suelos gravillosos o rocosos | 13. Edafofauna                         |
| 7. Respiración del suelo                             |  |

.....  
• **Nota importante:** para el análisis de algunas métricas, es necesario  
• su procesamiento en un laboratorio especializado, por lo que  
• deberán identificarse y generar convenios de colaboración entre  
• laboratorios locales y las ANP.  
.....



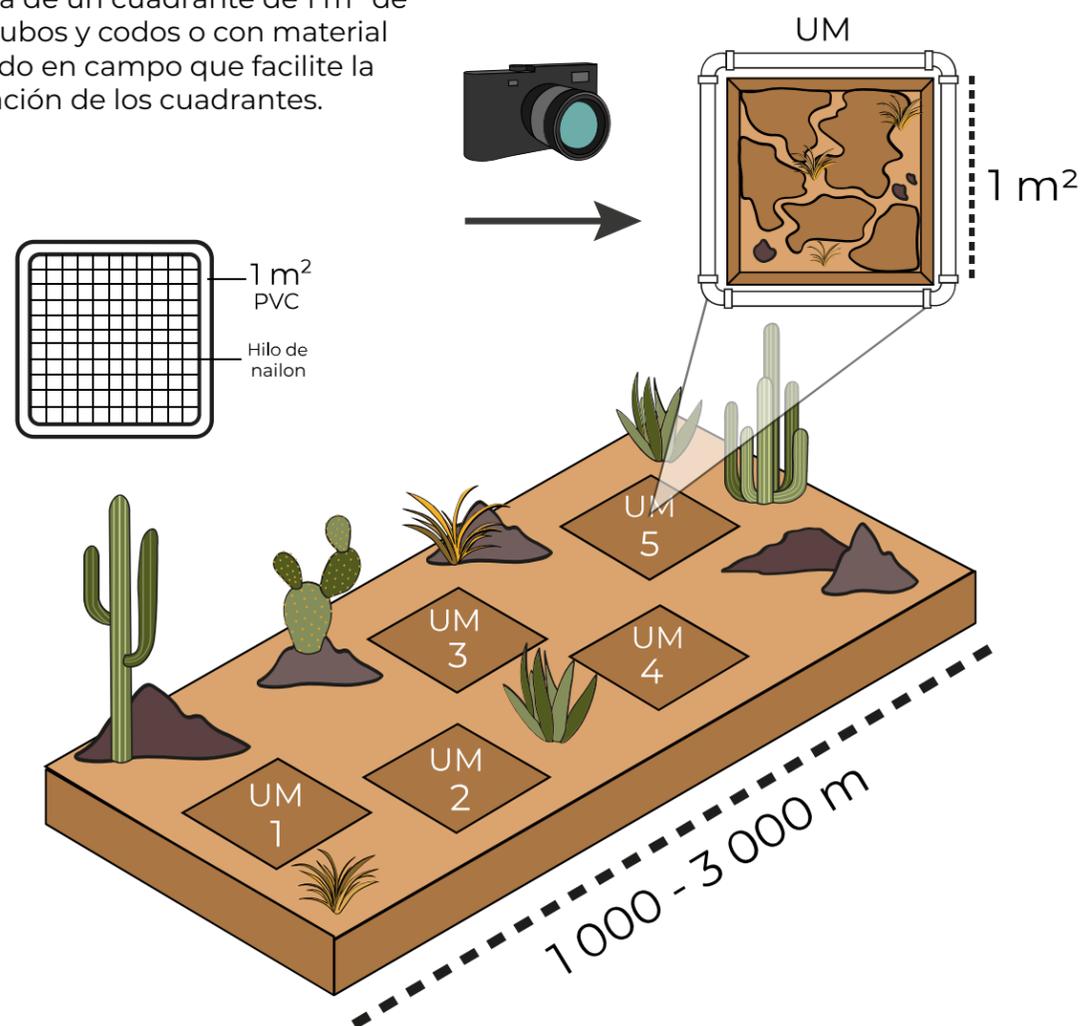
# Cubierta de suelo

Este parámetro se toma para describir el material físico presente sobre la superficie terrestre.

**1** Para medir este parámetro, establezca un transecto de 1 000 a 3 000 m de longitud y seleccione cinco unidades de muestreo (UM) de 1 m<sup>2</sup> cada una.

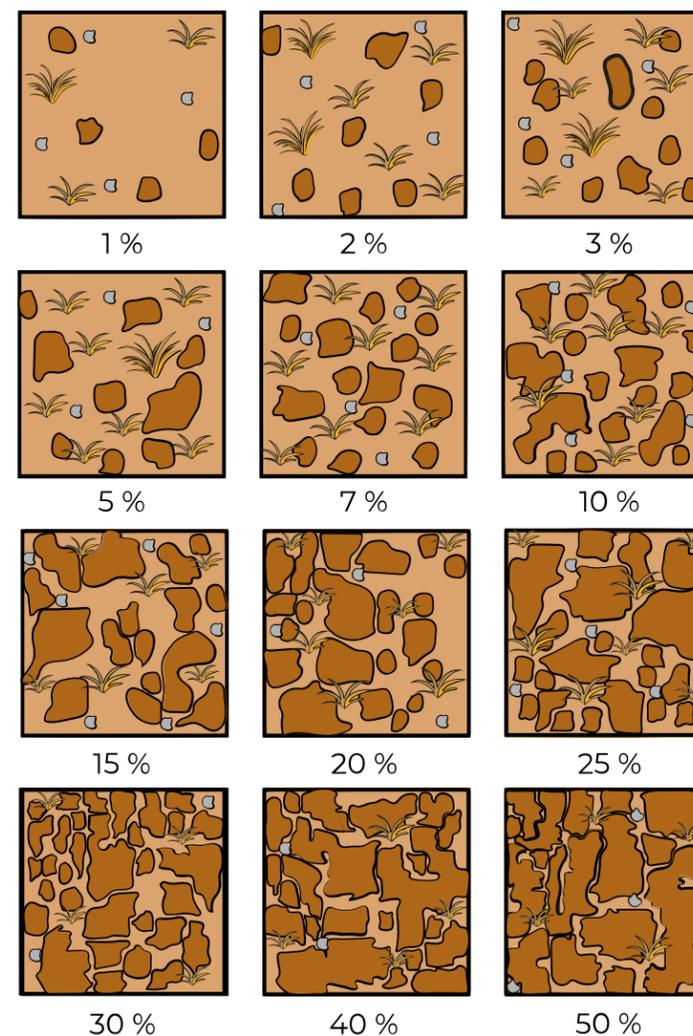
**2** Estas unidades deberán ser representativas de la situación de la cobertura del suelo en el paisaje. Delimite las unidades de muestreo con ayuda de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> de PVC con tubos y codos o con material encontrado en campo que facilite la identificación de los cuadrantes.

**3** A continuación, con una rejilla de 1 m<sup>2</sup> divididos en 100 cuadrados con hilo de nailon, donde cada cuadro representa el 1 % del cuadrante colóquela en la parte de arriba del cuadrante y estime el número de cuadrantes cubiertos por vegetación, éste será el porcentaje de cobertura.



**4** Tome una fotografía de cada una de las cinco zonas desde arriba, de ser posible con la rejilla encima.

**5** Registre datos.



## Datos a registrar:

- Coordenada al centro de cada UM
- Uso de suelo: actividades que predominan en el sitio (agrícola de riego, agrícola de temporal, pecuario y forestal)
- Porcentaje de suelo cubierto por vegetación: proporción del suelo cubierto por algún tipo de vegetación (hojarasca, ramas, pasto, hierba, arbustos, árboles jóvenes), respecto de la superficie delimitada por el cuadrante
- Observaciones

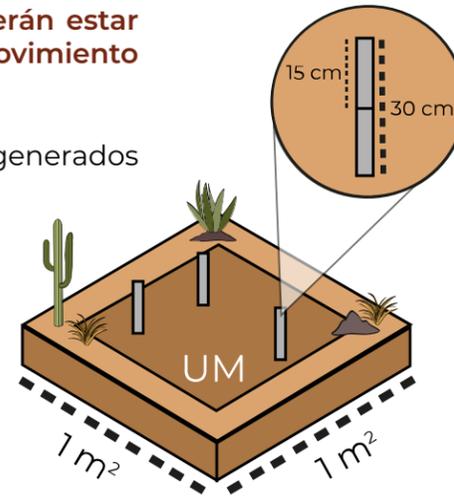
# Estacas de erosión

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

Se recomienda instalarlas en los mismos cuadrantes generados para la cubierta del suelo (página 50).

**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.



### Datos a registrar:

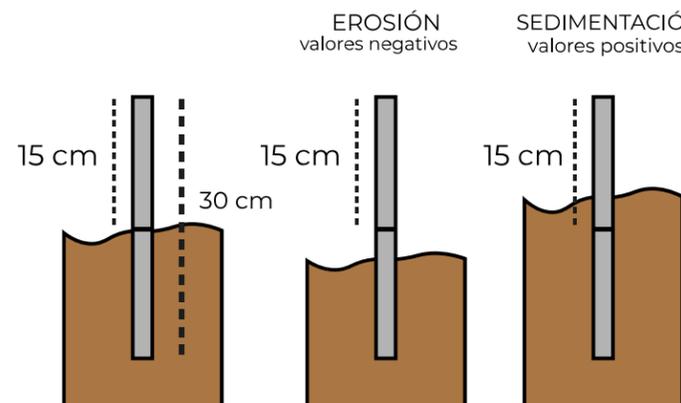
- Nombre único de la UM presente en el transecto (donde se encuentra la cámara trampa)
- Coordenadas del cuadrante de suelo (tomadas al centro de la parcela) o punto cardinal al que pertenece el cuadrante de la UM
- Nombre único de la parcela
- Altura en cm de estaca 1
- Altura en cm de estaca 2
- Altura en cm de estaca 3
- Observaciones

**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.

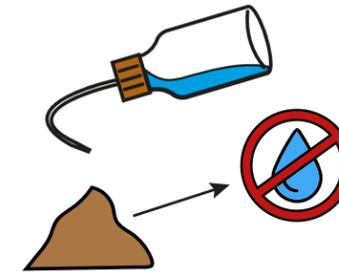


- Si la marca y el suelo se mantienen en el mismo nivel no hubo pérdida ni crecimiento del suelo.
- Si la distancia al suelo es mayor a la marca de los 15 cm se ha perdido suelo.
- Si la distancia al suelo es menor a 15 cm se ha ganado suelo.

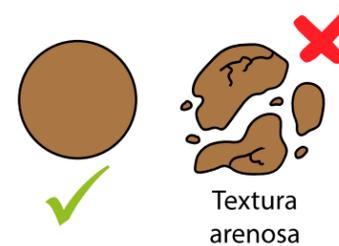
# Textura

Se determinará la textura por medio del método "Al tacto".

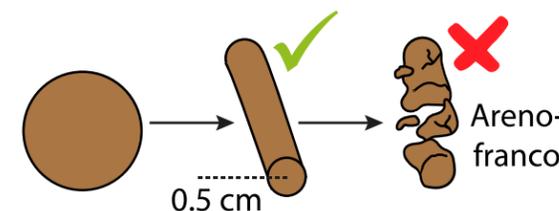
**1** Tome una proporción de suelo del tamaño de un puño, humedezca el suelo de tal manera que no escurren gotas al presionar con la mano.



**2** Trate de realizar una bola de suelo entre las palmas de las manos, si no es posible realizarla la textura se considera arenosa.



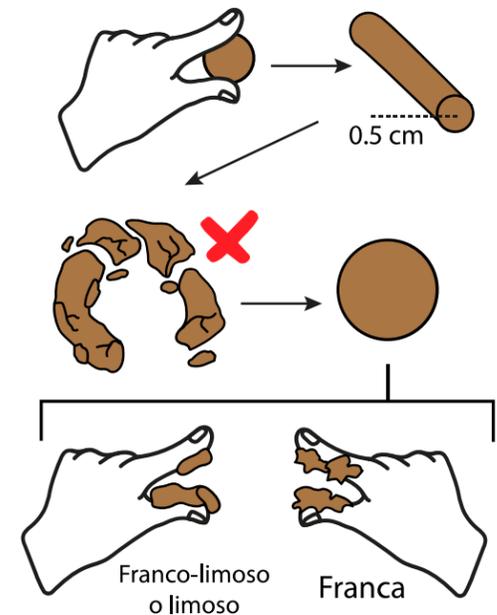
**3** En caso de que sea posible formar la bola, con mucho cuidado, continúe a realizar un cilindro de aproximadamente de 0.5 cm de diámetro, si no es posible realizarlo y el suelo se cuartea, el tipo de suelo es areno-franco.



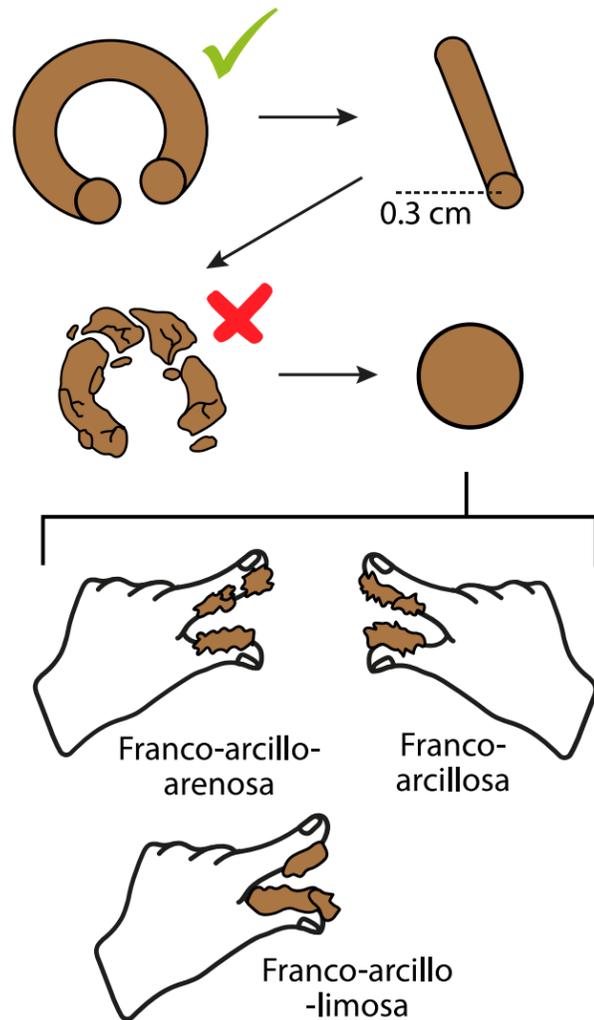
**4** En caso de que la bola se pueda lograr fácilmente, oprímala en ambos extremos entre el pulgar y el índice, si la bola se rompe la textura es franco-arenosa.



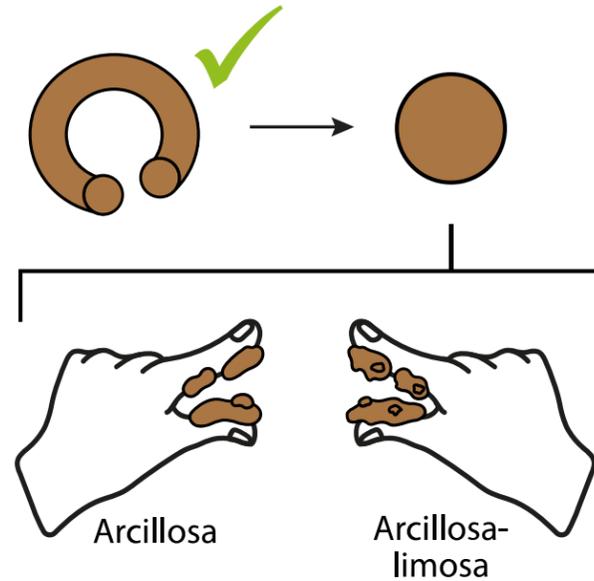
**5** Si la bola no se rompe, forme un cilindro de 0.5 cm de diámetro y realice una argolla con él, si ésta se cuartea proceda a moldear una bola y describir la sensación en los dedos de ésta, si es sedoso se considera franco-limoso o limoso, en caso de sentirse áspero se considera franca.



**6** Si la argolla no se cuartea realice otro cilindro más fino de 0.3 cm de diámetro, si éste se cuartea al realizar la argolla, moldee una bola entre los dedos, si la sensación es muy áspera, la textura se considera franco-arcillo-arenosa. Por otro lado, si la sensación es moderadamente áspera, es considerada textura franco-arcillosa o, si la sensación es blanda y suave se considera franco-arcillo-limosa.



**7** En caso de que no se cuarte la argolla de 0.3 cm de diámetro forme una bola entre los dedos, si la sensación es jabonosa y pulida sin irregularidades la textura es arcillosa. En cambio, si se siente como sedosa y pulida con imperfecciones es arcillosa-limosa.



**8** Registre datos.

Considere las características básicas de sensaciones:

- Rugosidad de arena
- Suavidad de limo
- Plasticidad de arcilla

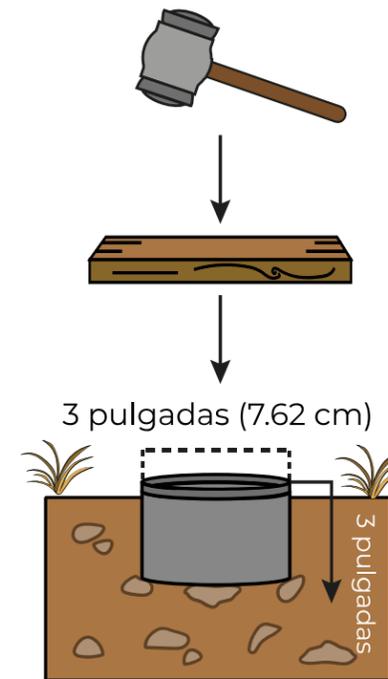
Datos a registrar:

- Coordenadas
- Tipo de textura
- Observaciones

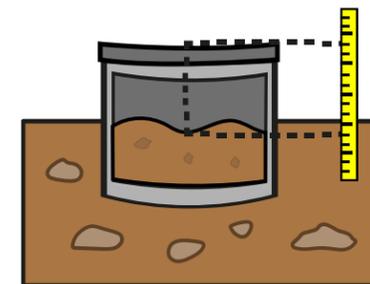
## Densidad aparente

**1** Usando un mazo y el bloque de madera, clave un anillo de 3 pulgadas (7.62 cm) de diámetro con el borde biselado hacia abajo.

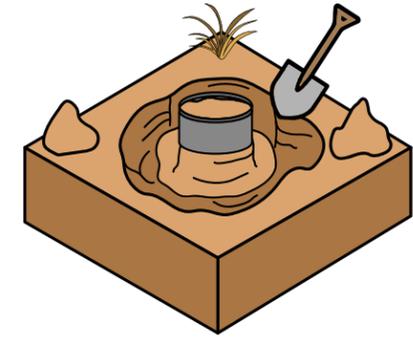
**2** Clave hasta una profundidad de 3 pulgadas o hasta que se toque un fragmento rocoso que no permita que entre más.



**3** Dentro del anillo, mida la distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo y anote el valor.



**4** Cave alrededor del anillo con una palita de jardinero debajo de este y levántelo con cuidado, evitando pérdidas de suelo.

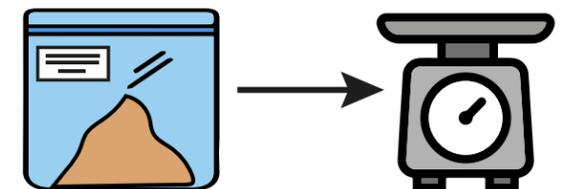


**5** Remueva el exceso de suelo de la muestra con un cuchillo de hoja ancha. La base de la muestra deberá ser plana, cortada y nivelada siguiendo los bordes del anillo.



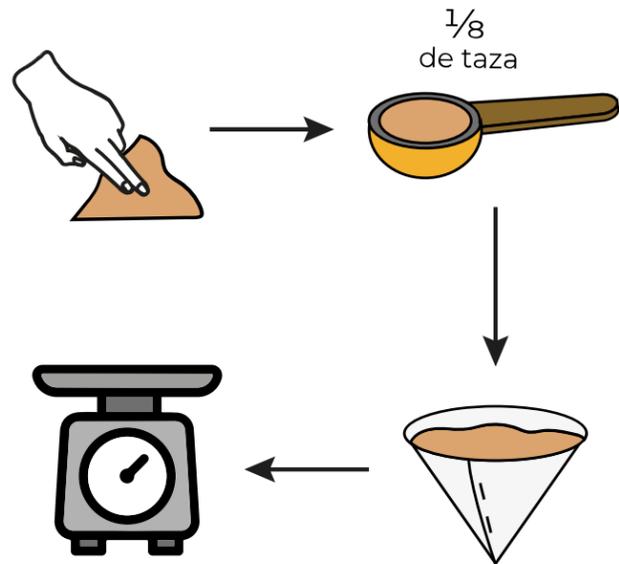
**6** Guarde la muestra dentro de una bolsa de plástico con cierre usando el cuchillo de hoja ancha. Cierre y etiquete la bolsa (lugar, coordenadas, ID, fecha y colector).

**7** Una vez en el laboratorio pese la muestra del suelo en su bolsa y registre el peso sin contar el peso de la bolsa.

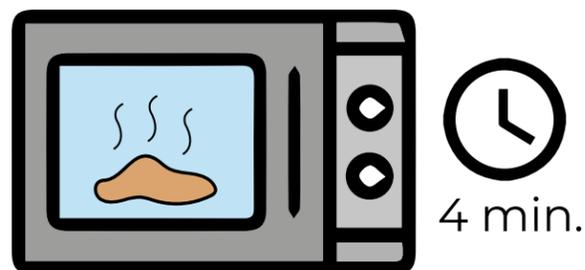


**8** Amase la muestra con los dedos hasta que quede bien mezclada, tome una submuestra no compactada con un cucharón de  $\frac{1}{8}$  de taza y póngala en un vaso de papel o tazón de cerámica.

**9** Pese y apunte el dato sin tomar en cuenta el peso del vaso o tazón.



**10** Ponga la submuestra en el microondas y seque con los ciclos de 4 minutos que sean necesarios para que quede seco.



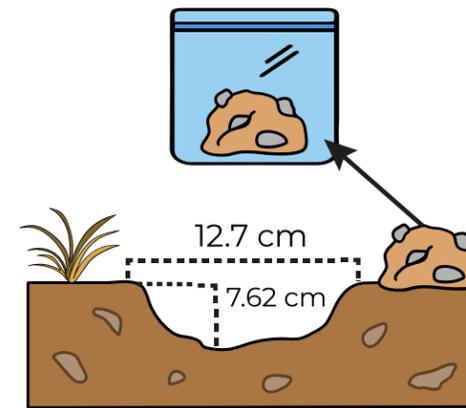
**11** Pese y registre datos.

### Datos a registrar:

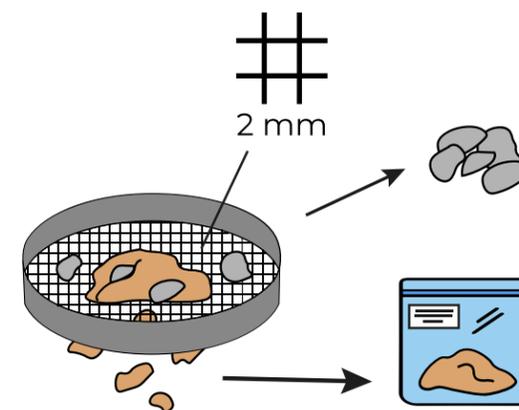
- Código de UM
- Distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo
- Peso de la muestra
- Peso de la submuestras
- Peso de la submuestras seca
- Observaciones

## Densidad aparente en suelos gravillosos o rocosos

**1** Cave un pozo con forma de olla de 7.62 cm (tres pulgadas) de profundidad y aproximadamente 12.7 cm (cinco pulgadas) de diámetro sin compactar el suelo del pozo durante la excavación. El suelo y la grava que salgan del pozo póngalos en una bolsa de plástico.



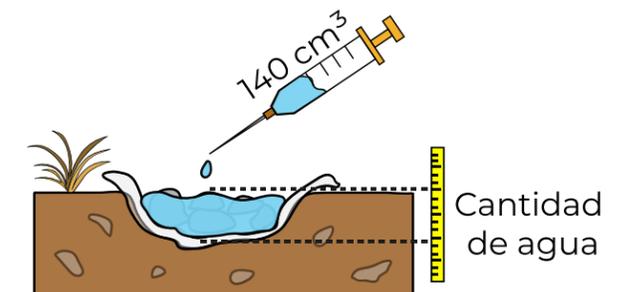
**2** Tamice el suelo de la bolsa con un tamiz de 2 mm para separar la grava. Ponga el suelo en una bolsa de plástico con cierre y la grava aparte para usar más adelante. Cierre y etiquete la bolsa de plástico (lugar, coordenadas, ID, fecha y colector).



**3** Cubra el pozo con una lámina de plástico y ponga en el centro del pozo sobre el plástico las rocas y gravas tamizadas, sin que sobresalgan del nivel de la superficie del suelo.



**4** Con una jeringa de 140 cm<sup>3</sup>, vierta agua para llenar el pozo hasta la superficie y mida la cantidad de agua utilizada. Este valor se debe apuntar, ya que representa el volumen de suelo removido.



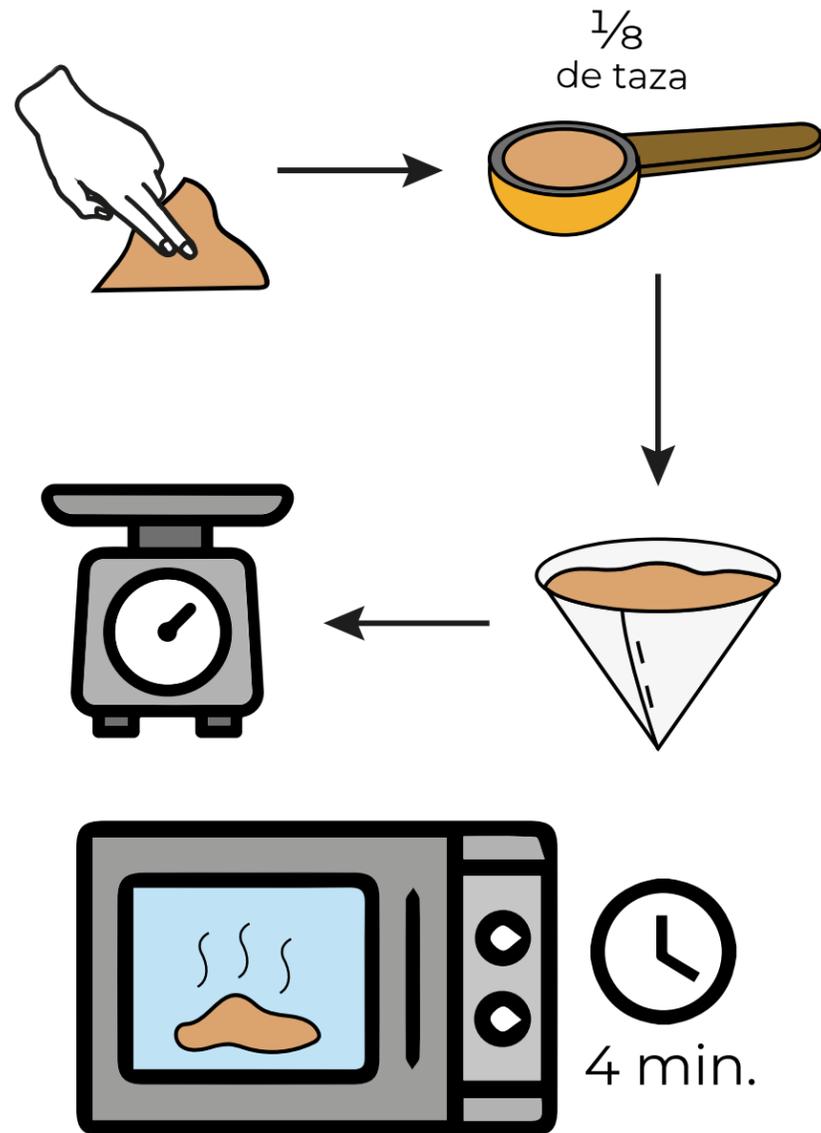
**6** Posteriormente en laboratorio, pese la muestra de suelo de la bolsa y apunte el dato. Amase la muestra con los dedos hasta que quede bien mezclada. Tome una submuestra no compactada con un cucharón de  $\frac{1}{8}$  de taza y póngala en un vaso de papel o tazón de cerámica. Pese y apunte el dato sin tomar en cuenta el peso del vaso o tazón.

**7** Ponga la submuestra en el microondas y seque con los ciclos de 4 minutos que sean necesarios para que quede seco.

**8** Pese y registre datos.

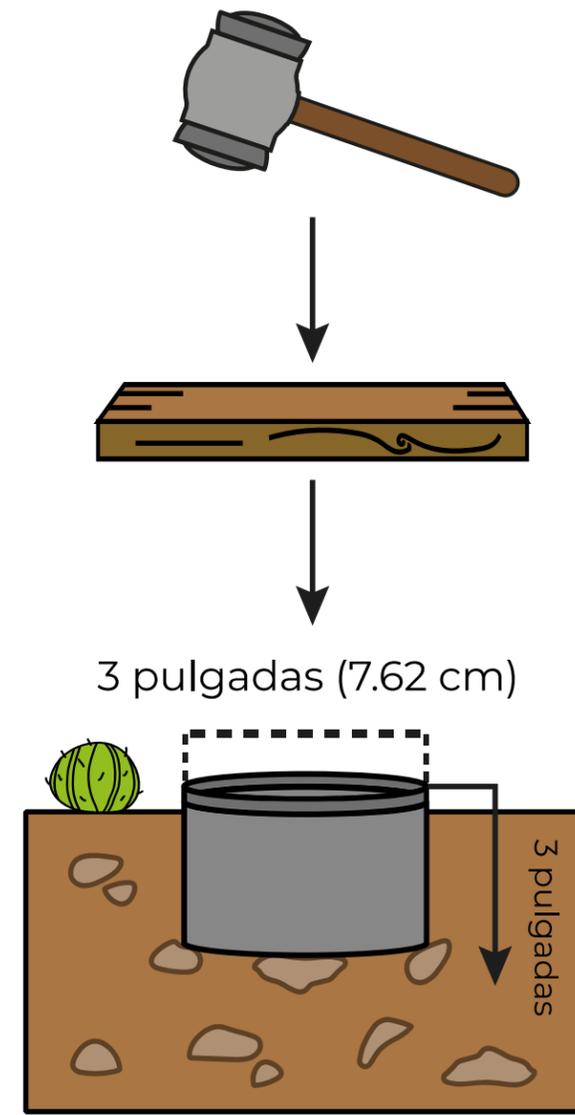
### Datos a registrar:

- Código de UM
- Cantidad de agua usada para llenar el pozo (cm<sup>3</sup>)
- Peso de la muestra en bolsa (g)
- Peso de la sub muestra (g)
- Peso de la sub muestra seca
- Observaciones

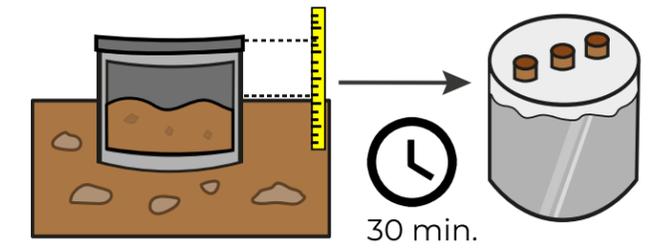


## Respiración del suelo

**1** Limpie los residuos superficiales del área de muestreo, y después ponga un anillo de 6 pulgadas (15.24 cm) con el borde biselado hacia abajo, con ayuda de un mazo y un bloque de madera clave a una profundidad de 3 pulgadas (7.62 cm) o hasta que se toque un fragmento rocoso lo impida.



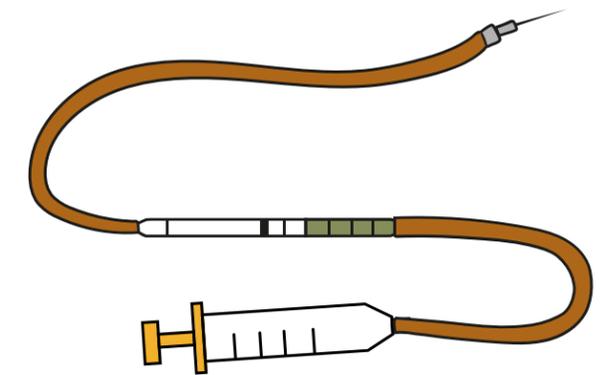
**2** Dentro del anillo, mida la distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo. Cubra el anillo con la tapa con tapones de goma y espere 30 minutos.



**3** Mientras transcurren los 30 minutos, conecte una aguja a un tubo de goma. Rompa ambos extremos del tubo *Draeger* y conéctelo al otro extremo del tubo de goma.

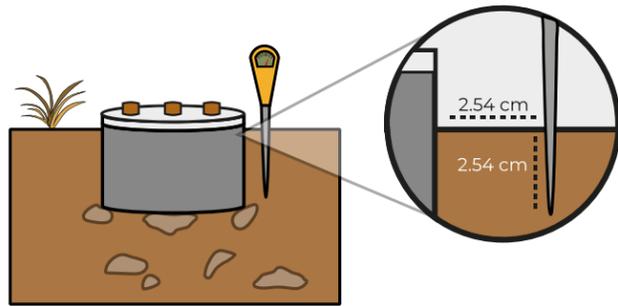
**4** La flecha en el costado del tubo *Draeger* debe apuntar en dirección contraria a la de la conexión con la aguja.

**5** Con un segundo tubo de goma, conecte el tubo *Draeger* con la jeringa.

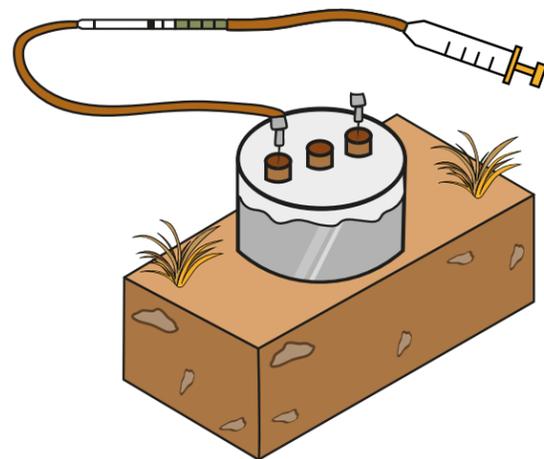


**6** Inserte el termómetro de suelos dentro del suelo adyacente al anillo con tapa (a una distancia de aproximadamente 2.54 cm del anillo y hasta una profundidad de 2.54 cm).

**7** Si el termómetro puede ser fácilmente insertado en los tapones de goma, insértelo en uno de ellos hasta una profundidad de 2.54 cm dentro del suelo.

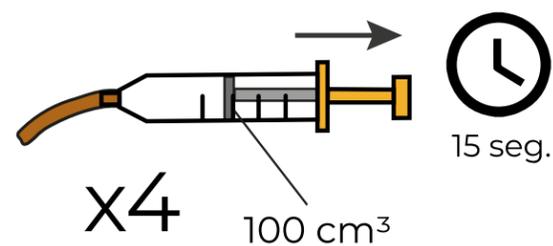


**8** Pasados los 30 minutos, inserte la aguja del aparato con tubo *Draeger* en un tapón y una segunda aguja en uno de los otros tapones de la tapa para permitir el flujo del aire hacia el espacio debajo de la tapa, durante el tiempo en que se realiza el muestreo del gas. La segunda aguja deberá ser insertada justo antes de que se muestre el gas.



**9** Por un lapso de 15 segundos, jale el mango de la jeringa hasta la lectura 100 cm<sup>3</sup> (1cm<sup>3</sup> = 1 mL). Si la lectura en el tubo *Draeger* es < 0.5 %, desconecte la jeringa del sistema y expulse el aire capturado en ella.

**10** Conecte nuevamente, tome otra muestra de 100 cm<sup>3</sup> y repita el procedimiento para que sean 4 muestras adicionales de 100 cm<sup>3</sup> del espacio bajo la tapa.



**11** Registre la temperatura en °C al momento del muestreo. En el tubo de *Draeger*, lea la columna "n=1" o la columna "n=5", dependiendo de si se muestrearon 100 cm<sup>3</sup> o si se muestrearon 500 cm<sup>3</sup>. El porcentaje de CO<sub>2</sub> está indicado por el máximo avance del color púrpura en el tubo *Draeger*.

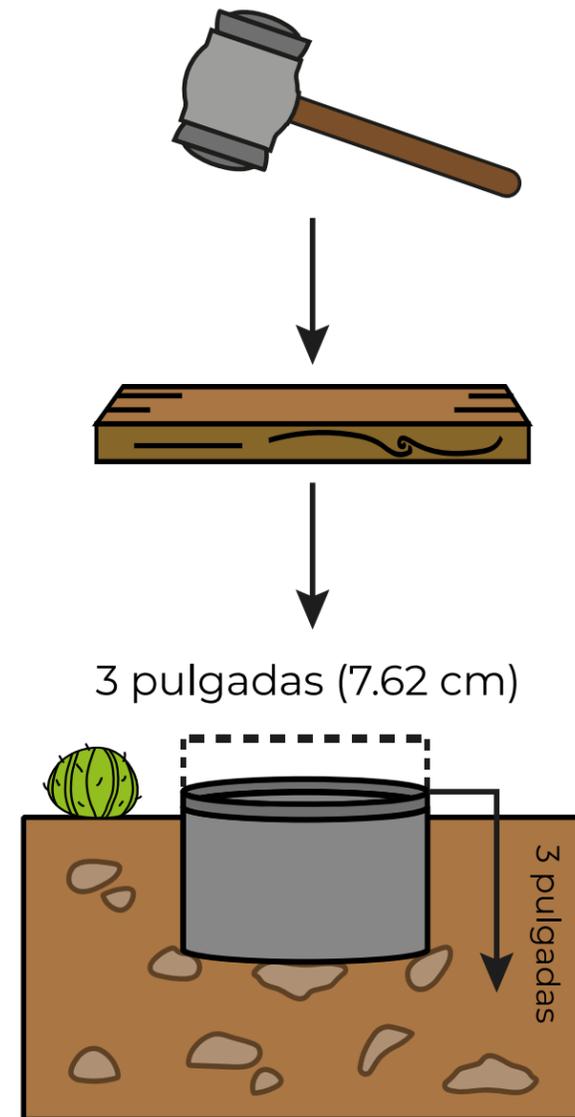
**12** Saque el termómetro, la aguja del aparato con tubo *Draeger*, la aguja para el flujo de aire y la tapa del anillo. Deje el anillo dentro del suelo para la medición de infiltración y registre datos.

#### Datos a registrar:

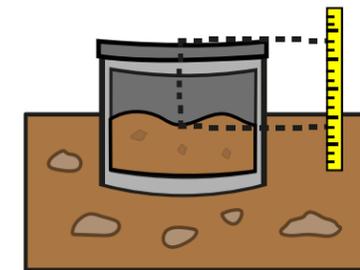
- Código de la UM
- Distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo (cm)
- Lectura en el tubo *Draeger* (cm<sup>3</sup>)
- Temperatura (°C)
- Observaciones

## Infiltración

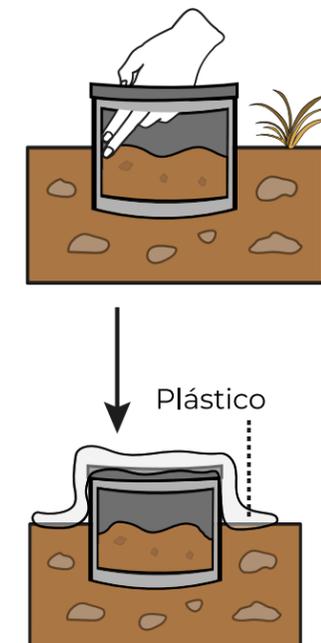
**1** Ponga un anillo de 6 pulgadas con el borde biselado hacia abajo, con ayuda de un mazo y un bloque de madera clave a una profundidad de 3 pulgadas (7.62 cm) o hasta que un fragmento rocoso lo impida.



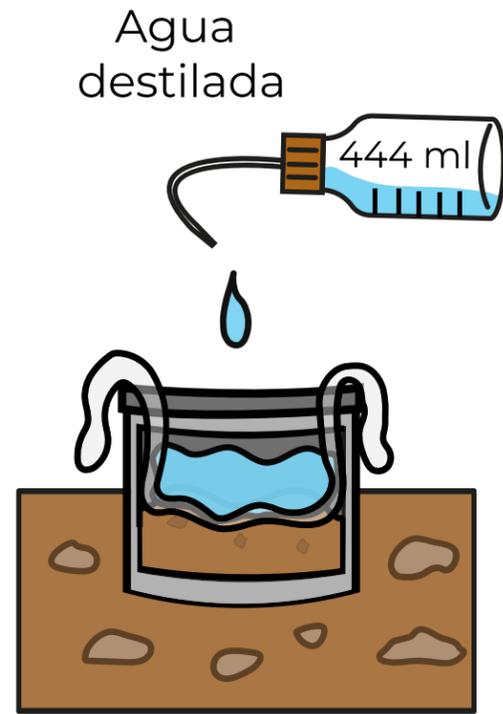
**2** Debe clavar hasta una profundidad de 3 pulgadas (7.62 cm) o hasta que se toque un fragmento rocoso que no permita que entre más. Dentro del anillo, mida la distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo y anote el valor.



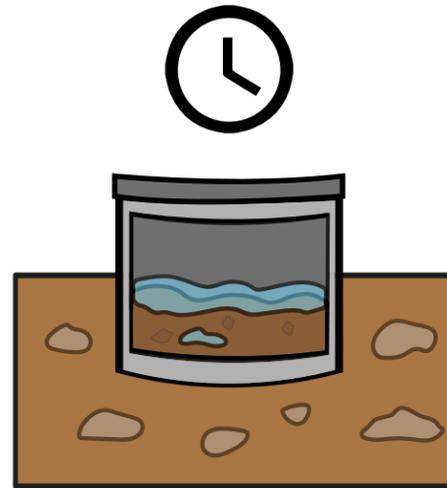
**3** Afirme suavemente con los dedos el suelo que se encuentra alrededor de los bordes internos del anillo de 6 pulgadas previamente insertado en el suelo, sin tocar el resto del suelo. Cubra el anillo y la superficie del suelo dentro del anillo con ayuda de un rollo de plástico para cocina.



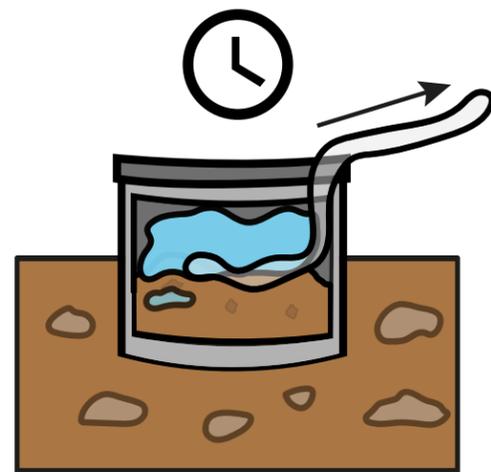
**4** Rellene una botella marcada hasta los 444 ml con agua destilada y vierta en el anillo recubierto.



**6** En el caso de suelos secos se deberá repetir el proceso una vez más, debido a que la primera muestra moja el suelo y la segunda da una mejor estimación de la velocidad de infiltración del suelo. Si el suelo está previamente húmedo, no es necesario repetir el procedimiento y se toma el primer valor.



**5** Con cuidado, quite la envoltura de plástico dejando que el agua caiga dentro del anillo y tome el tiempo necesario para que el agua penetre el suelo en su totalidad. Tome el dato.



**Si el suelo está previamente húmedo, no es necesario repetir el procedimiento y se toma el primer valor.**

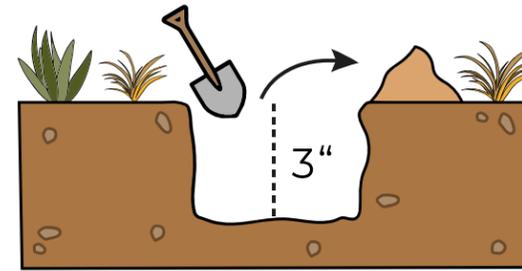
**7** Registre datos.

#### Datos a registrar:

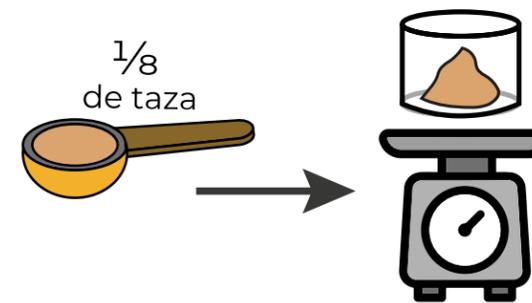
- Código de la UM
- Distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo
- Tiempo que toma para que el agua penetre el suelo en su totalidad
- Observaciones

## Conductividad eléctrica

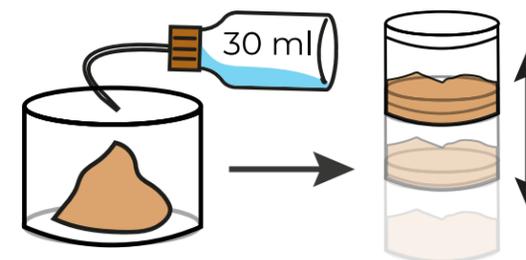
**1** La muestra de suelo se tomará a 7.62 cm (3 pulgadas) de profundidad, puede apoyarse del anillo de 6 pulgadas o de la pala para ello, mézclela minuciosamente.



**2** Posteriormente tome una submuestra de  $\frac{1}{8}$  de taza con el cucharón de muestreo lleno al ras y ponga en un recipiente plástico. Pese la submuestra y registre el dato.



**3** Agregue 30 ml de agua destilada al recipiente con la submuestra. Esta mezcla de suelo-agua corresponde a una relación 1:1 en cuanto a volúmenes. Tape el recipiente y agite fuerte alrededor de 25 veces.



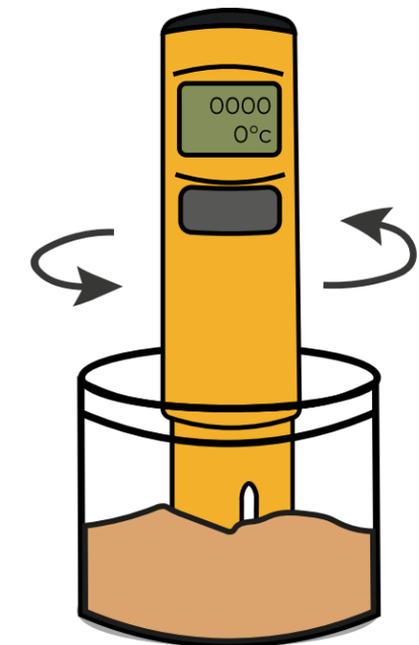
**4** Abra el recipiente e inserte el medidor de bolsillo de conductividad eléctrica en la mezcla de suelo-agua.

**5** Realice la lectura mientras las partículas del suelo están todavía suspendidas en la solución.

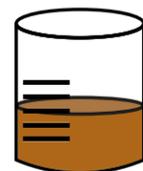
**6** Para evitar que las partículas se depositen, mueva suavemente la solución con el medidor.

**7** No sumerja el medidor por encima del nivel de inmersión. Cuando la lectura se estabilice, permaneciendo igual por 10 segundos, registre la lectura en decisiemens por metro (dS/m).

**8** Registre datos.



**8** Guarde la mezcla de suelo-agua para la medición de pH.



**9** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Código de la UM
- Lectura en decisiemens por metro (dS/m)
- Observaciones

## pH

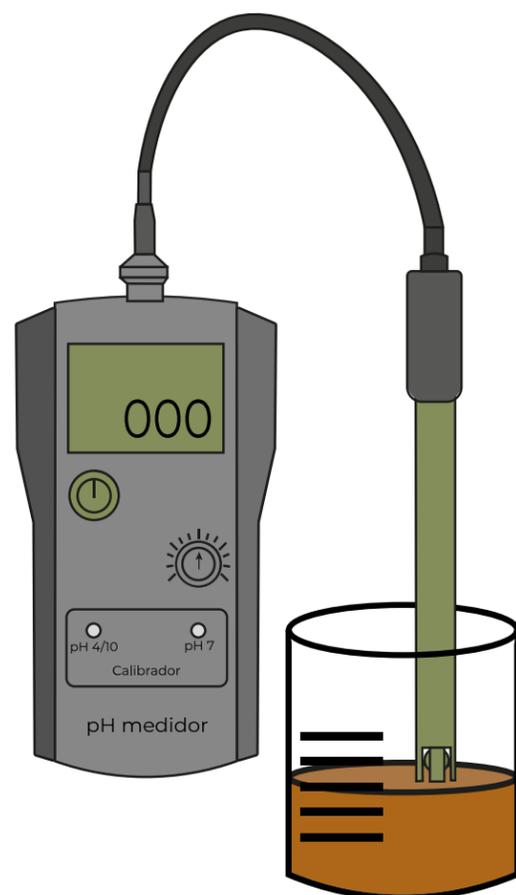
**1** Para medir el pH, espere alrededor de 10 a 15 minutos después de la medida de conductividad eléctrica para que las partículas de suelo se asienten.

**2** Calibre el medidor de pH, insértelo en el sector superior de la solución y préndalo.

**3** Espere a que se estabilice (0-30 segundos) y registre la lectura digital.

**4** Guarde la mezcla de suelo-agua para la medición de nitratos del suelo.

**5** Registre datos.

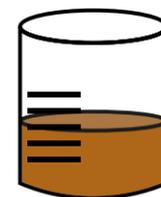


### Datos a registrar:

- Lectura de pH
- Observaciones

## Nitratos del suelo

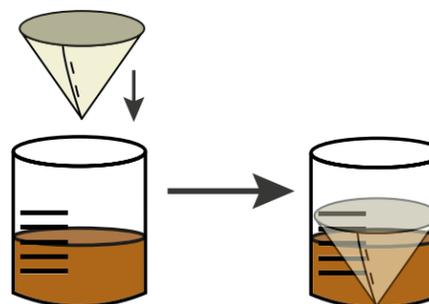
**1** En un vaso ponga la mezcla de suelo-agua.



**2** Tome el papel filtro y pliéguelo por la mitad haciendo un semicírculo.

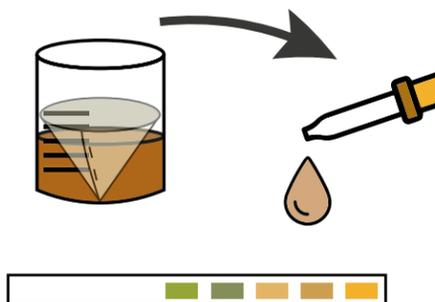


**3** Abra el papel filtro dándole forma de cono y empuje rápidamente dentro del vaso con la mezcla de suelo-agua hasta que toque el fondo del vaso.



**4** Espere hasta que haya filtrado hacia el interior del papel un volumen equivalente al de un cuentagotas.

**5** Usando el cuentagotas y una cinta de chequeo de nitratos/nitritos, deje caer 1 ó 2 gotas de la solución filtrada sobre cada una de las dos almohadillas sensibles de la cinta.



**6** Alinee la cinta de ensayos con el diagrama sobre la botella y, pasados 60 segundos, compare el extremo de la banda sensible con la escala de nitratos.



**7** Estime la cantidad de nitratos de acuerdo con el cambio de color y registre el valor de la escala de nitratos en PPM.

**8** Este valor es una estimación de la concentración de N en nitratos en el extracto.

**9** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Valor de la concentración nitratos (PPM)
- Observaciones

# Edafofauna

Para su monitoreo se recomiendan dos principales métodos complementarios: el uso de trampas de caída y la captura directa.

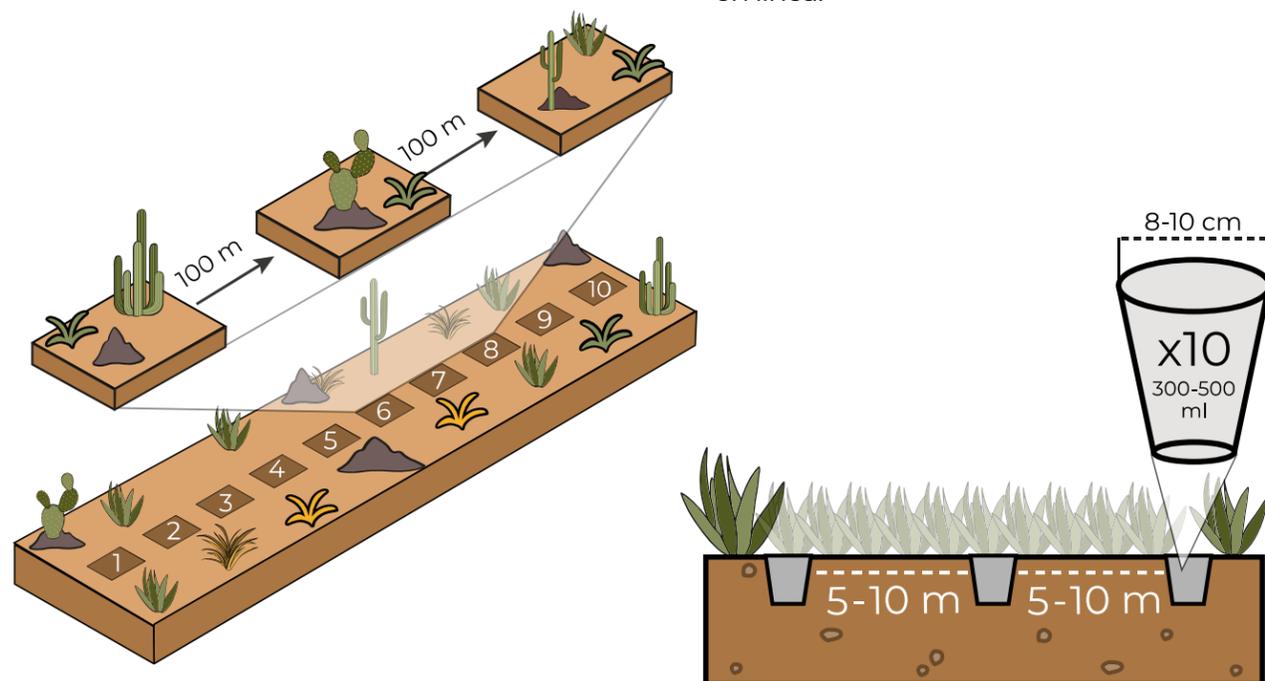
**Nota importante:** la edafofauna está compuesta por diversos grupos funcionales como los omnívoros, herbívoros, fungívoros, depredadores y los detritívoros (ácaros (oribátidos y uropodinos), proturos, colémbolos, lombrices de tierra, psocópteros, moluscos, cochinillas, termitas, milpiés, entre otros). 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

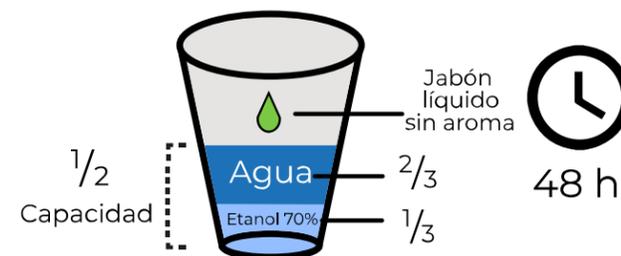
Estas trampas son recomendadas para la captura e identificación de fauna e invertebrados que se desplazan por el estrato rasante.

**1** Instale 10 estaciones separadas por 100 m una de la otra.

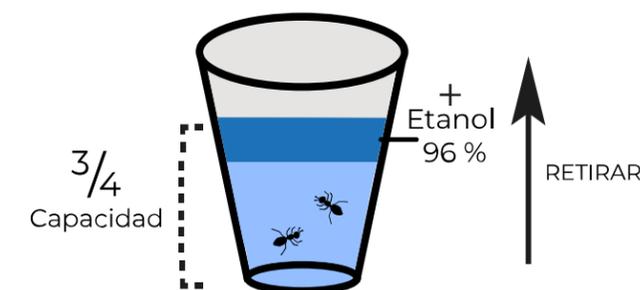
**2** En cada estación, coloque 10 trampas (recipientes plásticos de 8 cm a 10 cm de diámetro y de 300 a 500 ml de capacidad) separadas entre sí de 5 a 10 m y dispuestas en línea.



**3** Entierre los recipientes con la boca al ras de suelo con una mezcla de  $\frac{1}{3}$  de etanol al 70 %,  $\frac{2}{3}$  de agua y una gota de jabón líquido sin aroma, a media capacidad. Deje instaladas las trampas por 48 h.



**4** Pasadas las 48 h revise las trampas y retirelas adicionando etanol al 96 % hasta completar al menos  $\frac{3}{4}$  de capacidad de cada uno de los recipientes.



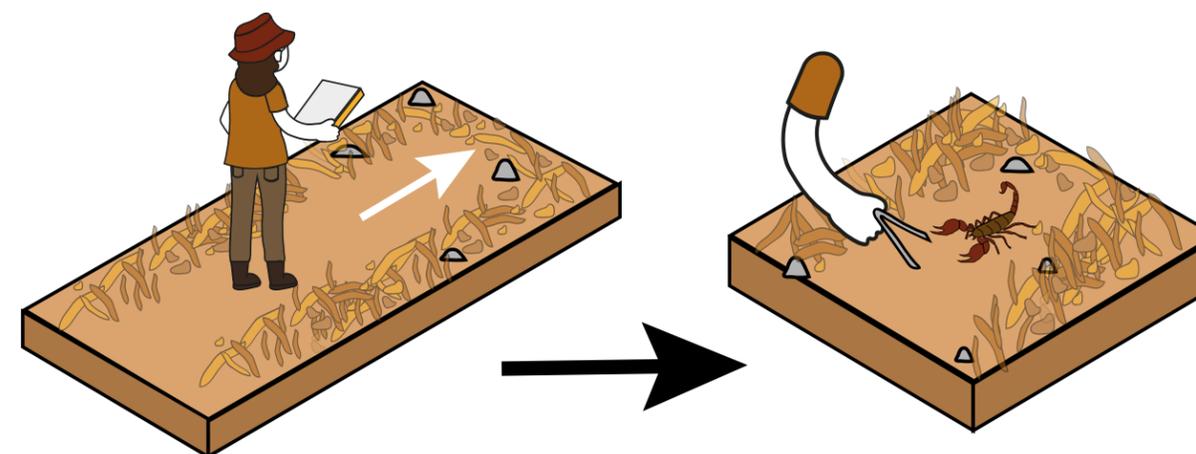
**5** Registre datos (página 68).

## II. Captura directa

Este método se realiza para la identificación de invertebrados presentes en el suelo. Se puede realizar de forma simultánea con las trampas de caída **pitfall** o de forma independiente.

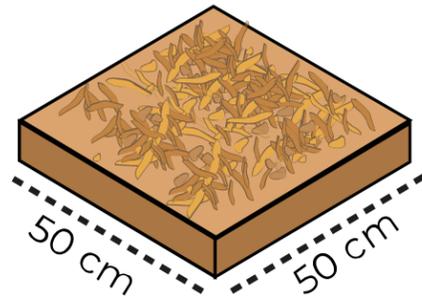
**1** Realice recorridos paralelos a la línea de ubicación de las trampas de caída.

**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.

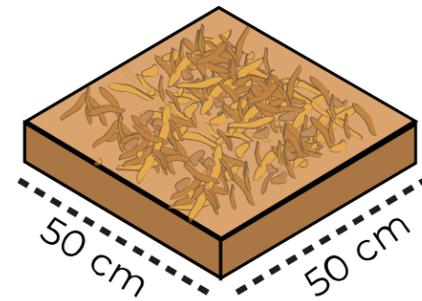


**3** También puede coleccionar hojarasca de dos cuadrantes de 50 x 50 cm en por lo menos dos puntos de cada una de las estaciones. Recoja toda la hojarasca del cuadrante hasta encontrar el horizonte orgánico. Con un esfuerzo de muestreo de 2 h/persona por muestra y por recorrido.

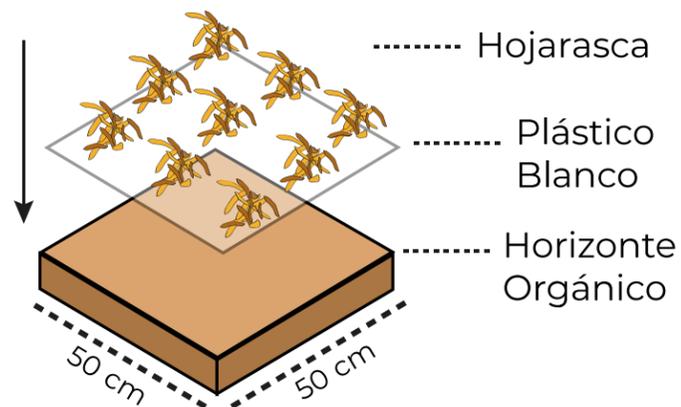
Cuadrante 1



Cuadrante 2



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



**5** Registre datos.

**Datos a registrar:**

- Coordenadas de las estaciones de trampas de caída
- Números de trampas/transecto
- Conteo de organismos colectados por estación/transecto
- Conteo de organismos colectados por objeto y cuadrante
- Presencia-ausencia, familias, nombre científico (en caso de conocerlo) o morfoespecies
- Observaciones

**Nota importante:** al identificar la presencia de invertebrados del suelo mediante los métodos anteriormente mencionados, deberá tomar varias fotografías que capturen caracteres distintivos de los organismos con la finalidad de facilitar la determinación taxonómica. En caso de contar con permiso de colecta de SEMARNAT, podrá llevar a cabo la colecta de los individuos y deberá etiquetarlos (fecha, localidad y nombre del colector) correctamente para su posterior determinación en laboratorio con un experto que colabore con el Área Natural Protegida.

**Basado en:**

- Abi-Saab A. R. (2012). *Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la estancia, Madrid, Cundinamarca*. Utilizando indicadores de calidad de suelos. (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales). <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8990/AbiSaabArriecheRosana2012.pdf?sequence=1>
- Bautista Carrascosa, MI.; Oliver Talens, J. (2017). *DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA AL TACTO*. <http://hdl.handle.net/10251/84041>
- Cabrera Dávila, G., A. A. Socarrás, E. Gutiérrez Cubría, T. Tcherva, C. A. Martínez-Muñoz y A. Lozada Piña. (2017). *Fauna del suelo*. 254-283. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA. [http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/16/254-283\\_Libro\\_Bio](http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/16/254-283_Libro_Bio)
- 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](https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/Manual_de_Suelos_v1.5_dobles_opt.pdf)
- 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](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001)
- USDA (1999). *Guía para la evaluación de calidad y salud del suelo*. USDA. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051284.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051284.pdf)

A landscape photograph showing a vast field of tall, columnar cacti (likely Saguaro cacti) in the foreground and middle ground. The cacti are densely packed on the left side and become sparser towards the right. In the background, there are rolling hills and mountains under a sky with scattered white clouds. A dirt path, bordered by small rocks, winds through the lower right portion of the image. The overall scene is a natural, arid environment.

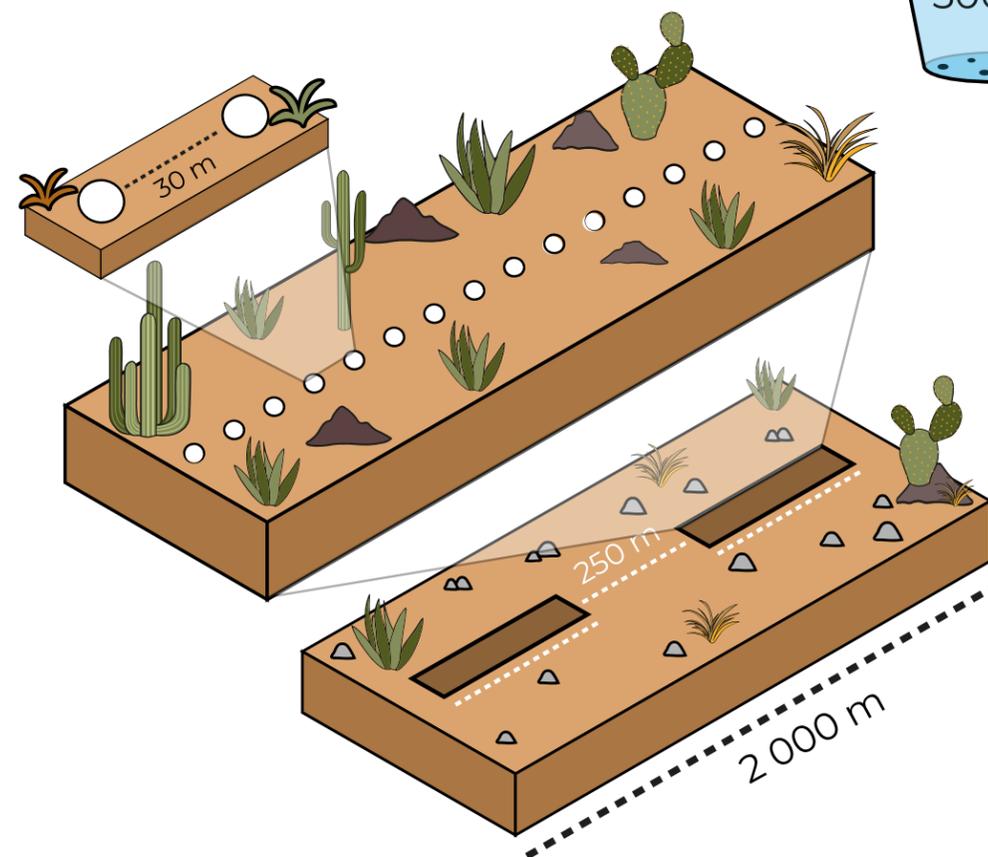
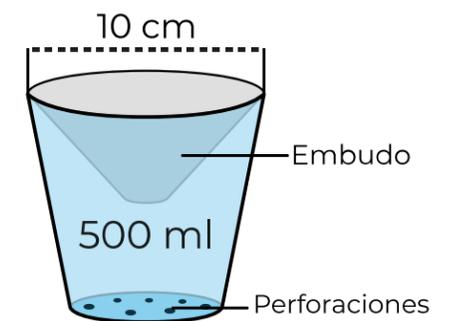
Indicador 7  
**Diversidad de  
artrópodos**

# Escarabajos

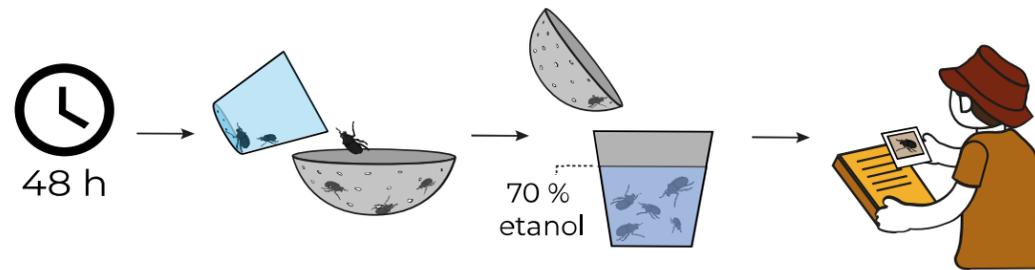
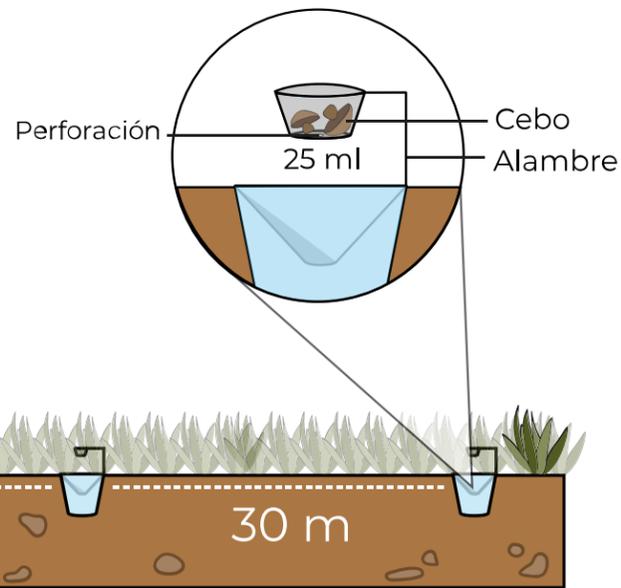
Para el monitoreo de este grupo se recomiendan los transectos lineales con trampas.

**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, sepárelos 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 %.

**6** Registre datos.

**5** En caso de que cuente con el permiso de colecta (**ver Recomendaciones página 149**) y requiera coleccionar algún espécimen, deposite el ejemplar en un recipiente con etanol al 70 %. Rotule cada muestra, registre la trampa de origen, la especie y el número de individuos por especie.

#### Datos a registrar:

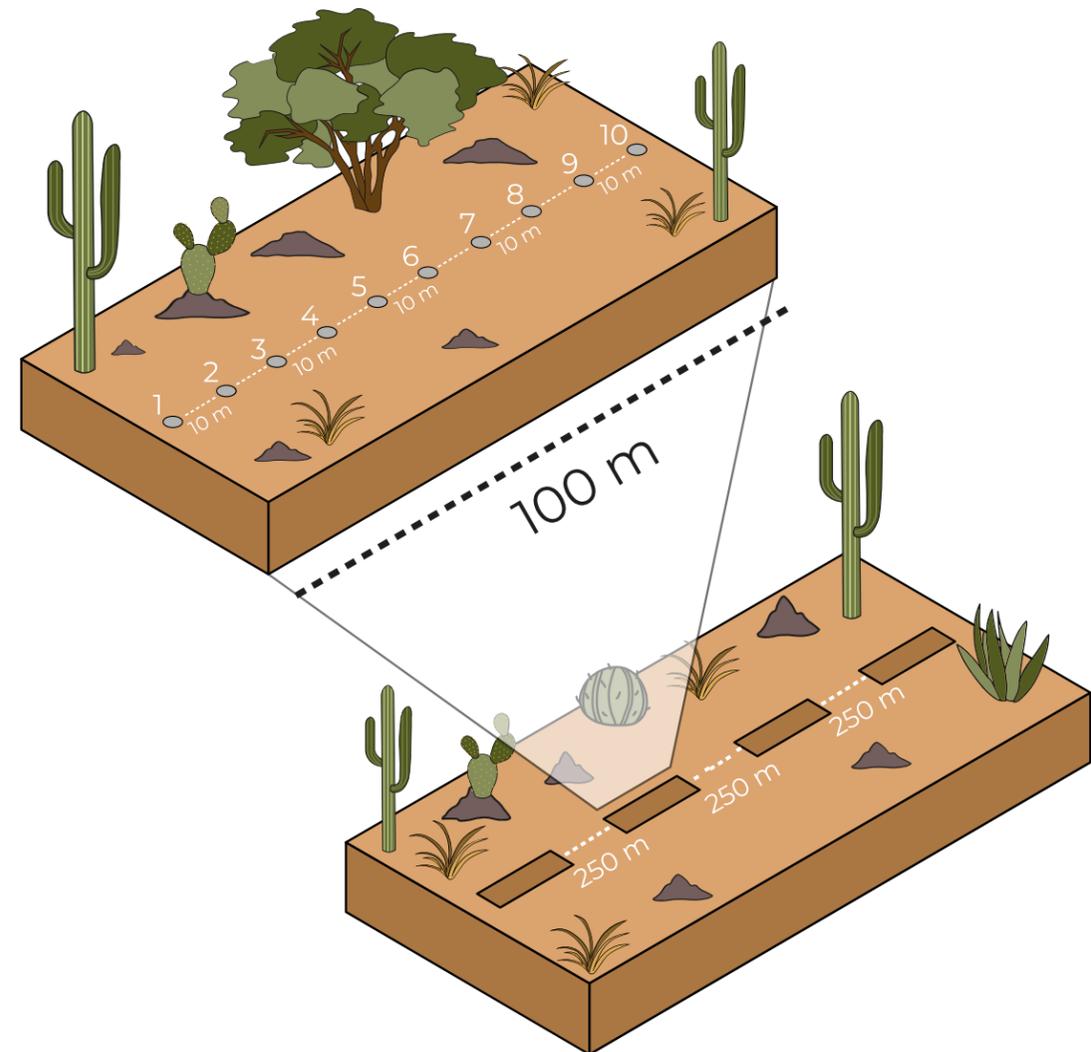
- Coordenadas del inicio y final del transecto
- Número de trampa
- Número de escarabajos capturados
- Nombre común o científico de los individuos capturados
- Nombre completo de quién captura la información o realiza la actividad
- Muestras rotuladas
- Fotografías ordenadas de los individuos identificados
- 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.

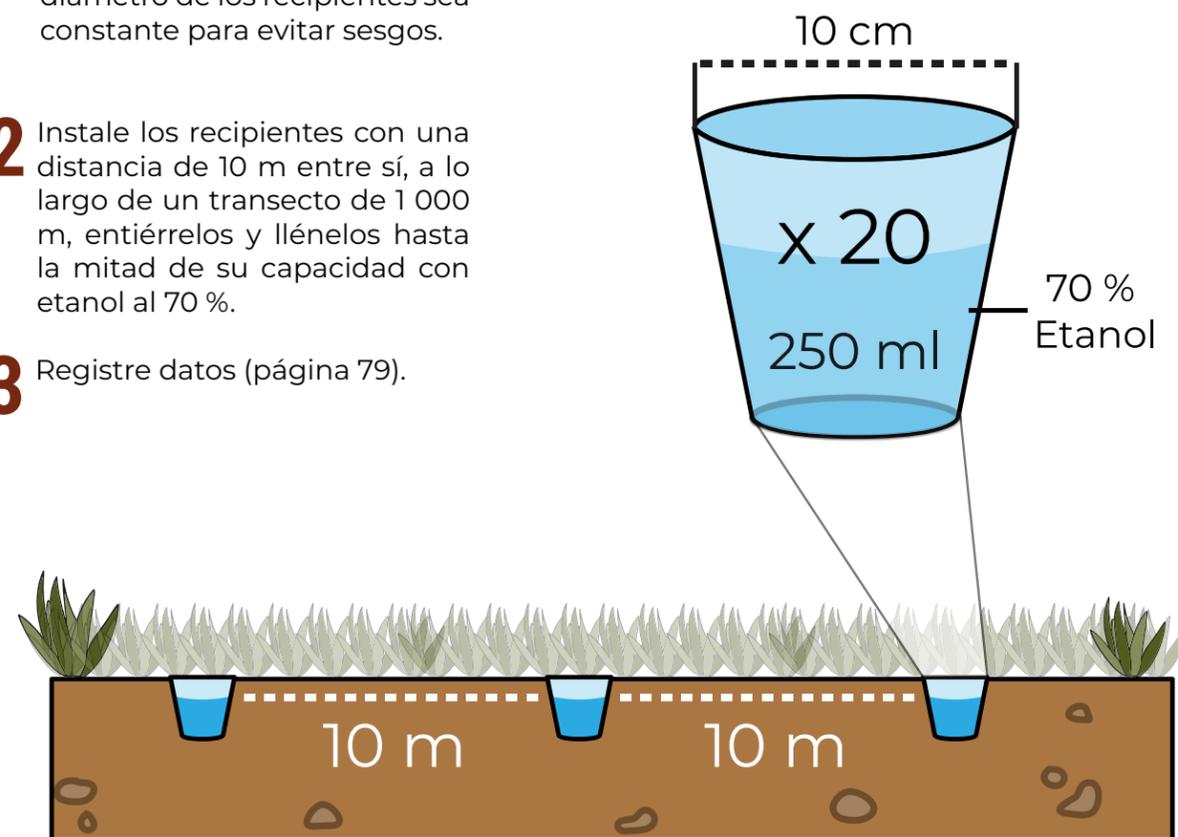
Para cada sitio de muestreo por localidad, se recomienda un transecto lineal de 200 m de longitud por cada 1 000 m. Las trampas Winkler y las de caída deberán estar activas por espacio de al menos 48 horas.



## Trampas de caída

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

- 1 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.
- 2 Instale los recipientes con una distancia de 10 m entre sí, a lo largo de un transecto de 1 000 m, entiérrelos y llénelos hasta la mitad de su capacidad con etanol al 70 %.
- 3 Registre datos (página 79).



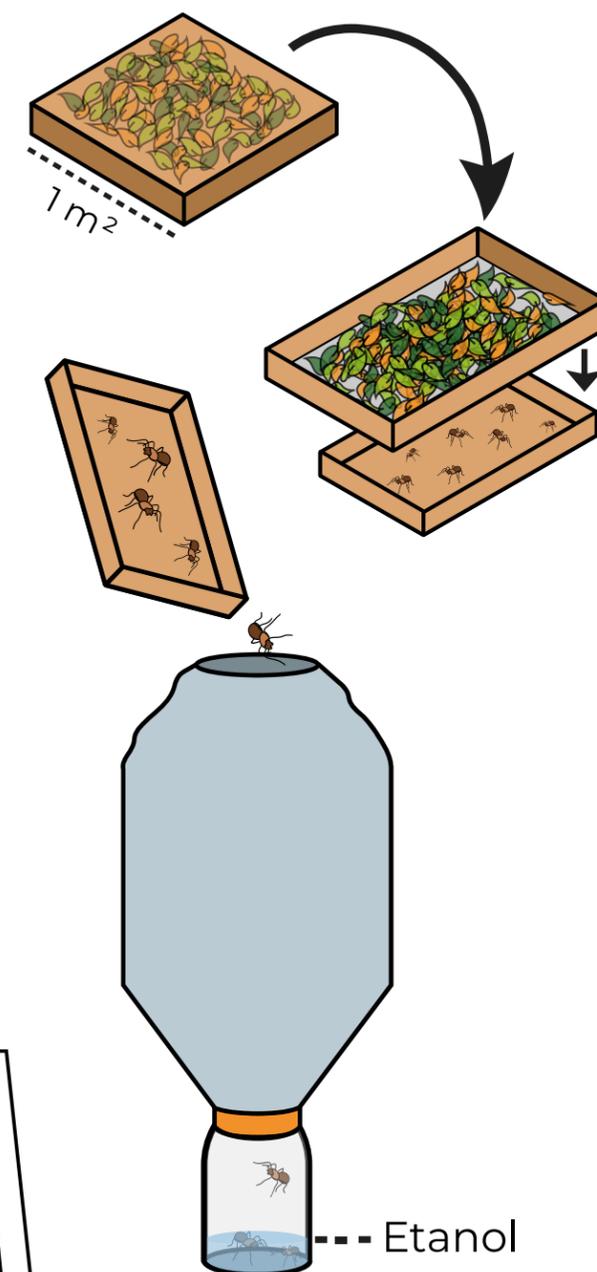
76

Indicador 7

## Trampas Winkler

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

- 1 Para su uso, tome una muestra de hojarasca de 1 m<sup>2</sup> 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 Con la finalidad de evitar la mortalidad de los individuos se recomienda la toma de fotografías de las distintas estructuras de los individuos capturados.
- 4 En caso de que cuente con el permiso de colecta (**ver Recomendaciones página 149**) y requiera coleccionar algún espécimen, deposite el ejemplar en un recipiente con etanol al 70 %. Rotule cada muestra, registre la trampa de origen, la especie y el número de individuos por especie.
- 5 Registre datos (página 79).



77

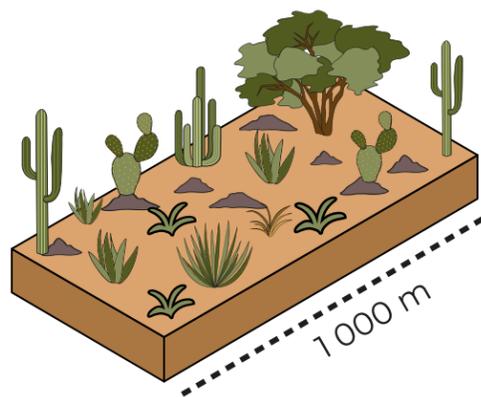
Indicador 7

# Métodos opcionales

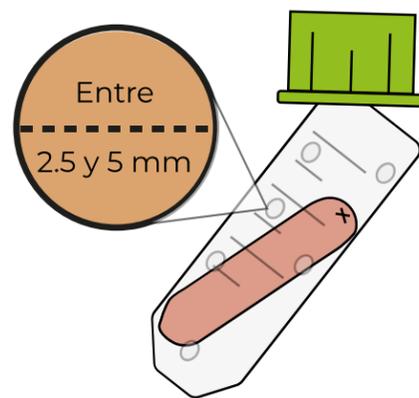
## I. Cebos

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

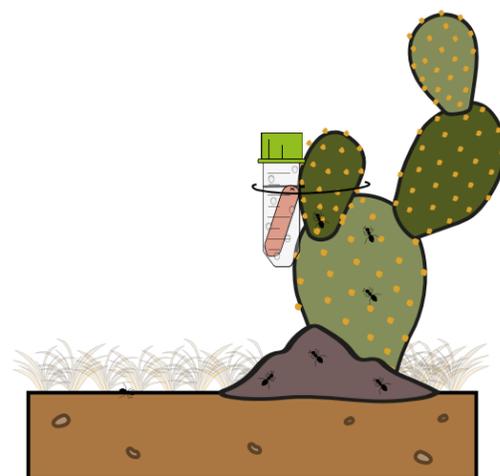
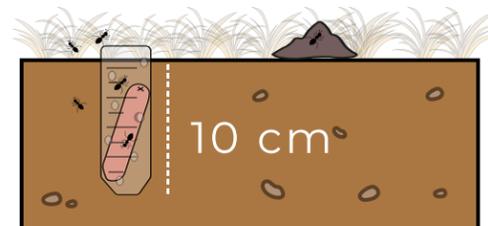
- 1 En cada transecto de 1 000 m, instale tres trampas con cebo.



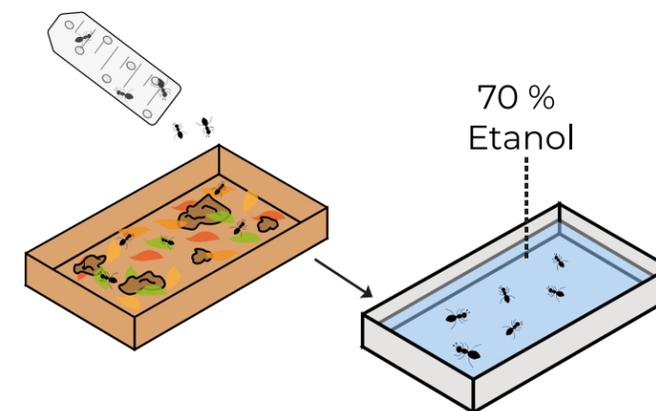
- 2 Meta estos cebos dentro de un pequeño tubo de plástico con perforaciones que pueden variar entre 2.5 y 5 mm de diámetro; estos pueden ser tubos eppendorf, frascos de los rollos de fotografía o algún frasco de plástico de tamaño similar.



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

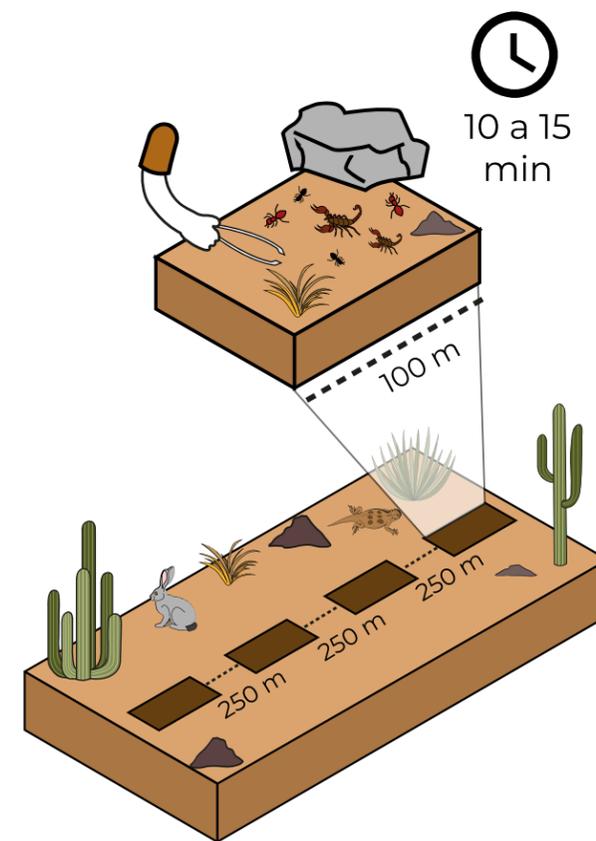


- 5 Registre datos.

## II. Búsqueda manual

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

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



- 2 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
- Método seleccionado
- Coordenadas de los puntos donde se instalen las trampas de caída
- Número de individuos colectados por sitio
- Nombre científico o común 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*. 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?sequence=1](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9281/monitoreo_restauracion_baja_1.pdf?sequence=1)
- 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.
- Atkinson, T. H. (2012). *Estado de conocimiento de la taxonomía de los escarabajos descortezadores y ambrosiales de México (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*. In Memorias del XVI Simposio Nacional de Parasitología Forestal (pp. 13-27). [http://www.monarthrum.info/pdf\\_assets/atkinson%202012%20Memoria\\_XVI\\_Simposio\\_Parasitologia\\_Forestal.pdf](http://www.monarthrum.info/pdf_assets/atkinson%202012%20Memoria_XVI_Simposio_Parasitologia_Forestal.pdf)
- Estévez, P. (2016). Polinización en Lepidópteros nocturnos. *Revista de Biología. UVIGO* 8: 75-82. [http://revbigoweb.uvigo.es/images/revbigoweb/2016/Revbigoweb\\_2016\\_04.pdf](http://revbigoweb.uvigo.es/images/revbigoweb/2016/Revbigoweb_2016_04.pdf)
- 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.
- Moreno, C. E., Sánchez-Rojas, G., Verdú, J. R., Numa, C., Marcos-García, M. A., Martínez-Falcón, A. P., ... y Halfpeter, G. (2007). *Biodiversidad en ambientes agropecuarios semiáridos en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, México*. Hacia una cultura de la conservación de la diversidad biológica, 6, 97-107. [https://uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI\\_EcoConser-Biolo/gerardo\\_sanchez/2007capituloMetztitlan.pdf](https://uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_EcoConser-Biolo/gerardo_sanchez/2007capituloMetztitlan.pdf)
- 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. Bogotá, Colombia. 236. <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

# Indicador 8

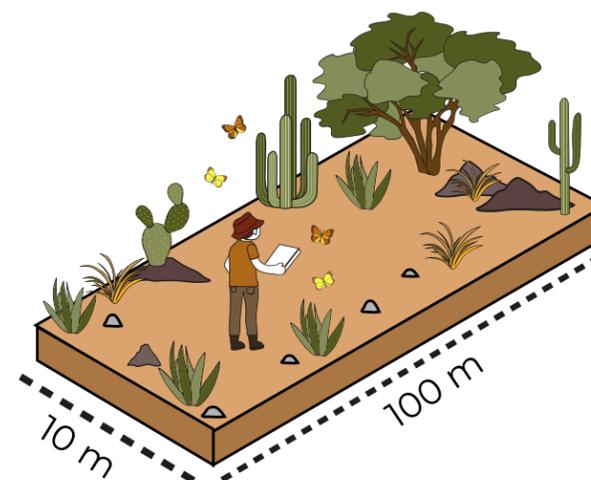
## \*Diversidad de insectos polinizadores



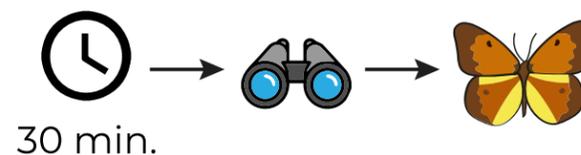
# Mariposas diurnas

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.

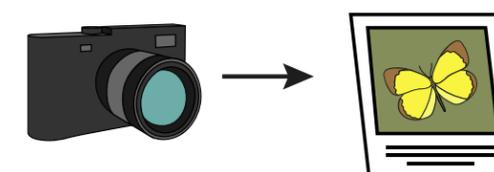
**1** Recorra el transecto por 30 minutos por el centro, observando cinco metros a la izquierda y cinco metros a la derecha.



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

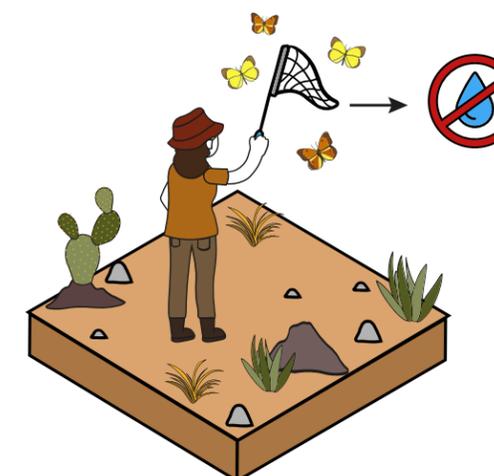


**3** Si le es posible, tome fotografías de los individuos para facilitar la determinación taxonómica de las especies con ayuda de un experto entomólogo.

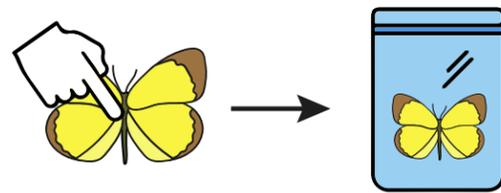


**4** Si no se pueden identificar en campo, utilice una red entomológica para la captura directa de las mariposas para ser posteriormente identificadas y depositadas en una colección científica.

**Nota importante:** no utilice las redes mojadas, ya que provoca que las mariposas queden destruidas.



**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.

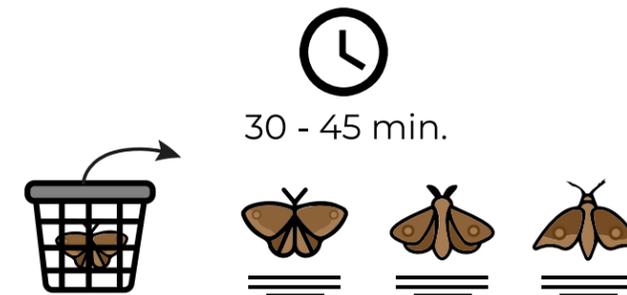


**6** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Coordenadas del transecto
- Hora de monitoreo
- Número total de individuos capturados
- Número total de individuos/especie o individuos/familia
- Revise y anote si las mariposas presentan polen en alguna de sus estructuras
- Cualquier tipo de observación relacionada con la captura de los individuos
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Observaciones

**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.

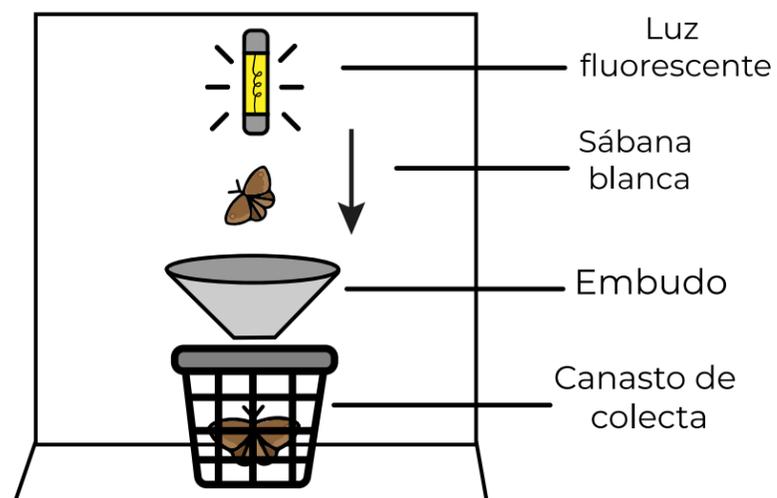
### Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio de instalación de la trampa de luz
- Número total de individuos capturados
- Número total de individuos/especie o individuos/familia
- Revise y anote si las mariposas presentan polen en alguna de sus estructuras
- Cualquier tipo de observación relacionada con la captura de los individuos
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- 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.

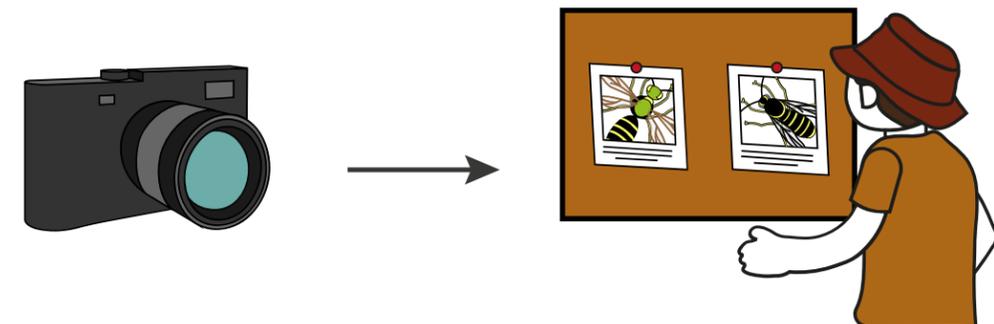
**1** En el transecto establecido para el monitoreo de mariposas diurnas, instale una trampa nocturna de luz la cual consiste en un dispositivo que cuenta con un tubo fluorescente, que al encenderse atrae a las mariposas de hábito crepuscular y nocturno, una sábana color blanca con la que chocaran las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



## Abejas

Para el monitoreo de este indicador se presentan dos métodos que serán seleccionados dependiendo del tamaño del ecosistema.

- **Nota importante:** 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.

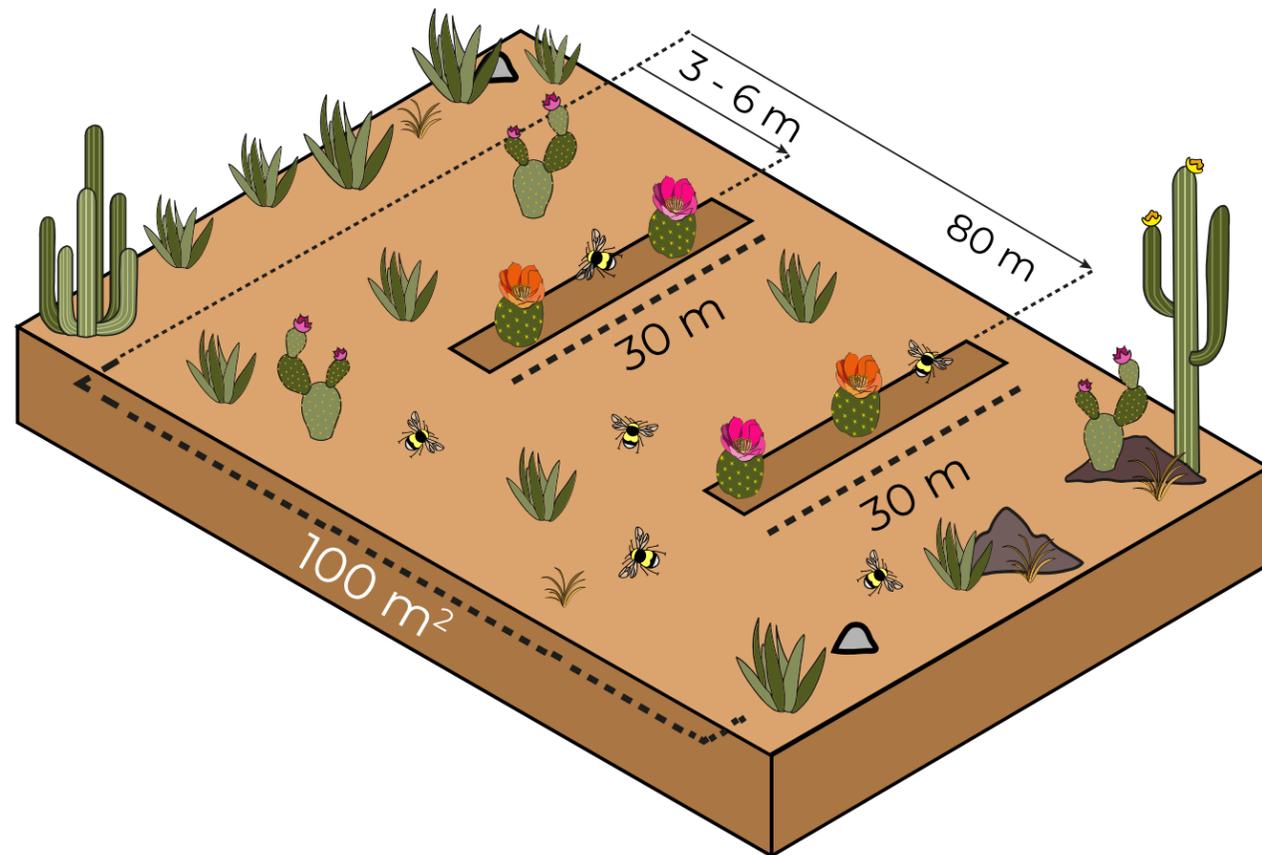


## I. Ecosistemas amplios

Estos son aquellos que miden al menos 10 000 m<sup>2</sup>.

- 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 hábitat o a 80 m de algunos de los bordes.

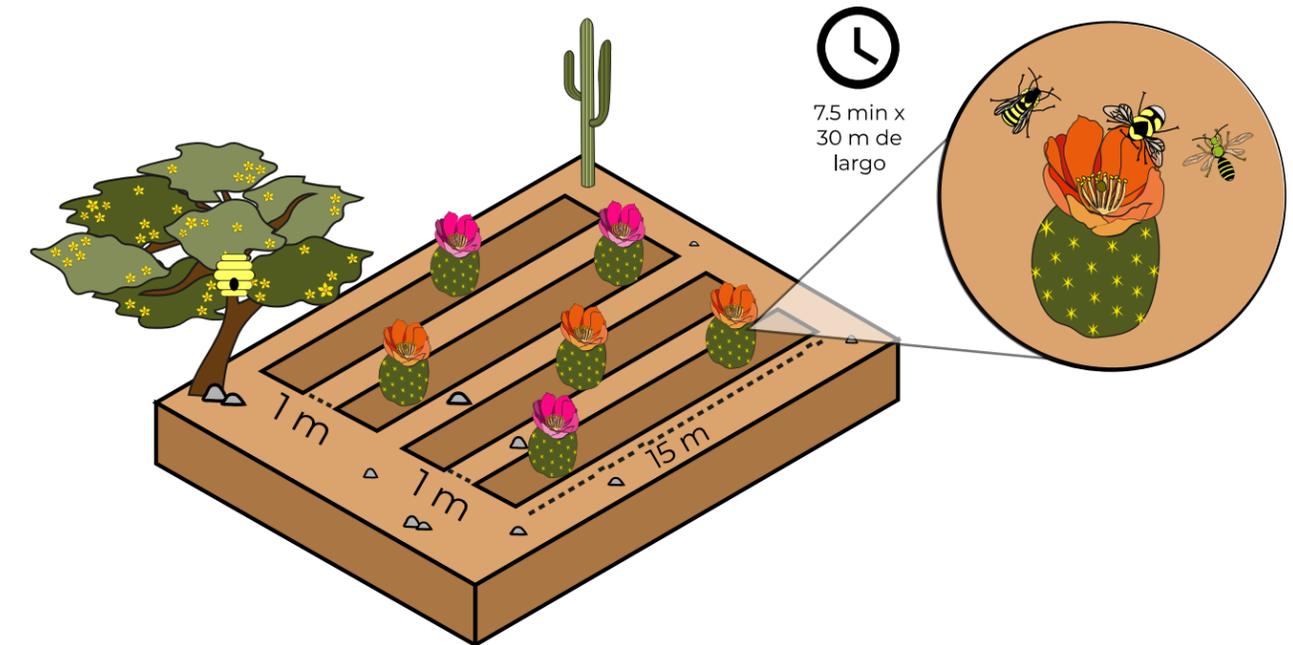
- 2 Registre datos (página 87).



## 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.

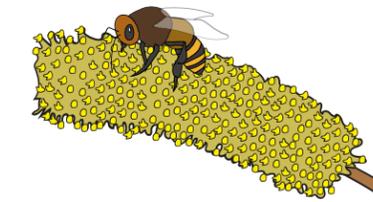
- 2 Registre datos.



7.5 min x  
30 m de  
largo



0.5 seg



- 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.

### Datos a registrar:

- Transecto
- Coordenada (inicio y final)
- Nombre común
- Especie o género de la abeja
- Especifique si es abeja nativa o melífera
- Especie o género de la flor en la que se encontraba
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Observaciones

## Basado en:

- Agosti, D. y Majer, J., Leeane, A. y Schultz, T. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washingt. 10.5281/zenodo.11736. [https://www.researchgate.net/publication/216849738\\_Ants\\_standard\\_methods\\_for\\_measuring\\_and\\_monitoring\\_biodiversity\\_Smithsonian\\_Institution\\_Press\\_Washingt/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/216849738_Ants_standard_methods_for_measuring_and_monitoring_biodiversity_Smithsonian_Institution_Press_Washingt/citation/download)
- 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 B: ciencias biológicas, 274 (1608), 303-313.
- National Research Council. *Status of Pollinators in North America*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11761>
- Ibarra, Adolfo, Curoe, Daniel J., y Ramírez-Ponce, Andrés. (2018). Descripción de una especie nueva de *Hyalophora* (Lepidoptera: Saturniidae: Attacini) de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1068-1073. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2583>
- Meléndez-Jaramillo, E., García-Jiménez, J., y Cantú-Ayala, C. (2015). Pieridae (Lepidoptera: Rhopalocera) del Cerro Bufo El Diente, municipio de San Carlos, Tamaulipas, México. *Entomología Mexicana*, 2, 863-869. [https://www.researchgate.net/profile/Edmar-Melendez-Jaramillo-2/publication/326341655\\_PIERIDAE\\_LEPIDOPTERA\\_RHOPALOCERA\\_DEL\\_CERRO\\_BUFA\\_EL\\_DIENTE\\_MUNICIPIO\\_DE\\_SAN\\_CARLOS\\_TAMAULIPAS\\_MEXICO/links/5b46a641a6fdccadaec0f9ba/PIERIDAE-LEPIDOPTERA-RHOPALOCERA-DEL-CERRO-BUFA-EL-DIENTE-MUNICIPIO-DE-SAN-CARLOS-TAMAULIPAS-MEXICO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edmar-Melendez-Jaramillo-2/publication/326341655_PIERIDAE_LEPIDOPTERA_RHOPALOCERA_DEL_CERRO_BUFA_EL_DIENTE_MUNICIPIO_DE_SAN_CARLOS_TAMAULIPAS_MEXICO/links/5b46a641a6fdccadaec0f9ba/PIERIDAE-LEPIDOPTERA-RHOPALOCERA-DEL-CERRO-BUFA-EL-DIENTE-MUNICIPIO-DE-SAN-CARLOS-TAMAULIPAS-MEXICO.pdf)
- 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.. 236 <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

A landscape photograph showing a vast field of tall, columnar cacti (likely Saguaro cacti) in the foreground and middle ground. The cacti are green and some have small arms. The ground is covered with dry, brownish vegetation and a dirt path winds through the scene. In the background, there are rolling hills and mountains under a sky with scattered clouds. The overall scene is a natural, arid environment.

Indicador 9  
**Presencia de plagas  
y enfermedades**

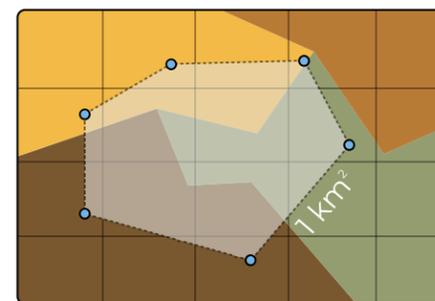
## Plagas y enfermedades

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 los sitios de interés.



**1** Seleccione sitios de muestreo de 1 km<sup>2</sup> 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.

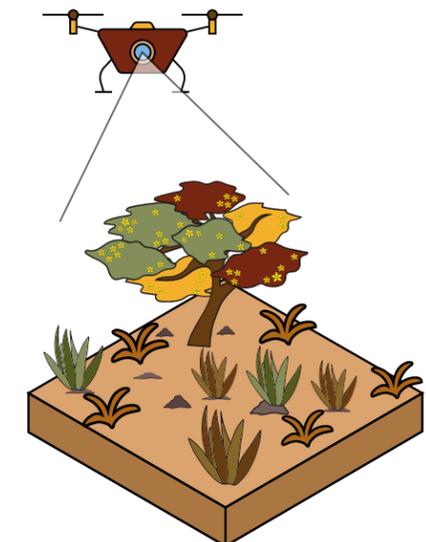


**3** Registre datos.

### 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 (tabla 3)
- Adjunte las distintas fotografías en las cuales se aprecie el tipo de plaga identificada

Un método alternativo de reciente implementación, 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.



Ámbito de variación permisible	Interpretación
<b>Bajo</b>	Las condiciones del ecosistema son óptimas, no hay presencia de plagas o enfermedades
<b>Moderado</b>	Pocos individuos del sitio muestran plagas o enfermedades, el ecosistema se encuentra estable
<b>Alto</b>	Existe una prevalencia moderada de plagas o enfermedades, por lo que las condiciones no son muy adecuadas para los individuos
<b>Muy alto</b>	Existe una prevalencia severa de plagas y enfermedades en los individuos y la población está en riesgo

**Tabla 3.** Grado de afectación.  
Fuente: FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. (2018).

### 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*. CONACYT y UNAM.
- Comisión Nacional Forestal. Gerencia de Sanidad. (2020). *Sistema de Alerta Temprana y Evaluación de Riesgo en Sanidad Forestal*. <http://sivicoff.cnf.gob.mx/frmMapasdeRiesgodePlagasForestales.aspx>
- CONAFOR (sf). *Monitoreo terrestre para detección temprana de plagas forestales*. CONAFOR. (2007). Manual de Sanidad Forestal.
- 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://www.fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/4.-Manual-de-Monitoreo-Vegetacion.pdf>

A landscape photograph of a desert valley. In the foreground, a dirt path winds through sparse, dry vegetation. The middle ground is dominated by a dense field of tall, columnar cacti. In the background, there are rolling hills and mountains under a cloudy sky. The text 'Indicador 10' and 'Diversidad de reptiles' is overlaid in the upper right corner.

Indicador 10  
**Diversidad de reptiles**



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

Antes de iniciar el monitoreo es muy importante que se cuente con el equipo de protección para 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.



Para el monitoreo de este indicador se presentan dos opciones de métodos que pueden ser utilizados:

## Parcelas

**1** Establezca 50 parcelas de 5 x 5 m, en lugares seleccionados de manera aleatoria dentro del sitio y realice una revisión exhaustiva en búsqueda de reptiles por 30 minutos tanto por la mañana como por la noche.

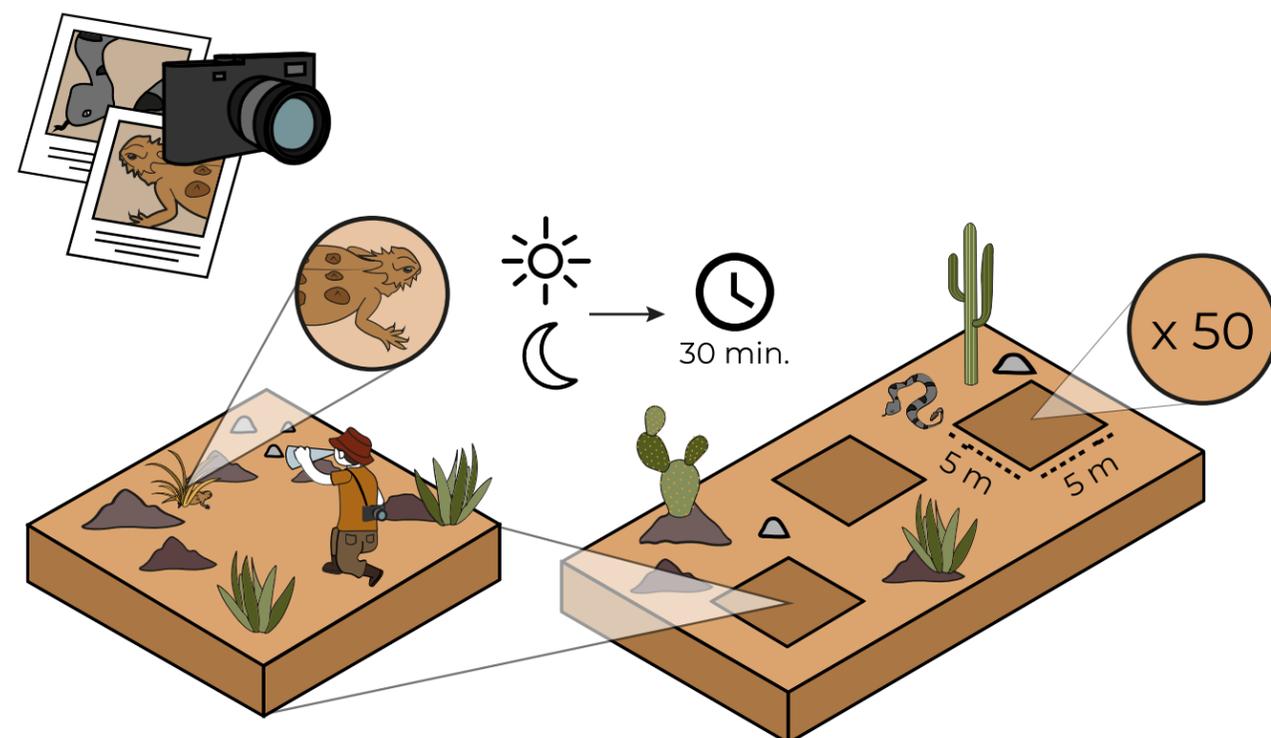
**2** Una vez que se observe un individuo del grupo, captúrelo y tome varias fotografías de los caracteres más distintivos de los individuos para facilitar la determinación taxonómica.

**3** Una vez registrado regrese al individuo al sitio donde fue capturado.

**4** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo
- Nombre común
- Género o especie (en caso de conocerla)
- Número de individuos
- Fotografías asociadas a las especies observadas durante el muestreo
- Observaciones



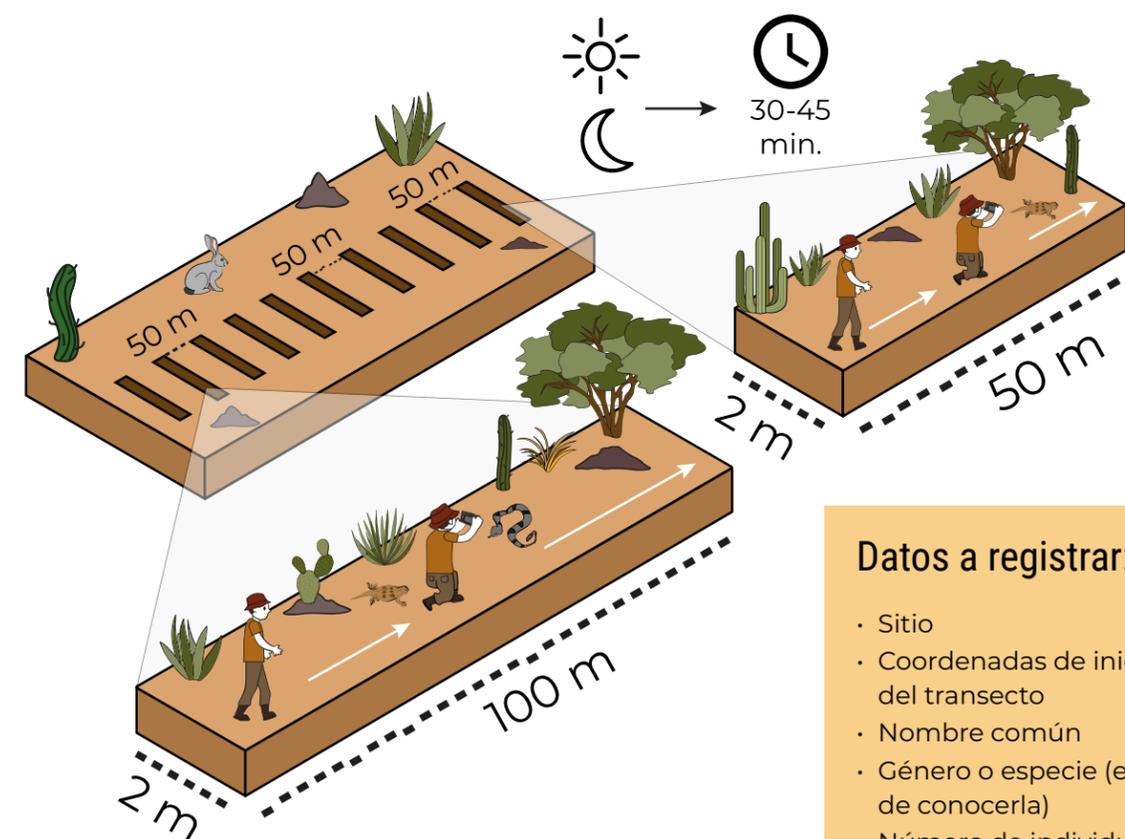
## Transectos de Banda Fija (BTF)

**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 los menos por 50 m de distancia uno del otro.

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

**2** Estos transectos estarán perpendiculares a caminos o de la zona de desplazamiento por la que está accediendo el equipo de monitoreo. El tiempo horas/hombre para el monitoreo será de 30 a 45 minutos tanto por la mañana como por la noche.

**4** Registre datos.



### Datos a registrar:

- Sitio
- Coordenadas de inicio y fin del transecto
- Nombre común
- Género o especie (en caso de conocerla)
- Número de individuos
- Fotografías asociadas a los individuos observados
- Observaciones

## Basado en:

- 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., Bogotá D.C.
- Fjeldsã, J. (1993). *La avifauna de los bosques de Polylepis del altiplano andino: La eficiencia de basar las prioridades de conservación en patrones de endemismo*. Conservación de Aves Internacional, 3 (1), 37-55. doi:10.1017/S0959270900000770.
- Flores-Villela, O. (1991). *Análisis de la Distribución de la Herpetofauna de México*. Ph. D. Thesis, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico City, México.
- 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>
- Rueda, J. (2010). *Anfibios y reptiles de los bosques de La Aguadita, región del Salto de Tequendama y Puerto Salgar departamento de Cundinamarca*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR. Conservación Internacional Colombia. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5bf-c05ea3f12a.pdf>
- Santos-Barrera, G.; Pacheco, C.; Ceballos, G. (2004). La Conservación de los Anfibios y Reptiles de México. *Biodiversitas*. 57, 1-6.

## Indicador 11

**\*Diversidad de aves con énfasis en aves de pastizal**

## Indicador 12

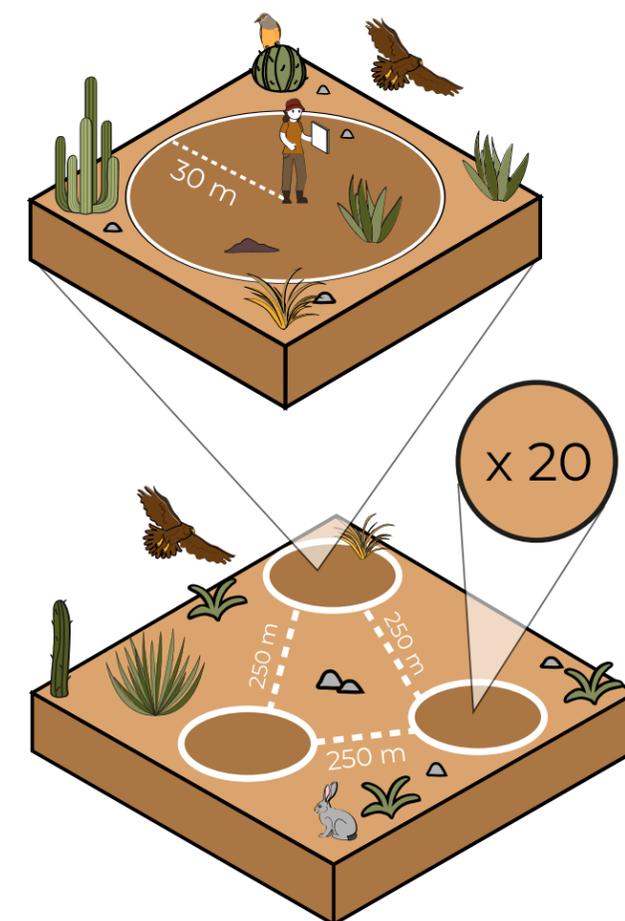
**\*Número de grupos funcionales de aves presentes**

El método más utilizado para el monitoreo de las aves son los 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 a 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 caso de transectos se recomiendan en pastizales y matorrales densos con alta diversidad y baja densidad de aves.

Para la evaluación de los grupos funcionales y la diversidad funcional, es importante que cada especie registrada en el indicador 11 (Diversidad de aves con énfasis en aves de pastizal) se encuentre relacionada con el grupo que pertenece, tomando como referencia a los 22 grupos funcionales reconocidos para México (González-Salazar et al., 2014). Así, al registrar la especie, el programa podrá relacionarla con su grupo funcional y podrá analizar la redundancia y diversidad funcional existente en el área protegida.

## Punto de conteo de dos bandas

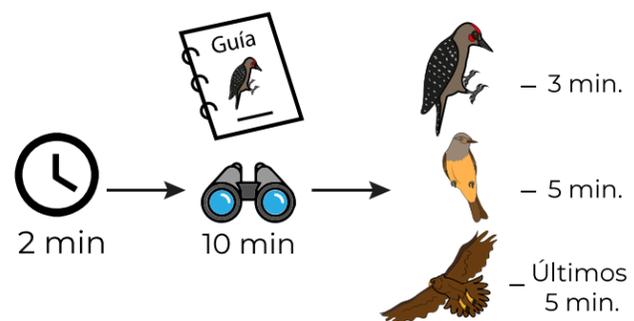
- 1** Establezca 20 puntos de conteo por sitio separados entre sí por 200 m. Se pueden posicionar los puntos de conteo sobre un transecto en línea o se puede hacer la selección al azar, pero cuidando que se respeten los 250 m entre punto y punto.
- 2** Al llegar a cada punto de conteo, espere 2 minutos 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.
- 3** Pasados los 2 minutos, con ayuda de binoculares registre los individuos que observe en un radio de muestreo de 30 m durante 10 minutos, registrando los individuos a los 3 minutos, 5 min y los últimos 5 minutos.



**4** 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.

**5** 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.

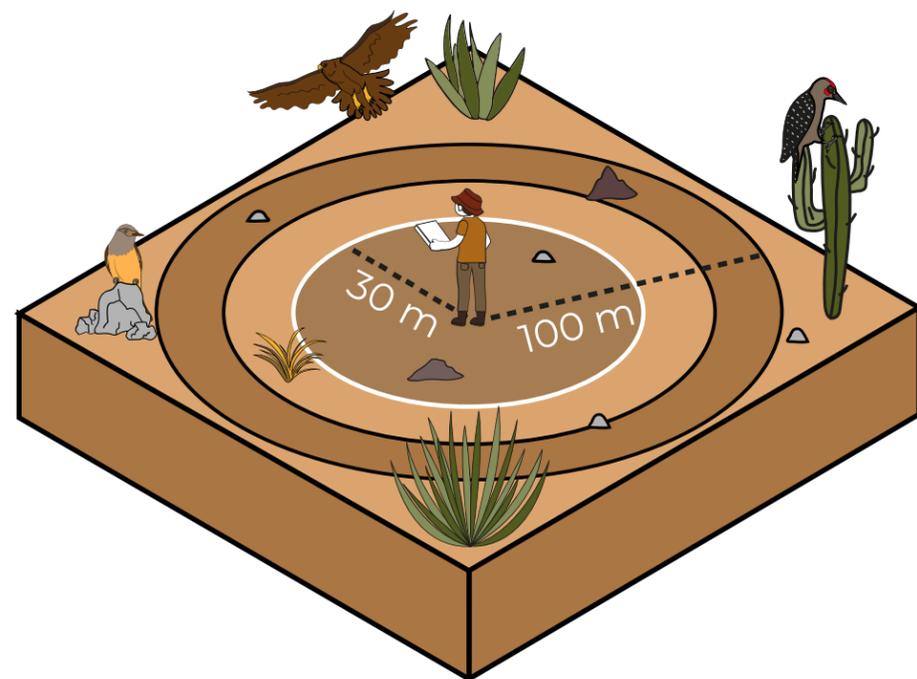
**6** Registre datos (página 109).



## Puntos de conteo de tres bandas

**1** Se sigue el mismo procedimiento que en "dos bandas" sumando el conteo de las aves observadas a los 100 m de distancia.

**2** Registre datos.



## Transectos

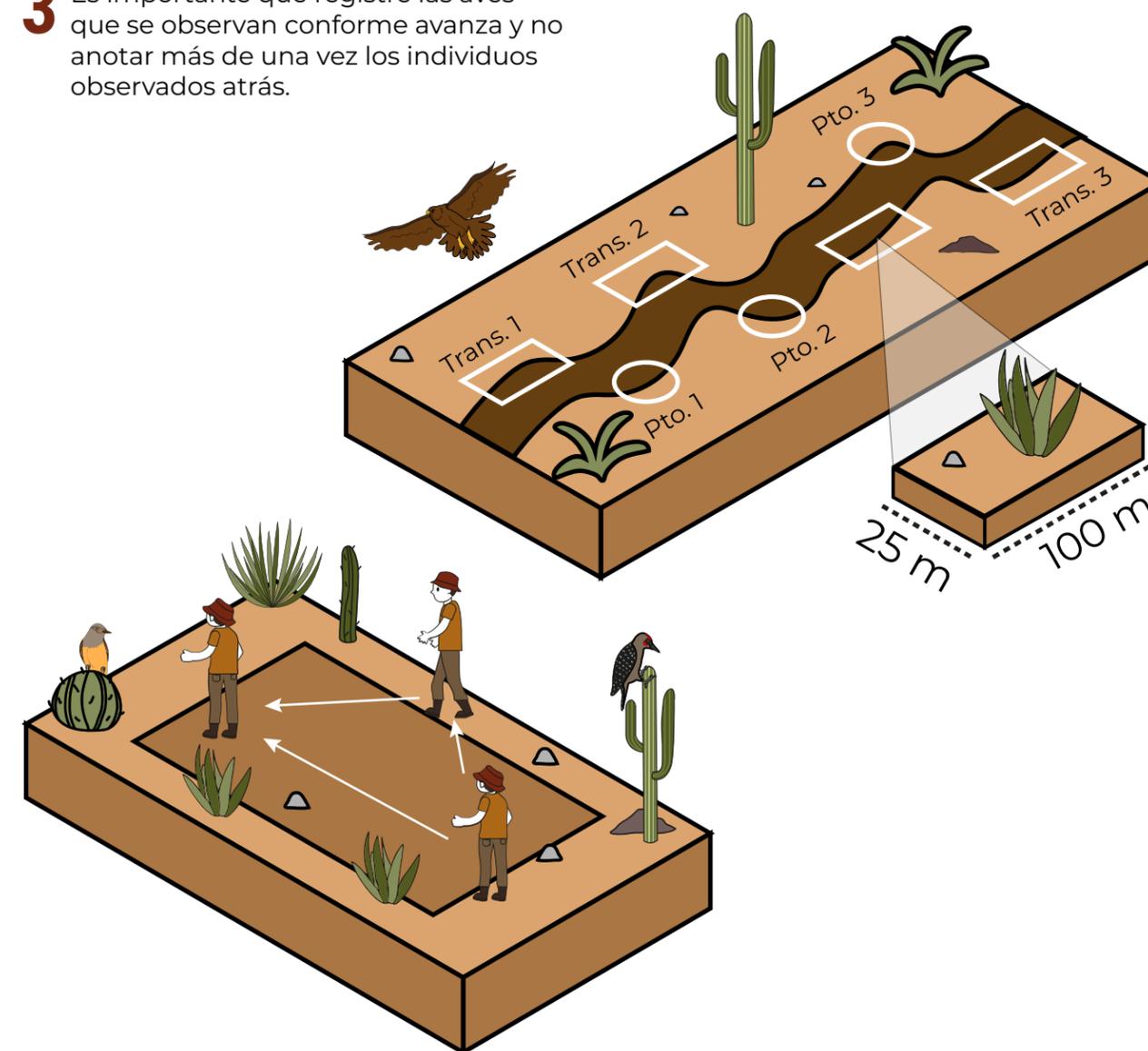
**1** Establezca al menos 20 transectos de 100 m de largo y 25 m de ancho a cada lado.

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

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

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

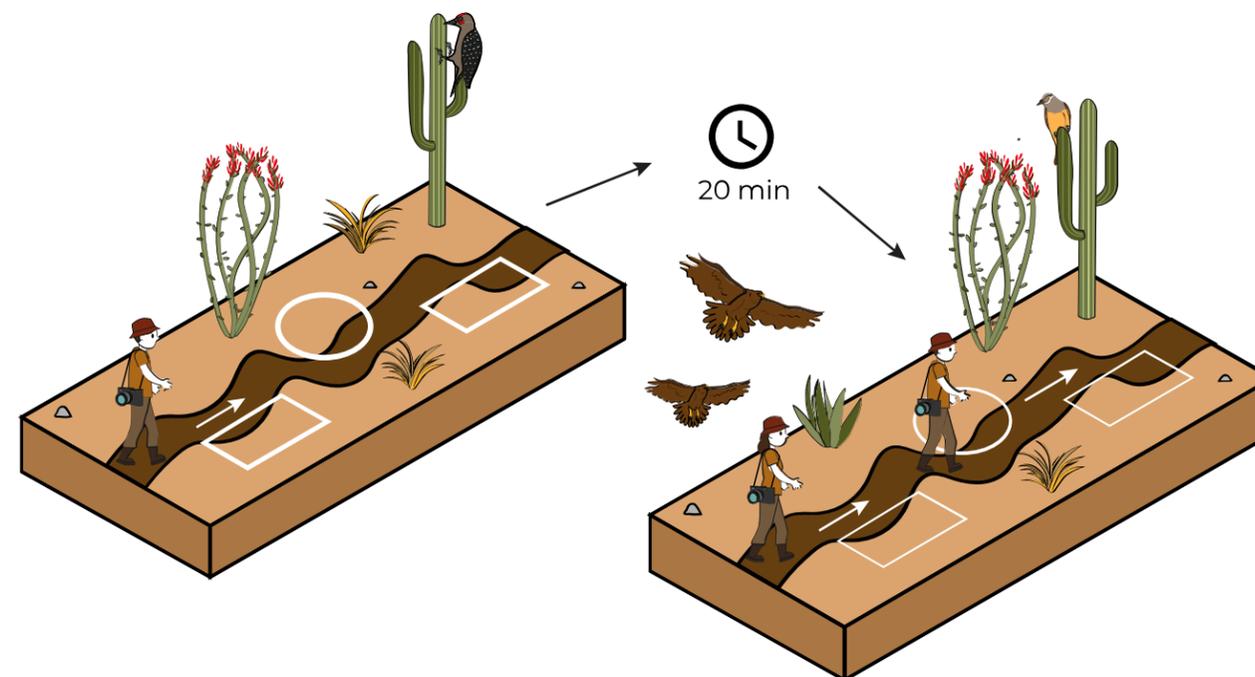
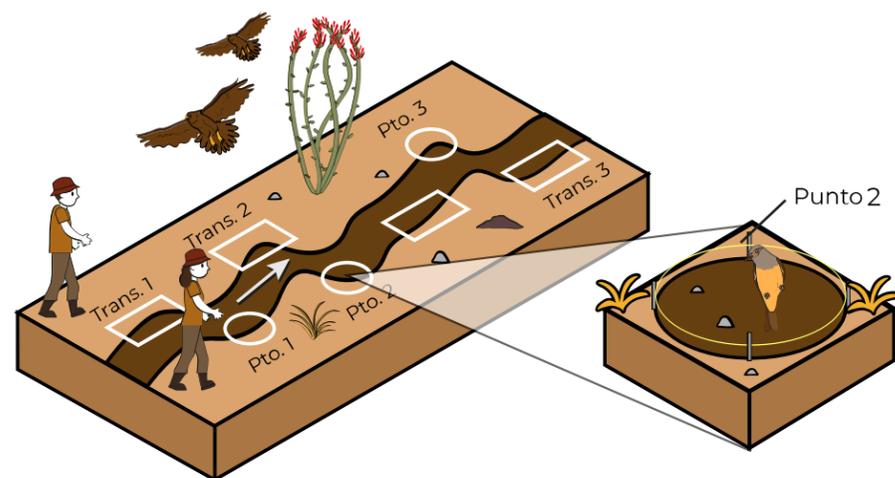
**5** Registre datos (página 109).



## Réplicas simultáneas

Se recomienda realizar el proceso de réplicas por medio de 2 monitores que realicen los recorridos de forma independiente uno del otro, con diferencia de 20 min entre cada uno, realizando dos réplicas para cada punto de ida y dos réplicas de regreso; sumando 4 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** Se recomienda realizar el proceso de réplicas por medio de 2 monitores que realicen los recorridos de cada uno, independientemente del otro, con diferencia de 20 min cada uno.

**2** Registre datos (página 109).



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, el programa podrá relacionarla con su grupo funcional y podrá analizar la redundancia y diversidad funcional existente en el área protegida.

**Nota importante:** 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.

### 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
- Localidad
- Hora de inicio y final
- Número de individuos por especie (nombre científico) y/o nombre común 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, frutas, néctar, carroña, organismos del sedimento
- 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

# Monitoreo de aves invernales de pastizales en zonas áridas de México

Basado en *Bird Conservancy of the Rockies* (2020).

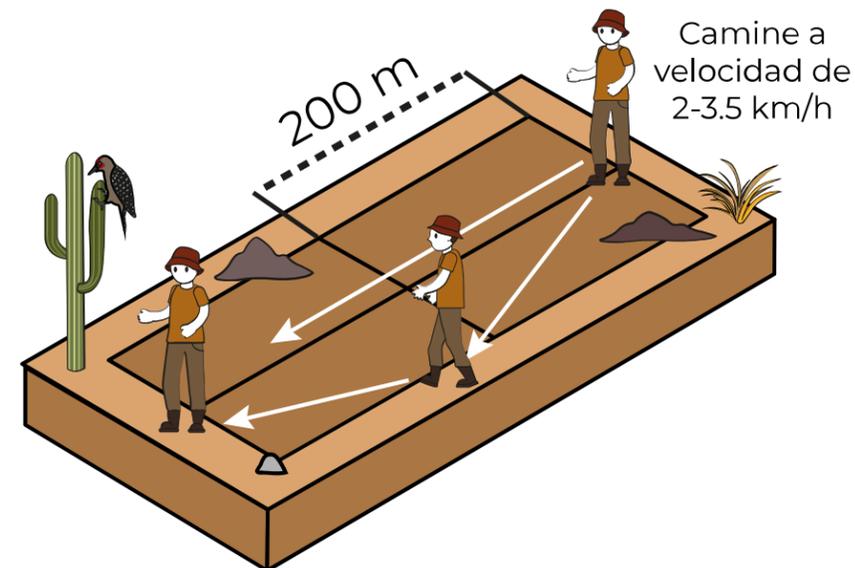
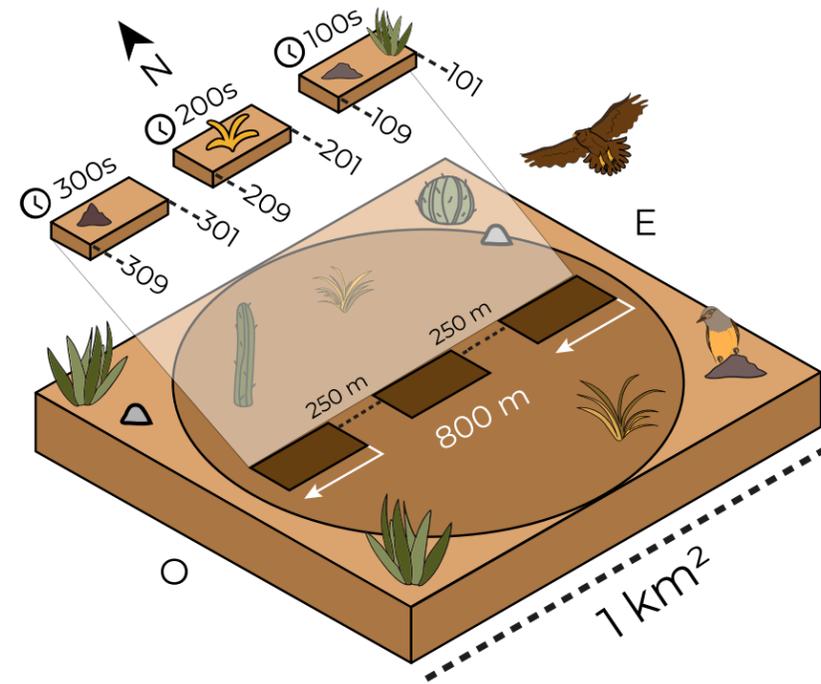
**1** Selecciones una unidad de muestreo de 1 km<sup>2</sup> y establezca en él 3 transectos de 800 m de longitud cada uno con orientación ESTE a OESTE para ayudar a la observación de aves durante el amanecer.

**2** Los transectos deben estar separados entre sí por 250 m.

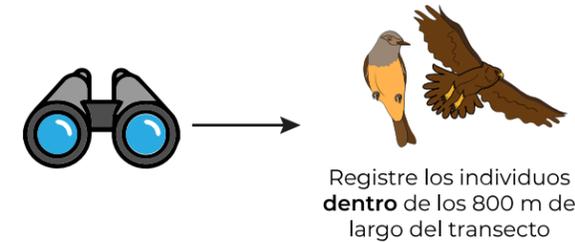
**3** Cada transecto tiene puntos numéricos con valores en los 100 segundos, 200 s y 300 s, respectivamente, con el punto inicial teniendo un valor de 101, 201 o 301, y el punto final con valores de 109, 209 y 309.

**4** Los transectos estarán divididos en cuatro segmentos de 200 m.

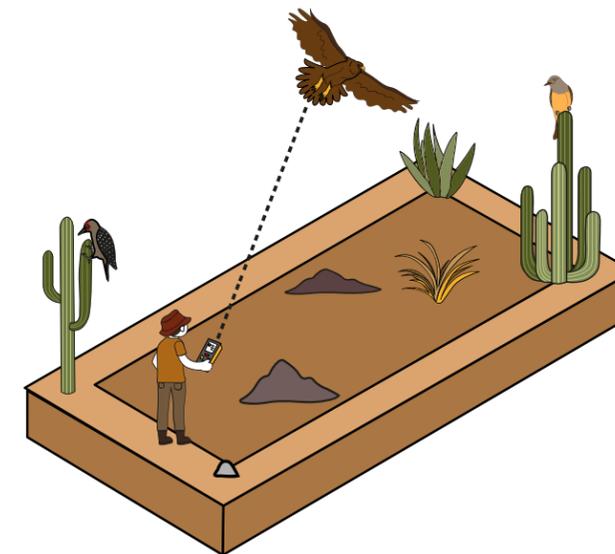
**5** Camine a una velocidad de aproximadamente 2 - 3.5 km/h y no se desvíe más de 5 m de la línea de transecto.



**6** Con ayuda de los binoculares, escanee el área para observar a todas las aves presentes y registre todos los individuos sin importar la distancia a la cual se encuentre, solo sin registrar individuos que se encuentren fuera de los 800 m de largo del transecto.



**7** Asimismo, usando un distanciómetro, registre la distancia perpendicular (m) del ave hacia el transecto.



**8** Registre datos.

## Datos a registrar:

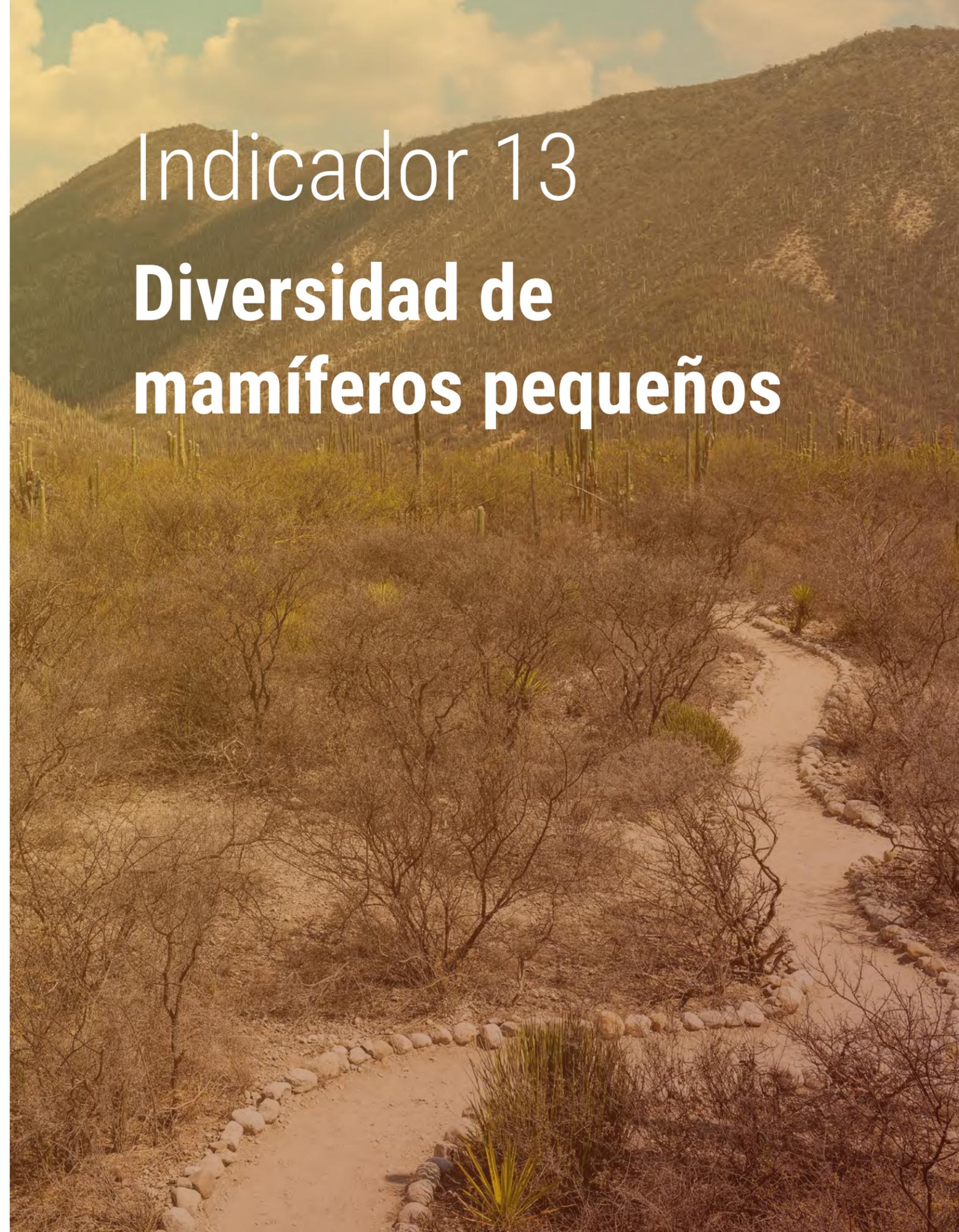
- Coordenadas de los puntos de transecto, registre las coordenadas al principio y al final de este
- ID del transecto
- Cobertura de nubes
- Temperatura
- Hora de inicio y término del transecto
- Segmento donde se observó el individuo
- Número de individuos por especie (nombre científico) y/o nombre común observados por segmento/transecto
- Indique si corresponde a una especie migratoria o residente
- Distancia perpendicular (m) del ave al transecto
- Tipo de detección por el cual se detectó al individuo por primera vez:
  - **Visualmente:** cuando se detecta a través de observaciones
  - **Aleteo:** cuando se detecta por el sonido del batido de las alas
  - **Canto:** cuando se detecta al oír el canto
  - **Llamado:** cuando se detecta llamando
  - **De pasada:** cuando se detecta volando
  - **Picoteo:** cuando se detecta debido al picoteo de la madera
  - **Otra:** si la detección es de otra manera, como el sonido del movimiento de la vegetación
- 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)

## Basado en:

- American Ornithologists' Union (AOU) (1998). Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union, Washington, D. C. 829 p.
- Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. (2010). Monitoreo de aves de pastizal en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de [http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/maderas\\_aves/info/info.pdf](http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/maderas_aves/info/info.pdf) [Consulta: 16 de febrero de 2011]
- Bird Conservancy of the Rockies. (2020). Field protocol for bird line-transect and vegetation surveys in the Chihuahuan Desert. Unpublished report. Bird Conservancy of the Rockies, Fort Collins, Colorado, USA.
- Fjeldsã, J. (1993). La avifauna de los bosques de Polylepis del altiplano andino: La eficiencia de basar las prioridades de conservación en patrones de endemismo. Conservación de Aves Internacional, 3 (1), 37-55. doi:10.1017/S0959270900000770.
- González-García, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1, 128-147.
- Lawton, J. H. y Brown, V. K., (1993). Redundancy in ecosystems. Biodiversity and ecosystem function. ED Schulze and HA Mooney.
- Lebbin, D. J., Parr, M. J., y Fenwick, G. H. (2010). The American Bird Conservancy guide to bird conservation. University of Chicago Press.
- Lozada, R. D. L. C. (2010). Índice De Valor Ornitológico (Ivo) E Índice De Valor De Importancia (Ivi) En Dos Zonas Del Parque Arqueológico De Choquequirao. Acta Biologica Herreriana, 32. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Franco-Navia/publication/270822276\\_FOR-TUNATO\\_LUCIANO\\_HERRERA\\_GARMENDIA\\_PIONERO\\_DE\\_LAS\\_CIENCIAS\\_NATURALES\\_EN\\_EL\\_PERU/links/54b587970cf2318f0f99eeff/FORTUNATO-LUCIANO-HERRERA-GARMENDIA-PIONERO-DE-LAS-CIENCIAS-NATURALES-EN-EL-PERU.pdf#page=85](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Franco-Navia/publication/270822276_FOR-TUNATO_LUCIANO_HERRERA_GARMENDIA_PIONERO_DE_LAS_CIENCIAS_NATURALES_EN_EL_PERU/links/54b587970cf2318f0f99eeff/FORTUNATO-LUCIANO-HERRERA-GARMENDIA-PIONERO-DE-LAS-CIENCIAS-NATURALES-EN-EL-PERU.pdf#page=85)
- Martínez-Ramos, M. (2008). Grupos funcionales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 365-412.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 476-495.
- Ortega-Álvarez, R., Sánchez-González, L. A., Rodríguez-Contreras, V., Vargas-Canales, V. M., Puebla-Olivares, F., y Berlanga, H. (2012). Birding for and with people: Integrating local participation in avian monitoring programs within high biodiversity areas in southern Mexico. Sustainability, 4(9), 1984-1998. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/ciencia-ciudadana/documentos/OrtegaAlvarezEtal2012.pdf>

# Indicador 13

## Diversidad de mamíferos pequeños

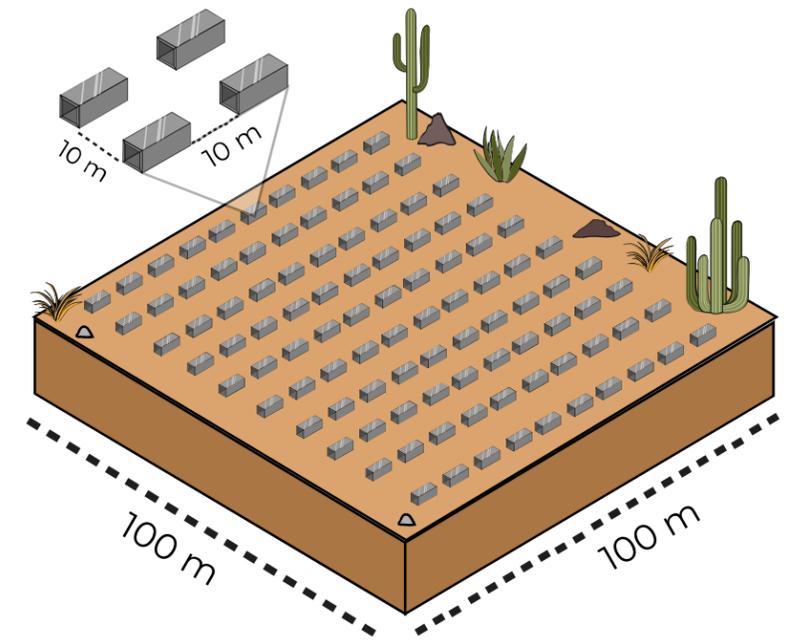


# Captura de roedores

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

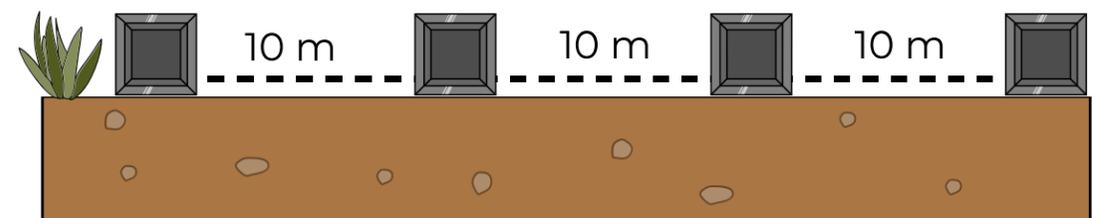
## I. Parcelas

- 1 Trace parcelas de 100 x 100 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 116).



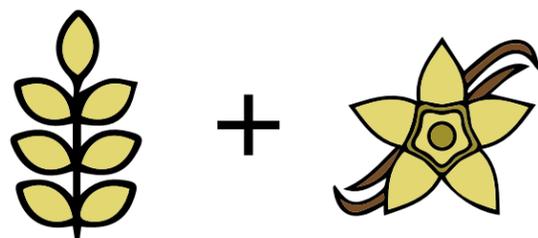
## II. Transecto

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



En ambos métodos:

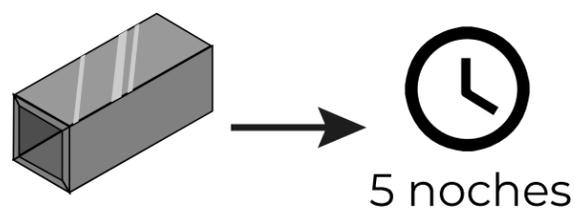
**1** En cada trampa, coloque el cebo, se recomienda la mezcla de hojuelas de avena con esencia de vainilla.



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



**2** Las trampas deberán permanecer 5 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 en el lapso de este horario para evitar la mortalidad de los roedores.

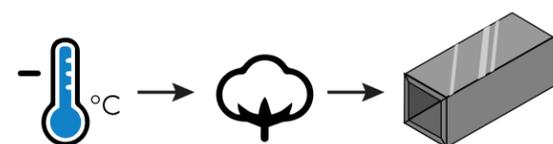


**5** Registre datos.

#### 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
- Recaptura
- Observaciones

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



## 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 por lo contrario una red pequeña. Se recomiendan redes de 36 mm de malla, 12 m de largo por 2.5 m de alto:

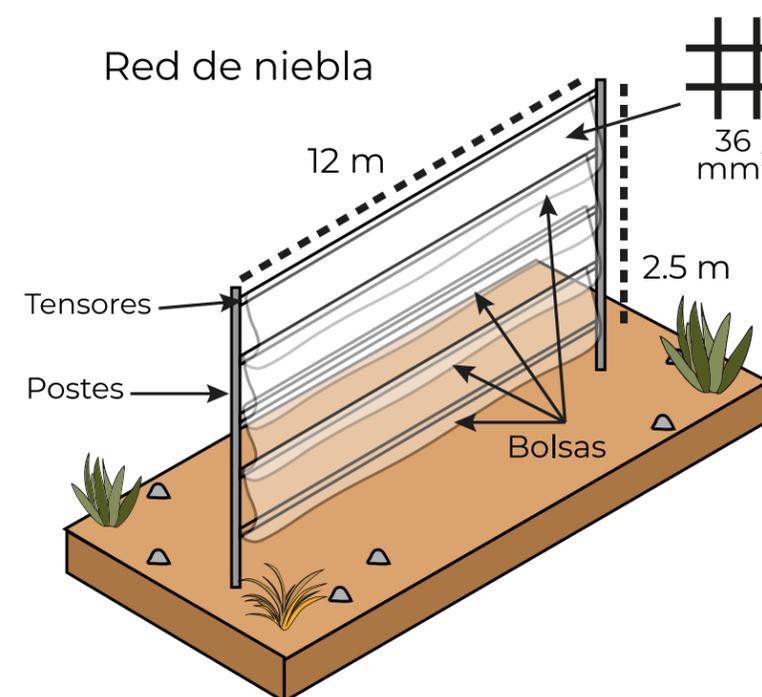
- **Nota importante:** utilizando cuerdas y poleas es posible elevar las redes de niebla para capturar quirópteros que vuelan en los estratos superiores de los matorrales.

**1** Colóquelas a nivel del sotobosque y del dosel bajo o a la salida de cuevas que se tengan reconocidas como refugios de murciélagos.

interior del pastizal o matorral, caminos o bordes del pastizal o matorral. Además, se recomienda colocarlas en línea recta y utilizar, al menos, una red por noche.

**2** Para la instalación de las redes se buscarán sitios potenciales de vuelo, tratando de abarcar la mayor cantidad de hábitats posibles: cauces de quebradas,

**3** Las redes 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 permanece en un mismo sitio durante 2 noches consecutivas, ya que después de ese tiempo disminuye la probabilidad de captura.

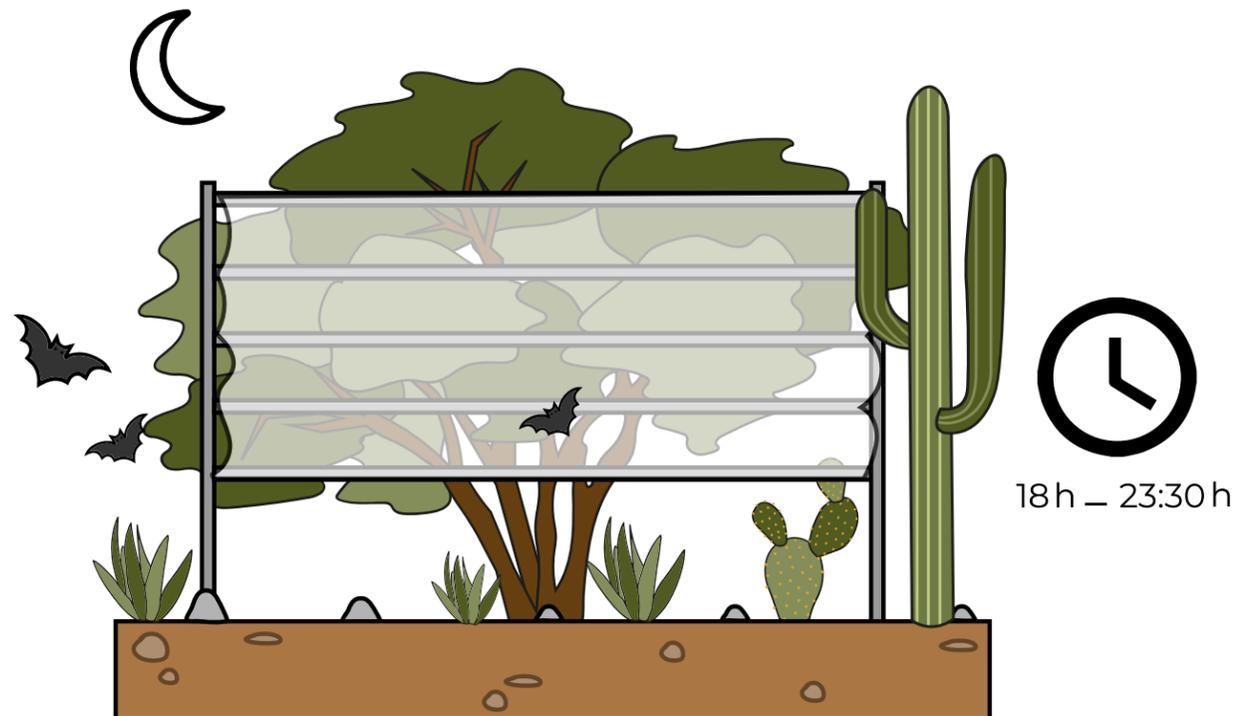
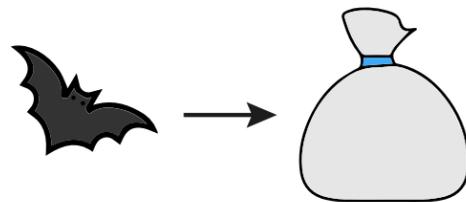
**6** En caso de que el número de capturas no disminuya y se continúe registrando especies diferentes, o cuando la disponibilidad de sitios para la colocación de redes es baja, las redes permanecen en el mismo sitio hasta cinco noches consecutivas.

**7** Los individuos capturados serán resguardados en sacos de tela para su procesamiento *in situ*.

**8** Registre datos.

#### Datos a registrar para cada individuo:

- Especie
- Nombre común
- Número de red
- Hora
- Medidas de antebrazo
- Sexo y condición reproductiva
- Peso
- Recaptura
- Observaciones



## I. Detector Ultrasónico

De manera complementaria, si se cuenta con el equipo, se puede colocar un **detector ultrasónico** y se registrarán 2 horas de grabación continua:

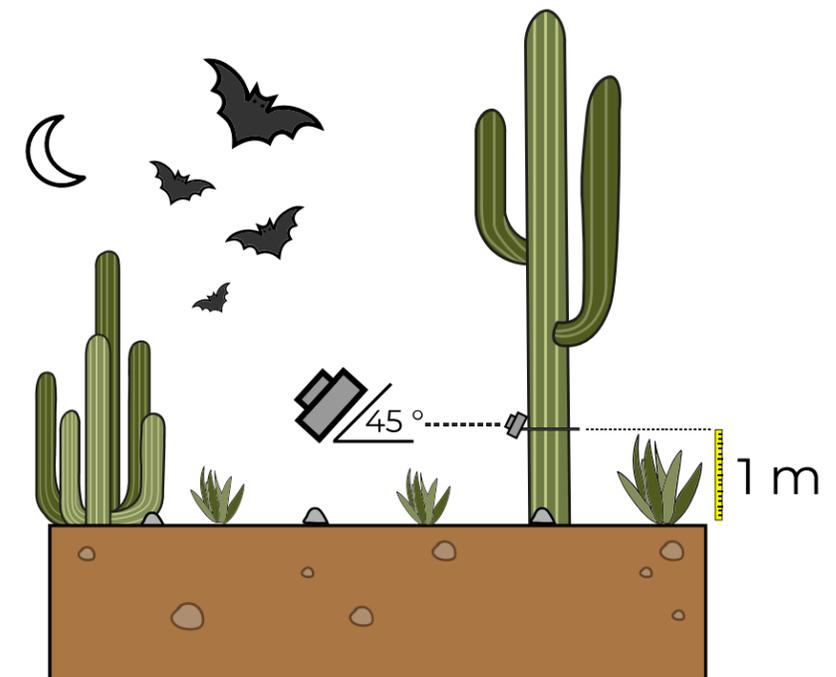
**1** Los equipos se colocan en un ángulo de 45° y a una altura de 1 m con respecto al suelo, orientados hacia dónde se encuentra el paso de murciélagos.

**4** Registre datos.

**2** El detector se conecta a una computadora portátil. Los sonidos de alta frecuencia se graban en intervalos de 1 minuto a 16-bit usando el programa *Avisoft-SASLab 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.

Este método se propone como complementario al muestreo por redes de niebla debido a que no siempre se cuenta con estos equipos, a los sesgos de los detectores ultrasónicos 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) y se buscará que los datos puedan ser procesados por su cliente de captura.

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

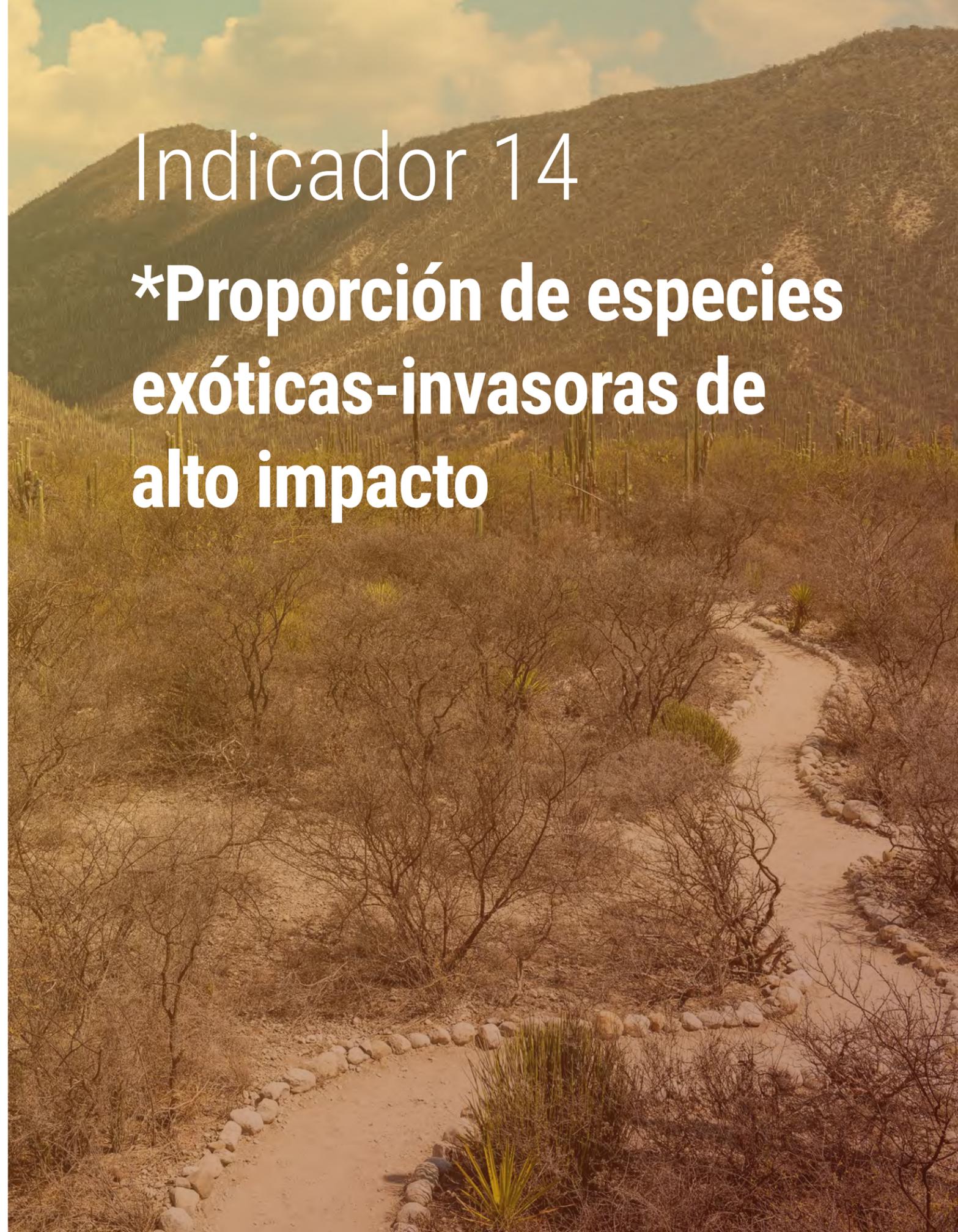


## Basado en:

- Martínez-Ferreira, S. R., Álvarez-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. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1424-2818/12/9/332/htm>
- Morales-Díaz, S. P., Álvarez-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. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112718308442?via%3Dihub>
- National Research Council. (2007). Status of Pollinators in North America. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11761>
- Tomblin, D. C. y Adler, G. H. (1998). Differences in habitat use between two morphologically similar tropical forest rodents. *Journal of Mammalogy* 79: 953-961.
- Young, H. S., Dirzo, R., Helgen, K. M., Mc Cauley, 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. Recuperado de <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 Nicolás de Hidalgo.

# Indicador 14

## \*Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto

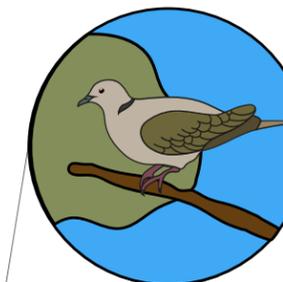




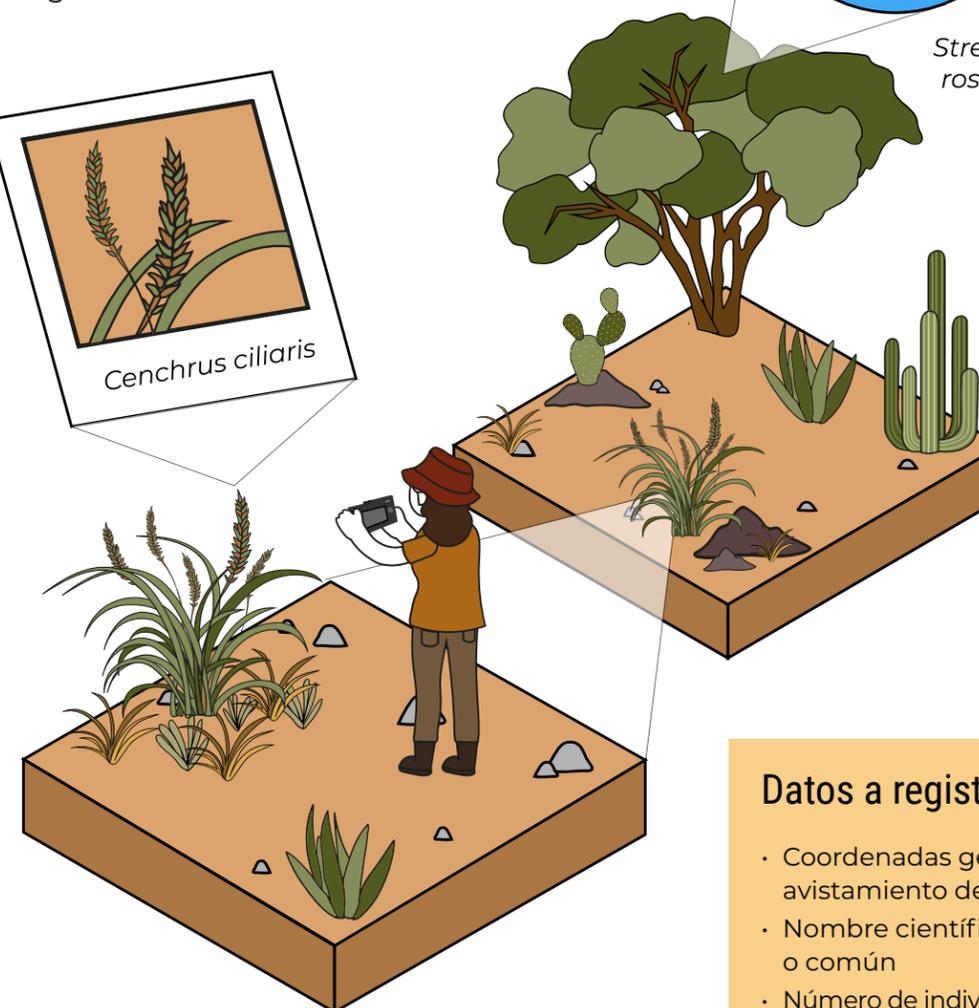
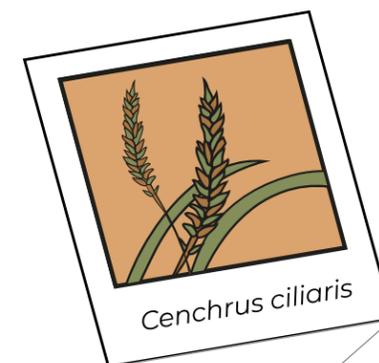
La medición de este indicador se llevará a cabo durante el monitoreo de los distintos componentes de vegetación y fauna.

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

**2** Registre datos.



*Streptopelia roseogrisea*



### Datos a registrar:

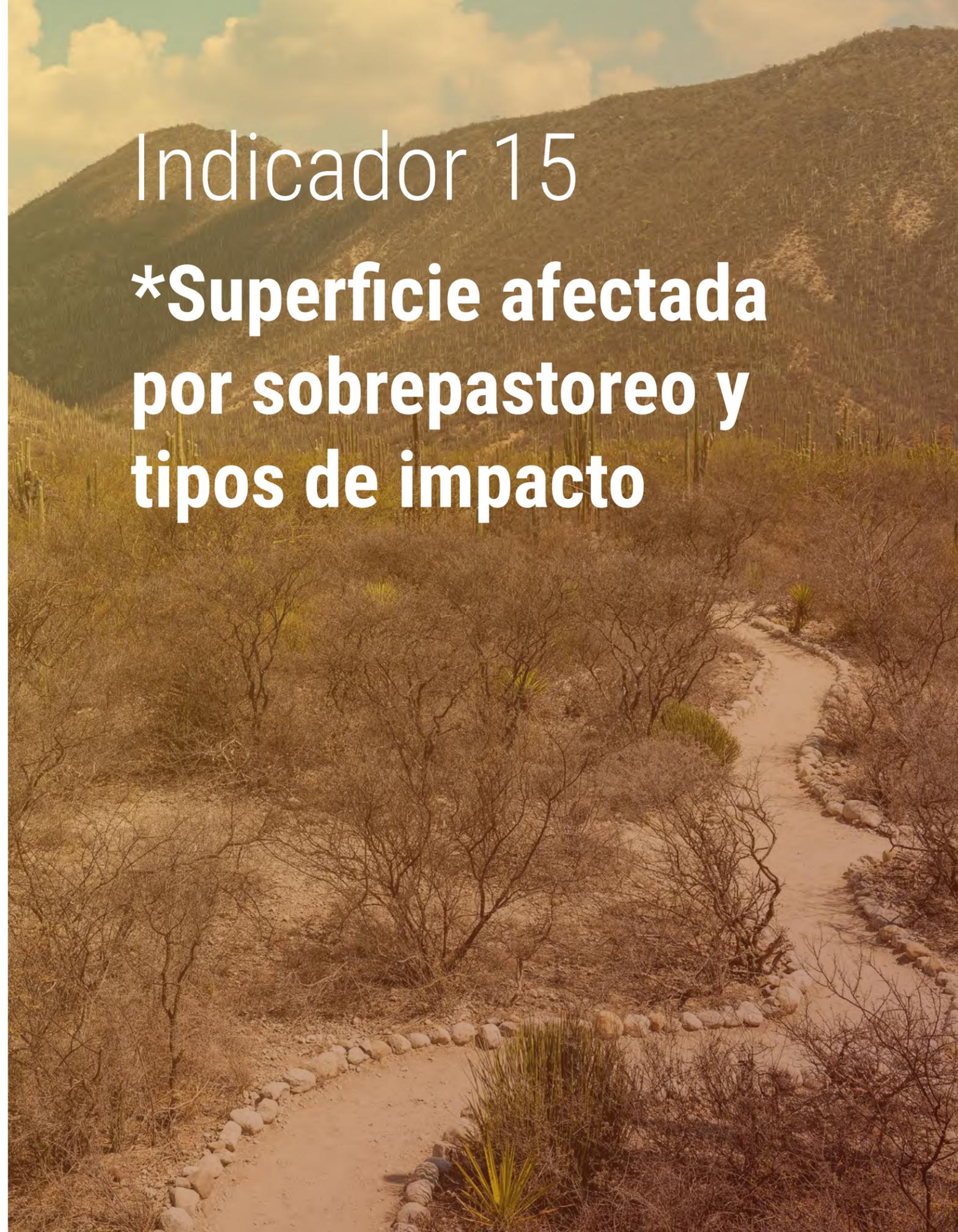
- Coordenadas geográficas del avistamiento de la especie
- Nombre científico (si lo conoce) o común
- Número de individuos observados
- Fotografías del individuo
- Observaciones generales del avistamiento: actividad (alimentación, forrajeo, reproducción, descanso, entre otras), tipo de vegetación, entre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

## Basado en:

- 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. doi: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. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.

# Indicador 15

## \*Superficie afectada por sobrepastoreo y tipos de impacto



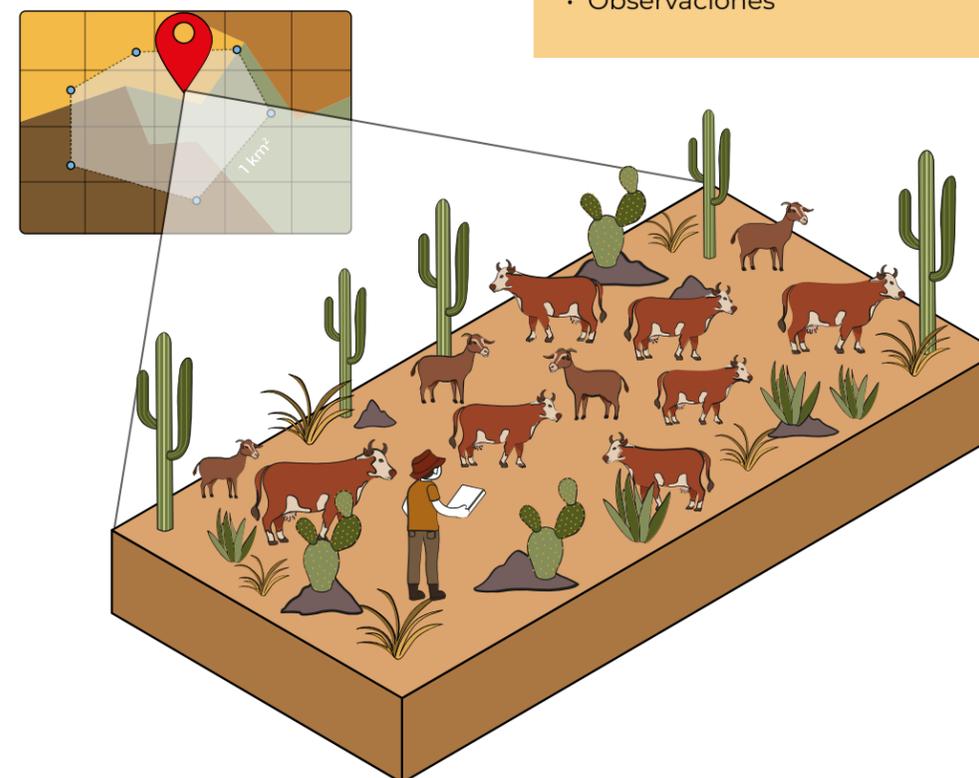
Para el monitoreo de este indicador se proponen dos métodos que pueden ser complementarios o tomarse de manera independiente según sean las capacidades de cada área natural protegida. Estos métodos serán: 1) recorridos de búsqueda de evidencias de pastoreo y 2) recorridos de acompañamiento de rutas de pastoreo.

## Recorridos de búsqueda de evidencias de pastoreo

- 1 Realice recorridos a lo largo de zonas que haya identificado previamente o de sitios en los que se ha reportado que se realiza pastoreo de ganado.
- 2 Registre el transecto con el punto de inicio y final o el polígono a través de los vértices.
- 3 Registre datos.

### Datos a registrar:

- Coordenadas del transecto o polígono
- Evidencia de pastoreo: número y tipo de ganado, rastros (huellas o excretas)
- Tipo de vegetación
- Tipos de impacto: compactación del suelo, evidencia de ramoneo o consumo parcial o total de plantas (indique el tipo de planta, por ejemplo, pastos, biznagas, nopales, entre otros), pisoteo de vegetación, crecimiento de vegetación secundaria, entre otros
- Observaciones



## Recorridos de acompañamiento de rutas de pastoreo

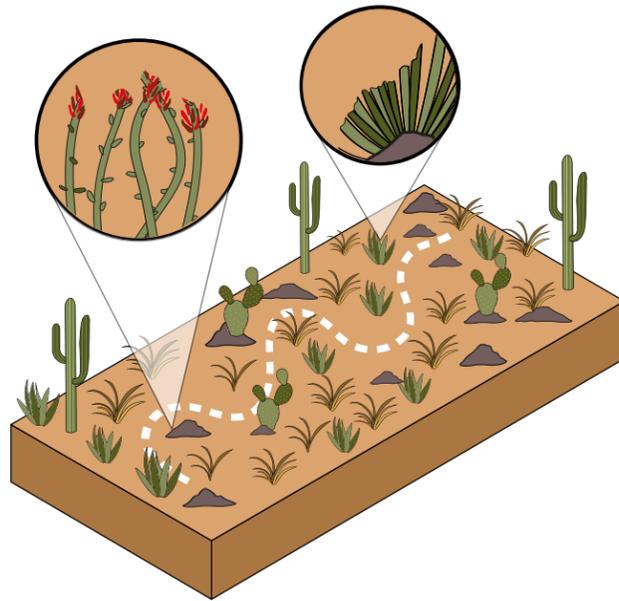
Este método se recomienda siempre y cuando dentro de las áreas naturales protegidas se tengan alianzas de colaboración con los productores ganaderos, ya que se requiere la autorización y participación del productor.

Una vez que cuente con la autorización del productor:

**1** Coordine el acompañamiento de la ruta de pastoreo con el encargado de esta actividad (pastor).



**3** Además, a lo largo del recorrido será necesario que marque los puntos en los que se observen plantas consumidas por el ganado o cualquier impacto negativo en el ecosistema derivado de esta actividad que usted observe.



**2** Durante el recorrido fije los puntos del polígono de monitoreo.



**4** Registre datos.

Ámbito de variación permisible	Interpretación
<b>Muy bueno</b>	Zonas no amenazadas, leve o nula degradación sujetas a muy baja o nula erosión, sin riesgo de salinización debido a la presencia de nivel freático profundo o riego con agua de buena calidad
<b>Bueno</b>	Zonas moderadamente degradadas, con baja tasa de erosión o potenciales a la desertificación con leve degradación sujetas a una tasa de erosión moderada derivada del sobrepastoreo, cultivos intensivos o incendios frecuentes. Bajas tasas de salinización debido a la presencia de agua subterránea relativamente profunda o riego con agua de calidad moderadamente buena
<b>Regular</b>	Zonas frágiles a la desertificación, moderada a alta tasa de erosión o áreas potenciales a la desertificación moderadamente degradadas sujetas a alta o muy alta tasa de erosión debido a sobrepastoreo frecuente, cultivos intensivos, frecuentes incendios o a tasas de salinización moderadas por a la presencia de niveles freáticos moderadamente profundos o riego con agua de calidad moderada
<b>Pobre</b>	Zonas críticas para la desertificación, alta o muy alta degradación, sometidas a muy alta o alta tasa de erosión debido a exceso de sobrepastoreo, cultivos intensivos, incendios frecuentes; o muy altas tasas de salinización por la presencia de un nivel freático poco profundo o riego con agua de mala calidad

Tabla 4. Grado perceptible de conservación.

### Datos a registrar:

- Coordenadas de transecto (inicio y final)
- Nombre del sitio
- Coordenadas de los puntos en donde se observen evidencias de impacto del ganado
- Tipo de vegetación
- Tipo de ganado y número de cabezas presentes
- Grado perceptible de conservación (tabla 4)
- Observaciones

## Basado en:

- Borrelli, P. y Oliva, G. (2001). Efectos de los animales sobre los pastizales. Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral'. (Eds P. Borrelli and G. Oliva.) pp, 99-128.
- De Villalobos, A. E. (2013). El sobrepastoreo del ganado doméstico como disparador de la arbustización. BioScriba Vol. 6(1) 51-57. Septiembre (2013). Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/1465/deVillalobos2013-BIOSCRIBA-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández-Oria, J. G., Chávez-Martínez, R. J., y Sánchez-Martínez, E. (2007). Factores de riesgo en las Cactaceae amenazadas de una región semiárida en el sur del desierto chihuahuense, México. Interciencia, 32(11), 728-734. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007001100004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001100004)
- Herrera, B. y Corrales, L. (2004). Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas (No. 32172 caja (436). Proarca.
- Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C. H., Ritsema, C., Salvati, L., Acikalin, S., Alcalá, M., Alfama, P., Atlhopheng, J., Barrera, J., Belgacem, A., Solé-Benet, A., Brito, J., Chaker, M., Chanda, R., Coelho, C., Darkoh, M., Diamantis, I., Ermolaeva, O., Fassouli, V., ... Ziogas, A. (2014). Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach.
- Environmental management, 54(5), 951-970. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0109-6> MODIFICADO
- SEMARNAT (s.f.). Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales. Recuperado de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00\\_conjunto/introduccion.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/introduccion.html)



# Hojas de registro para el monitoreo de indicadores de los ecosistemas pastizales, matorrales y zonas áridas

















# Recomendaciones

---

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

- 1** No coleccionar a menos que sea extremadamente necesario.
- 2** Para realizar las colectas/capturas se requiere de permisos de colecta expedidos por SEMARNAT a través de trámite 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.
- 8** Para evitar el riesgo de accidentes con especies de importancia médica y prevenir la transmisión de enfermedades y parásitos, se recomienda utilizar el equipo necesario para la manipulación de la fauna silvestre, así como su correcta desinfección.

# Agradecimientos

---

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

- Alejandra Guadalupe Moo Archi
- Alejandro Vicente Santos
- Amantina Lavalle
- Carlos Domínguez Rodríguez
- Denisse Ángeles Solís
- Eduardo Chaires Montecinos
- Elva Ivonne Bustamante Moreno
- Edverardo Mariano Melendez
- Ignacio J. March Mifsut
- Jorge Brambila Navarrete
- Jorge Herrera Silveira
- José Antonio Machado Arias
- Katya Andrade Escobar
- Lidia Granados Bárcenas
- Maira Abigail Ortíz Cordero
- Martha Patricia Lozada R.
- Norma Angélica Figueroa S.
- Oscar Javier Salazar Méndez

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

