

METODOLOGÍA DE MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD

EN SISTEMAS GANADEROS EN JALISCO, MÉXICO



Responsable de la publicación
Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C (FMCN)

Coordinación General
Integración de Estudios, Asesoría Técnica y Gestión Ambiental, A.C. (INTEGRA)

Financiador
Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)

Colaboradores
Gerardo Rodríguez Ramos
Héctor Fabio Messa Arboleda

Cuidado editorial y edición de contenidos
Ada Erika Figueroa Rodríguez, Textus

Diseño editorial e ilustraciones
José Luis Torres Parada, Textus

ISBN: 978-607-99061-3-9

Mayo del 2020. Primera edición.

Índice

Presentación	5
1. Introducción	6
2. Antecedentes	7
3. Objetivo general.....	8
4. Preguntas específicas.....	8
5. Selección de indicadores.....	9
5.1. Grupo biológico aves.....	12
5.1.1. Descripción.....	12
5.1.2. Justificación.....	13
5.2. Grupo biológico mamíferos.....	15
5.2.1. Descripción	15
5.2.2. Justificación	15
5.3. Grupo biológico escarabajos estercoleros.....	17
5.3.1. Descripción	17
5.3.2. Justificación.....	20
5.4. Grupo biológico vegetación	22
5.4.1. Descripción	22
5.4.2. Justificación.....	23
6. Descripción de la metodología de monitoreo.....	25
6.1. Metodología de muestreo para el grupo biológico aves	28
6.1.1. Material requerido.....	32
6.1.2. Esfuerzo mínimo de muestreo.....	35
6.1.3. Registro de datos y de resultados.....	35
6.2. Metodología de muestreo para el grupo biológico mamíferos	36
6.2.1. Material requerido	38
6.2.2. Esfuerzo mínimo de muestreo	40
6.2.3. Registro de datos y de resultados.....	41
6.3. Metodología de muestreo para el grupo biológico escarabajos estercoleros.....	43

6.3.1. Material requerido	48
6.3.2. Esfuerzo mínimo de muestreo	49
6.3.3. Registro de datos y de resultados	50
6.4. Metodología de muestreo para el grupo biológico vegetación.....	51
6.4.1. Material requerido.....	55
6.4.2. Esfuerzo mínimo de muestreo	56
6.4.3. Registro de datos y de resultados	56
7. Organización de la información recabada.....	58
8. Interpretación de resultados	59
9. Particularidades en la implementación del monitoreo de la biodiversidad	62
10. Propuesta de plataforma de captura, sistematización y consulta de datos	64
11. Preguntas frecuentes	68
Anexos	70
1. Descripción general del predio	70
Instrucciones de llenado	71
2. Formato de campo para el grupo biológico aves	72
Instrucciones de llenado	73
3. Formato de campo para el grupo biológico mamíferos.....	74
Instrucciones de llenado	75
4. Formato de campo para el grupo biológico mamíferos (resto del año).....	76
Instrucciones de llenado	77
5. Formato de etiqueta escarabajos estercoleros	78
Instrucciones de llenado	78
6. Formato de campo para el grupo biológico escarabajos estercoleros	79
Instrucciones de llenado	80
7. Formato de campo para el grupo biológico vegetación (árboles)	81
Instrucciones de llenado	82
8. Formato de campo para el grupo biológico Vegetación (arbustos y regeneración).....	84
Instrucciones de llenado	85
Literatura consultada.....	87

Presentación

El presente documento que lleva por título *Metodología de Monitoreo de la Biodiversidad en Sistemas Ganaderos en Jalisco, México* fue financiado por la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) a través de Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) como parte de las estrategias de promoción que permiten transitar de una ganadería tradicional a una ganadería regenerativa para conservar la biodiversidad, recuperar los servicios ambientales y disminuir la vulnerabilidad al cambio climático.

Agradecemos a la AFD y al FMCN, por el esfuerzo dedicado a este proyecto, así como a los consultores/colaboradores que lo hicieron posible. Reconocemos también el valioso apoyo del Dr. Jesús Juan Rosales Adame y del M.C. Luis Eugenio Rivera Cervantes, quienes brindaron valiosos aportes a la metodología a través de su retroalimentación.

1. Introducción

La ganadería es una de las actividades productivas de mayor importancia para el estado de Jalisco, sin embargo, es considerada como uno de los principales agentes de deforestación y degradación ambiental, principalmente, por la influencia que tiene respecto de los cambios de uso de suelo forestal a usos de suelo agropecuario.

En la actualidad, es imprescindible que la ganadería migre hacia un manejo sustentable que contemple la adopción de buenas prácticas ganaderas orientadas hacia una ganadería regenerativa, de tal manera que ya se observan algunos esfuerzos importantes en el estado.

Al realizar actividades bajo un esquema de ganadería regenerativa, se pretende recuperar los espacios que han sido afectados de manera negativa por esta actividad productiva. Se considera que una ganadería regenerativa facilita el incremento de sitios de importancia para alimentación, refugio y anidación de la fauna silvestre; también como permite la recuperación de la cobertura forestal arbórea y arbustiva dentro de los predios ganaderos. Por lo tanto, es necesario establecer estrategias de monitoreo para una evaluación futura de los cambios reflejados en la biodiversidad asociada a los paisajes ganaderos.

Para ello, se deben establecer indicadores que sean fáciles de observar y de medir a lo largo del tiempo, buscando que estos indicadores sean de interés para los productores ganaderos y que generen la información necesaria para la toma de decisiones en las diferentes regiones del estado.

Por lo anterior, se definieron cuatro grupos biológicos (aves, mamíferos, escarabajos estercoleros y vegetación) que puedan ser monitoreados en los ranchos ganaderos de Jalisco, buscando con ello establecer una línea base de biodiversidad en los predios y desarrollar un análisis de la riqueza y abundancia encontrada para cada grupo.

Las metodologías de monitoreo para cada grupo biológico son diferenciadas, contemplando los esfuerzos de muestreo, materiales y equipo necesarios para desarrollarlas. Además, se diseñaron formatos de campo para el registro de los datos, mismos que posteriormente deberán ser analizados, sistematizados, interpretados y colocados en plataformas digitales para su consulta.

2. Antecedentes

La actividad ganadera en México ha resultado ser históricamente una de las actividades productivas principales para la economía de las familias, sin embargo, actualmente es una de las actividades económicas que mayor impacto generan en las áreas forestales, ya que es considerada como uno de los principales agentes de deforestación y degradación ambiental.

Entre los impactos principales que se atribuyen a la ganadería en México, destacan los cambios de uso de suelo (principalmente de uso de suelo forestal a uso de suelo agropecuario derivado del aumento de la frontera de pastizales), degradación forestal (compactación y degradación de suelos, disminución de la regeneración natural, disminución de la calidad de agua de fuentes naturales) y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que destaca el metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (NO_2) derivados de la fermentación entérica, manejo de excretas, uso de fertilizantes nitrogenados, uso de combustibles fósiles para el desarrollo de la actividad y otros factores propios de la actividad.

Para el caso de Jalisco, la actividad ganadera forma parte de los denominados *Drivers* de deforestación y degradación ambiental de mayor interés en contrarrestar, mismo que ha sido considerado dentro de su Estrategia Estatal de REDD+ (EEREDD+) y que además ha sido continuamente identificado dentro del proceso participativo para la construcción del Plan Estatal de Inversión Jalisco en las diferentes regiones del estado.

Algunos esfuerzos notables en los últimos años han sido impulsados por algunas secretarías del Gobierno del Estado quienes a su vez mantienen una colaboración directa con las Juntas Intermunicipales de Medio Ambiente (JIMA), las cuáles han realizado actividades importantes en el tema de manejo ganadero amigable con el medio ambiente a través de la difusión, implementación de prácticas sustentables y el intercambio de experiencias entre productores de diferentes territorios.

Destaca además la participación del proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) y el proyecto Paisaje Biocultural Sierra Occidental de Jalisco (PBSOJ), los cuales se han desarrollado dentro de las denominadas Áreas de Acción Temprana para REDD+ en el estado. Estas iniciativas buscan, entre otras cosas, orientar las actividades ganaderas convencionales o tradicionales hacia una ganadería que además de generar un ingreso y un desarrollo socioeconómico de las familias, permita mantener y mejorar las condiciones de los recursos naturales con que se cuenta.

Aunado a esto, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN), busca implementar prácticas de ganadería regenerativa en Jalisco a través del proyecto: La ganadería regenerativa como herramienta para la conservación de la biodiversidad (GANARE), lo que resulta en un engranaje más para impulsar la adopción de buenas prácticas ganaderas.

Por lo anterior, resulta importante identificar y valorar los cambios que pudieran ocurrir a través de estas prácticas, y generar así las bases para una evaluación futura de los cambios reflejados en la biodiversidad asociada a los paisajes ganaderos.

3. Objetivo general

Desarrollar una metodología para medir los cambios en la biodiversidad en territorios con actividades de ganadería regenerativa en Jalisco.

4. Preguntas específicas

La ejecución del monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos en Jalisco se considera una herramienta de importancia para realizar un pilotaje de los impactos generados a través de la promoción técnica y de la implementación, apropiación y adecuación de diversas alternativas de producción sustentable y regenerativa por parte de los productores pecuarios.

Si bien el planteamiento de la metodología se enfoca a sistemas ganaderos regenerativos, esto no debe ser una limitante para que dicho ejercicio pueda desarrollarse también en territorios con ganadería convencional en donde se encuentren praderas o agostaderos cerriles que sean el sustento principal para la producción ganadera. La ejecución del monitoreo en diferentes condiciones ambientales (mejoradas, conservadas o degradadas) permite comparar los resultados y evaluar de una forma más amplia las prácticas pecuarias y el impacto (positivo o negativo) que se tiene sobre su entorno.

Por ende, es necesario compartir una serie de preguntas específicas que al final del día permitan evaluar y/o rediseñar la metodología planteada.

- ¿Resulta importante el monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos regenerativos?
- ¿El diseño de la metodología es el adecuado para que lo puedan ejecutar los productores?
- El monitoreo de la biodiversidad ¿resulta de interés o importancia para los productores pecuarios?
- ¿Los grupos biológicos monitoreados permiten identificar el impacto de la ganadería regenerativa sobre la biodiversidad?
- ¿Existen las capacidades instaladas (teóricas, prácticas y financieras) en Jalisco para poner en marcha este tipo de monitoreo?
- Los resultados del monitoreo ¿permiten obtener datos de importancia para la toma de decisiones sobre el manejo ganadero?
- Los resultados del monitoreo ¿permiten obtener datos de importancia para la formulación de política pública acorde al tema?
- ¿Se cuenta con el respaldo del gobierno estatal, así como de centros de investigación para ejecutar acciones derivadas de los resultados obtenidos a través del monitoreo?
- ¿El productor está dispuesto a ejecutar el monitoreo de forma constante en sus terrenos?
- ¿Existen intereses particulares que puedan verse afectados o que pudieran afectar la integridad de las personas que desarrollan el monitoreo?

La respuesta a estas y otras preguntas que pudieran generarse durante el proceso de ejecución de la estrategia de monitoreo en el estado de Jalisco pondrán en alerta a los diferentes actores involucrados sobre la dirección que se debe seguir en el manejo integral de la ganadería, considerando los aspectos sociales, ambientales, económicos y culturales.

5. Selección de indicadores

En nuestro país se han desarrollado diversos tipos de monitoreo de la biodiversidad, sin embargo, en gran medida estos monitoreos se han enfocado a temas de evaluación para el manejo y conservación de los recursos naturales en bosques y selvas; no obstante, es necesario ampliar el monitoreo de indicadores hacia los sectores productivos que de alguna manera tienen incidencia sobre las áreas forestales y sus recursos, motivo por el cual el presente documento pretende orientar el monitoreo de la biodiversidad hacia paisajes productivos en el estado de Jalisco, específicamente los sistemas ganaderos.

Para lograrlo, es necesario considerar que los productores ganaderos en la actualidad no realizan este tipo de actividades y que, además, quienes pueden desarrollarlo son aquellos productores que manejan su ganado de manera extensiva o que ejecutan actividades en campo y no manejan sus hatos ganaderos exclusivamente de manera estabulada. La división o rotación de potreros de pastoreo, manejo de agostaderos, sistemas silvopastoriles, entre otras actividades, más que permitir que en algún momento de su vida, los animales tengan relación y contacto directo con los recursos naturales, son los sitios en los cuales se pueda realizar de manera satisfactoria este tipo de monitoreo.

Cabe resaltar la importancia de elegir indicadores que sean fáciles de observar, cuantificar y que además pueden fácilmente ser incluidos como parte de la rutina de los ganaderos. Un aspecto clave es que los indicadores seleccionados deben mostrar o evidenciar algo, lo que significa que al encontrarlos o no en los ranchos ganaderos nos permite inferir ciertas condiciones respecto de la calidad de sitio. Dicho de otra forma, los indicadores seleccionados deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales.

- Específicos: Deben seleccionarse puntualmente aquellos indicadores que permitan obtener datos importantes para la toma de decisiones derivadas de los resultados del monitoreo, es decir, debe haber claridad acerca de lo que se va a monitorear.
- Medibles: Los indicadores deben permitir una evaluación constante que permita medir cambios en ellos, ya sea en su comportamiento, presencia, ausencia o algún otro cambio de importancia.
- Alcanzables: Deben plantearse indicadores posibles de trabajar, es decir, que sean indicadores realistas para monitorear en campo de acuerdo a las condiciones particulares del territorio.

- **Relevantes:** Los datos obtenidos a través del indicador deben ser de relevancia para la toma de decisiones; se deben considerar indicadores que reflejen la particularidad del sitio en el que fueron encontrados, es decir, que permitan inferir el grado de conservación o degradación, o bien identificar riesgos o áreas de oportunidad.
- **Temporales:** Los indicadores, al tener características particulares, deben tener definida la periodicidad con la que serán monitoreados, así como el tiempo necesario de monitoreo, es decir, una vigencia mínima de monitoreo.

En el Cuadro 1 es posible observar algunos de los criterios utilizados para la selección de especies indicadoras.

Criterio	Descripción
Sensibilidad	A distintos tipos y niveles de perturbación, de manera que refleje los cambios que ocurren en el atributo clave y que provean una alerta temprana.
Capacidad	Detectar un rango dado de condiciones de perturbación.
Atribuciones	Permite evaluar simultáneamente servicios ecosistémicos.
Costo-efectivo	Factible de implementar, provisión de la máxima información con el mínimo de tiempo, personal y dinero.
Versátil y oportuno	Que sea práctico y medible a diferentes escalas y con métodos estándar y rápidos.
Fácil identificación	Que se puedan identificar con facilidad. Tener cuidado de no considerar especies que por su parecido se puedan confundir.
Abundancia	Las especies poco abundantes o raras, naturalmente no son buenos indicadores porque no se les encontrará con facilidad durante el monitoreo. Sin embargo, pueden hacerse excepciones cuando se trata de especies en peligro de extinción, donde el propósito del monitoreo es el de confirmar la presencia de esta especie, y donde un solo avistamiento puede ser de gran importancia.
Accesibilidad	Evitar, en la medida de lo posible, utilizar especies que habiten en zonas de difícil acceso como acantilados, ríos, quebradas u otro tipo de accidente geográfico que impida llegar a ellos con facilidad.

Cuadro 1 Criterio para la selección de especies indicadoras. Elaboración propia. Adaptado de Contreras S, 2019, y Martínez, s.f.

Actualmente el uso de especies indicadoras implica su monitoreo y pueden ser utilizadas por conservacionistas, administradores de áreas protegidas y/o instituciones gubernamentales o no gubernamentales para poder formular planes para un manejo sostenible de los recursos naturales (Martínez *et al.* s.f.).

Por lo anterior resulta importante considerar que aquellos indicadores que se proponen en esta metodología, sean también de utilidad e interés para el productor, con la finalidad de incentivar con esto la implementación del monitoreo en sus ranchos.

En este sentido, la propuesta metodológica para el *Monitoreo de Biodiversidad en Sistemas Ganaderos en Jalisco* se acota a cuatro grupos biológicos (aves, mamíferos, escarabajos estercoleros y vegetación), considerados de fácil monitoreo y que a su vez permiten evaluar la calidad de sitio. Dentro de los predios monitoreados, la presencia o ausencia de alguno de estos grupos biológicos seleccionados o de especies clave pertenecientes a los grupos (especies indicadoras) sentará las bases para inferir los efectos que la ganadería está teniendo en el entorno natural del sitio.

Si bien existen muchos otros indicadores que pueden ser monitoreados (por ejemplo, anfibios, lombrices, polinizadores, materia orgánica del suelo, plagas, enfermedades, etc.) se consideró que los grupos de aves, mamíferos, escarabajos estercoleros y vegetación son grupos de fácil identificación por los productores, y que requieren una mínima capacitación para su monitoreo, ya que conviven cotidianamente con ellos y de forma empírica han creado un conocimiento particular, que a su vez puede resultar de interés para el productor de acuerdo al vínculo existente entre estos grupos biológicos y la actividad ganadera. Ejemplos de ello son el conocimiento de la importancia de encontrar aves controladoras de plagas y parásitos que afectan al ganado, mamíferos dispersores de semillas, escarabajos descomponedores de excremento que enriquecen la calidad de los suelos, o vegetación que complemente la nutrición del ganado a través del ramoneo.

Podría resultar interesante ofertar algún incentivo que facilite los procesos de adopción del monitoreo por parte de los productores, considerando el hecho de que es necesario facilitarles las herramientas básicas de conocimiento para que puedan desarrollarlo. Estas herramientas pueden ofrecerse por medio de una sesión de capacitación teórico-práctica que facilite la realización de los primeros esfuerzos del monitoreo en campo.

Esta capacitación puede ofertarse a través de centros de investigación, universidades, organizaciones de la sociedad civil, agentes técnicos locales, prestadores de servicios profesionales, asesores técnicos o alguna otra instancia con conocimientos en el tema, quien además puede fungir como actor clave en el seguimiento, evaluación y toma de decisiones con base en los resultados encontrados.

Una buena capacitación, seguida de la correcta ejecución de la metodología, permitirá que con los datos recabados se pueda establecer una línea base de biodiversidad en los ranchos, facilitando además la realización de un análisis de la diversidad con relación a las especies encontradas en los ranchos ganaderos (riqueza y abundancia) a lo largo del paso del tiempo.

5.1. Grupo biológico aves

5.1.1. Descripción

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más diversos en el mundo, mismos que presentan una gran capacidad de adaptación, ocupando prácticamente todos los ambientes del planeta. Además, es uno de los grupos más conocidos y estudiados por el gran interés que generan (Berlanga *et al.* 2015), lo que permite detectar cambios positivos o negativos en el entorno.

Existen diversos datos respecto al número de aves que existe, sin embargo, se tiene un aproximado de 10,500 especies en el mundo, de las cuales entre 1,123 y 1,150 pueden encontrarse en México, lo cual representa cerca del 11%, situando a nuestro país en el onceavo lugar en cuanto a la riqueza de este grupo de fauna a nivel mundial y el cuarto lugar en proporción de endemismo entre los países megadiversos del mundo. Se estima que entre 298 y 388 especies (26-33%) de la avifauna mexicana se encuentra en alguna categoría de amenaza de acuerdo a autoridades nacionales o internacionales (Navarro-Sigüenza *et al.* 2013). Se calcula que en Jalisco existen 587 especies de aves (Palomera *et al.* 2007), es decir, más de la mitad de las aves que se observan en el país.

Entre sus principales características están sus coloridos plumajes, los cantos y la capacidad de volar. Además, presentan varias características que diferencian a las aves de otros animales vertebrados, tales como la temperatura corporal constante de 42°C, plumas que son estructuras muertas (como las uñas o el pelo) que regularmente son limpiadas y engrasadas.

La importancia de las aves en la estructura de los ecosistemas, la diversidad de sus formas, su interesante conducta, su migración y la facilidad con que son observadas, las hacen un grupo clave en el desarrollo de las ciencias biológicas. Además, la presencia de las especies de aves está estrechamente relacionada con la condición de sus hábitats, pues muchas son sensibles a cambios mínimos en ellos, por lo cual se les considera como buenos indicadores de perturbación (Navarro-Sigüenza *et al.* 2013).

Existen especies que solamente las podremos observar en bosques bien conservados, mientras que otras las encontraremos únicamente en zonas abiertas tales como las ciudades y las áreas perturbadas. Estudiando a las aves nos podemos dar cuenta de algunos cambios en el medio ambiente que de otra manera serían imperceptibles a nuestros ojos.

Las aves juegan un papel muy importante dentro de nuestro medio ambiente, debido a que cada especie tiene una función específica que cumplir. La relativa facilidad con que podemos observar aves hace de este grupo uno de los más estudiados a nivel mundial y también uno de los más prácticos a monitorear cuando se desea establecer estudios a largo plazo, que arrojen información sobre la condición de los hábitats en que las diferentes especies pueden ser encontradas (Martínez *et al.* s.f.).

5.1.2. Justificación

Las aves son un grupo extremadamente diverso en sus características biológicas y de distribución, por lo que al seleccionar determinadas especies como indicadores se debe prestar especial atención a especies que realmente permitan evaluar las condiciones de un aspecto del ambiente o de los factores que le afectan.

Este grupo es esencial en la naturaleza, pues brinda servicios ambientales importantes para la conservación de los ecosistemas. Dispersan semillas, polinizan flores, ayudan en la descomposición de restos biológicos, consumen insectos y roedores que podrían convertirse en plagas. También tienen usos comestibles, comerciales, ornamentales, religiosos, artísticos, medicinales y de vínculo de la gente con la naturaleza (FMCN, *et al.* 2018).

Para el caso de México, es común observar hatos ganaderos con la presencia de especies como *Bubulcus ibis* (garza ganadera) y *Crotophaga sulcirostris* (garrapatero). Estas son algunas de las especies que se observan conviviendo con el ganado, alimentándose de parásitos en la vegetación y alrededor de los bovinos. El establecimiento de este tipo de especies y otras que ayudan a generar un control biológico depende de condiciones del entorno favorables, por lo que el establecimiento de cercos vivos, árboles dispersos, corredores de vegetación, entre otros, permiten su permanencia en el sitio, además de incrementar la riqueza de especies por el aumento de la cobertura vegetal.

De forma muy general las especies de aves indicadoras las podemos clasificar tal como se aprecia en el Cuadro 2.

Clasificación	Descripción
Especies en peligro	Son las especies que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo a la normatividad. El monitoreo permite saber si las poblaciones se están recuperando o no y si las medidas de manejo implementadas están contribuyendo a su recuperación.
Especies endémicas	Son especies cuya distribución geográfica se limita a una zona relativamente pequeña.
Especies invasoras	Son aquellas especies que fueron introducidas de forma voluntaria o involuntaria y que han ido reemplazando a las especies nativas u originales del sitio. La presencia y aumento de su población suele indicar la expansión de la frontera agropecuaria y/o cambios en el hábitat (principalmente por la deforestación).
Grado de especialización de su hábitat	Especies con grados de especialización según sus requerimientos ecológicos.

Clasificación	Descripción
Especies con cambios de distribución geográfica	Cambios en la distribución de algunas especies relacionadas a los factores externos como el caso del cambio climático, lo que genera el desplazamiento de las especies a otras zonas. Las especies migratorias en particular son sensibles a este tipo de cambios.
Especies clave	Son aquellas especies del ecosistema de las cuales dependen otras especies para su supervivencia. Entre las especies claves pueden incluirse las especies endémicas, amenazadas, sensibles o representativas.

Cuadro 2 Clasificación de especies de aves indicadoras. Elaboración propia. Adaptado de Martínez, s.f.

Esta clasificación nos puede permitir seleccionar una especie de interés, dependiendo de la región de estudio, lo que ayudará a conocer el estado o tendencia que presenta cierta especie de acuerdo a la forma de manejo de los agroecosistemas.

La observación de algunas especies de aves dentro de un tipo de hábitat nos permite conocer el grado de conservación del ecosistema, debido a que, en dependencia del grado de conservación o fragmentación de un sitio, serán las especies de aves que se puedan observar. Existen especies que se observan en hábitats fragmentados como el caso del Zanate (*Quiscalus mexicanus*), en tanto que, la presencia de algunas especies nos indica ecosistemas bien conservados, como es el caso del Pavito alas blancas (*Myioborus pictus*). Por lo tanto, el contar con un listado de aves a través del monitoreo nos permitirá conocer el grado de conservación en que se encuentra un área.

Como ya se mencionó anteriormente, las aves se encuentran en prácticamente todos los ecosistemas, por lo que garantiza que cualquier sitio sujeto de monitoreo presentará dicho grupo. Además, las aves son un grupo carismático para la mayor parte de las personas, por lo que su estudio puede generar un mayor interés en los dueños del predio.

Aunado a esto, los tipos de vegetación que presentan la mayor riqueza de especies se encuentran en las partes bajas, como la selva perennifolia (29%) y la selva baja caducifolia (24%), de ahí la importancia del estudio de este grupo, debido a que los tipos de vegetación más afectados por la ganadería extensiva son precisamente los de las zonas bajas (Navarro-Sigüenza *et al.* 2013), tal como lo es para el caso del estado de Jalisco.

Por todo lo anteriormente expuesto es que el grupo de las aves representa un buen indicador ambiental de los cambios positivos o negativos que está sufriendo un área determinada, permitiendo conocer la posible tendencia que sufrirán las especies presentes de acuerdo al tipo de manejo del agroecosistema.

5.2. Grupo biológico mamíferos

5.2.1. Descripción

Observar a simple vista los mamíferos silvestres que hay en un hábitat puede ser difícil, sobre todo, en aquellos lugares donde la presencia del ser humano los motiva a esconderse. Una de las formas más sencillas, confiables y económicas de conocer las especies de un territorio es a través de los rastros que dejan, como huellas y excrementos. (FMCN *et al.* 2018).

La fauna silvestre es parte de los ecosistemas ganaderos, aunque, en algunas ocasiones no es muy apreciada por los productores debido a que no les genera un ingreso económico directo, sin embargo, la presencia de la fauna silvestre y la interacción que se desarrolla dentro del sistema de producción pecuaria es un indicador del buen manejo que se hace del rancho ganadero, ya que en su mayoría son especies sensibles a los cambios en el ecosistema y es muy común que se desplacen hacia lugares más conservados cuando existen perturbaciones importantes.

México se reconoce como el territorio del continente americano con el mayor número de especies silvestres de mamíferos nativos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, en prensa, de Cervantes F. *et al.* 1994) y se encuentra en segundo lugar a nivel mundial (Mittermeier y Goettsch, 1992).

En los registros para México se encuentran 450 especies de mamíferos silvestres nativos, las cuales quedan comprendidas en 157 géneros, 35 familias y 10 órdenes. Nueve géneros son endémicos, lo mismo que 140 especies (Cervantes *et al.* 1994).

Además, Jalisco es reconocido como una de las entidades de México en las que la riqueza de mamíferos es considerable. Diversos estudios han mostrado que la región en donde se ubica, vertiente del Pacífico Mexicano, es una de las más notables por su cantidad de endemismos. Se tiene registro de la presencia de 168 especies con 155 subespecies, 89 géneros, 22 familias y ocho órdenes. De las especies, el 26% son monotípicas y el 74% son politípicas. Del total de especies, 40 son endémicas de México de ellas cuatro son exclusivas de Jalisco. De igual forma se han registrado 21 especie catalogadas con diferentes estados de conservación en la Norma Ecológica Mexicana (NOM-ECOL-059-2001) (Guerrero y Cervantes, 2003).

5.2.2. Justificación

La mayor parte de las especies de mamíferos que se encuentran en los ambientes de los agroecosistemas son organismos beneficiosos y cumplen servicios ecológicos importantes para el productor.

Para que un sistema funcione correctamente debe contar con todos sus componentes, y los mamíferos son eslabones importantes en las cadenas alimentarias y del funcionamiento general de los sistemas. En el caso de un agroecosistema los mamíferos cumplen funciones diversas, pueden fungir como polinizadores, controladores de plagas, recicladores de nutrientes, dispersores de semillas, entre otras.

Debido a la gama tan amplia de funciones naturales en las que los mamíferos se ven inmiscuidos dentro de los ecosistemas, es que se consideran de importancia para su monitoreo dentro de los sistemas ganaderos. Los impactos que los sistemas de producción generan sobre las condiciones de la biodiversidad, se verán reflejados directamente sobre este grupo de animales, ya que dependiendo de las especies que se encuentren presentes en los terrenos donde se realiza la actividad ganadera, se puede inferir el grado de conservación o de buen manejo (desde el punto de vista ambiental) que puede tener el rancho ganadero. A su vez, puede ser también por medio del monitoreo de éste grupo biológico, que se detecten áreas de oportunidad para que los ganaderos incorporen prácticas sustentables en sus sistemas de producción.

Por otro lado, los cultivos y campos de pastoreo avanzan sobre los ecosistemas naturales y, por lo tanto, los animales silvestres deben adaptarse al nuevo ambiente o alejarse. La sustentabilidad de los sistemas agropecuarios dependerá entonces de la capacidad para brindar refugio a estos organismos que cumplen un papel muy importante en el ciclo natural de la vida.

Al mantener espacios con vegetación natural dentro y fuera del rancho ganadero, aumenta el número de refugios y sitios para alimentación de los mamíferos, de esta manera aquellos mamíferos que se alimentan de partes vegetales o de semillas de los cultivos, y que pudieran considerarse como nocivos dentro del sistema productivo, no necesitan ingresar al campo productivo si cuentan con un sitio en el que sientan mayor seguridad y confort.

Las cercas vivas, la vegetación ribereña, y los manchones de vegetación natural cercanos a los ranchos ganaderos son excelentes como hábitat para los mamíferos silvestres. Dado que algunas especies son susceptibles a la reducción de hábitat natural y a los agroquímicos utilizados en los cultivos, la presencia de mamíferos es señal de un buen estado de conservación del medio. Por lo tanto, al realizar un seguimiento de las poblaciones de mamíferos a través del monitoreo, será posible apreciar los cambios a través del tiempo.

Para el caso específico de la ganadería, un estudio realizado en la selva Zoque (Oaxaca) menciona que la actividad de ganadería extensiva está muy ligada a actividades de caza, lo cual pone en riesgo a poblaciones de mamíferos de interés cinegético o caza menor, además de ser una actividad productiva que propicia el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola para el cultivo de pastos para el ganado, generando así una fragmentación de hábitat para la fauna silvestre, además del uso del fuego que es otro factor negativo para la conservación de áreas óptimas para el desarrollo de la fauna silvestre (Lira y Briones, 2011).

Es por eso que los mamíferos se consideran como biodiversidad asociada a la ganadería, principalmente en explotaciones ganaderas de manejo extensivo.

El monitoreo de los mamíferos puede ser una herramienta muy valiosa para los productores ganaderos del estado de Jalisco, ya que además de las funciones biológicas y funcionales que desarrollan en los ranchos ganaderos pueden fungir como un elemento para la diversificación de actividades e ingresos

para el ganadero, ya que se pueden realizar además de la ganadería, acciones complementarias como el ecoturismo o turismo rural, las cuales contribuyen a incrementar los ingresos económicos del productor y que a su vez generan una mejora en la derrama económica entorno al ganadero, derivada de los trabajos que se puedan realizar bajo éste esquema que promueve la conservación de la biodiversidad dentro de las actividades productivas locales.

5.3. Grupo biológico escarabajos estercoleros

5.3.1. Descripción

En los sistemas de ganadería sostenible, los organismos plaga pueden ocasionar daño tanto a los animales de uso productivo, como a las plantas cultivadas para su alimentación. No obstante, la mayoría de las especies que se encuentran en los sistemas agropecuarios, son organismos benéficos que no generan ningún tipo de daño a los agroecosistemas (Castaño-Quintana *et al.* 2019). Además, muchos de estos organismos cumplen funciones específicas para el equilibrio del ecosistema, considerándose especies clave.

Entre las diferentes especies clave para el funcionamiento de los ecosistemas se encuentran los descomponedores, que se alimentan de materia orgánica residual de origen vegetal o animal. Estos organismos son considerados benéficos debido al servicio que ofrecen de degradar la materia orgánica y liberar minerales y nutrientes al suelo, que pueden ser reutilizados en el ecosistema. Las moscas, hormigas cucarachas, termitas, escarabajos, lombrices, cochinillas, diplópodos o mil pies, hongos y bacterias son organismos descomponedores que se pueden encontrar en sistemas ganaderos sostenibles (Castaño-Quintana *et al.* 2019).

Los organismos descomponedores pueden contribuir de manera indirecta a la regulación de organismos plaga. En su caso, los escarabajos coprófagos son los principales implicados en la descomposición del estiércol de grandes mamíferos a nivel mundial, tanto en sistemas naturales como en sistemas productivos (Nichols *et al.* 2008).

Desde el punto de vista ecológico los escarabajos coprófagos, conocidos también como escarabajos estercoleros, son aliados importantes en los sistemas de producción ganadera, ya que debido a sus hábitos de alimentación y reproducción generan múltiples beneficios para el sistema productivo, y en consecuencia para el productor ganadero (Nichols *et al.* 2008, Giraldo *et al.* 2011), ya que pueden llegar a reducir los costos producción al disminuir el uso de fertilizantes, plaguicidas y medicamentos veterinarios.

Los escarabajos estercoleros o coprófagos son uno de los grupos tropicales más característicos del orden coleóptera, pertenecen a la familia Scarabaeidae y subfamilia Scarabaeinae (Morón 2004), también a las subfamilias Geotrupinae y Aphodiinae (Flota, *et al.* 2012). Su nombre deriva de la relación que mn-

tienen con las fecas de los animales para su alimentación y reproducción (González-Chang *et al.* 2015).

A estos coleópteros, generalmente se les observa más activos en la época de lluvias, pero pueden encontrarse a lo largo de todo el año, siendo menos abundantes y activos en la época seca, que coincide con el periodo de más bajas temperaturas en México (Huerta *et al.* 2016).

Los escarabajos estercoleros o coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae son un grupo de insectos diverso clave para la sustentabilidad de los pastizales (Steinfeld *et al.* 2006) y en general para el funcionamiento de los ecosistemas (Nichols *et al.* 2008), ya que participan activamente en el reciclaje de nutrientes en el suelo, incorporando la materia orgánica en descomposición o de desecho producida por animales vertebrados y que estos insectos utilizan como alimento tanto para adultos como para estados inmaduros (Halffter y Edmonds, 1982).

De acuerdo a su actividad de vuelo en búsqueda de alimento los escarabajos coprófagos pueden ser de hábitos diurnos (activos durante el día), crepusculares (activos al amanecer y al atardecer) o nocturnos (activos durante la noche) (Celi y Dávalos 2001, Huerta *et al.* 2016).

El estiércol de los animales constituye la fuente de alimento, sirve de lugar de reunión para que los adultos se congreguen, formen parejas, copulen y nidifiquen (Cruz, 2011), también pueden alimentarse de cadáveres, frutos en descomposición y hongos (Huerta *et al.* 2016). Se alimentan principalmente de las bacterias y de las células muertas del intestino del ganado que son expulsadas en las heces. También, del estiércol obtienen nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (Huerta *et al.* 2016).

En el proceso de reproducción, la hembra escarabajo elabora una bola de estiércol y pone los huevos en su interior para garantizar el alimento de las larvas hasta su estado adulto, cuando salen para completar su ciclo biológico (Behlingh 2006, Zuluaga *et al.* 2011).

Con sus hábitos de alimentación y reproducción los escarabajos estercoleros reducen la pérdida de elementos nitrogenados en las áreas de producción de pastoreo y contribuyen a incrementar la fertilidad del suelo al acelerar la incorporación del estiércol al ciclo de nutrientes (Nichols *et al.* 2008), lo que permite que los nutrientes que están en el estiércol bovino retornen al suelo y no se pierdan hacia la atmósfera en forma de gases o hacia las fuentes de agua por escurrimiento o lixiviación (Giraldo *et al.* 2018).

Adicionalmente, intervienen como agentes de control biológico de nematodos gastrointestinales y de larvas de algunos dípteros perjudiciales para el ganado que cumplen su ciclo de vida en las excretas (Nichols *et al.* 2008), tal como sucede con la mosca de los cuernos *Haematobia irritans*, un ectoparásito hematófago que afecta la salud y el bienestar de los bovinos. Esta mosca se reproduce al interior de las bostas y es considerada una plaga de importancia económica en los sistemas ganaderos (Giraldo *et al.* 2018). En este caso, si los escarabajos entierran de manera oportuna el estiércol bovino antes de que la mosca cumpla su ciclo de vida, se logra una reducción importante de sus poblaciones (Giraldo *et al.* 2011).

De manera similar ocurre con los parásitos gastrointestinales, por ejemplo, el *Trichostrongylus*, un gusano

redondo (nematodo) que afecta la salud de los animales en pastoreo. Estos organismos cumplen parte de su ciclo de vida en las bostas y permanecen en la superficie de los potreros hasta que los animales completan los períodos de rotación (Socca *et al.* 2002). Cuando los bovinos ingresan a un terreno en donde el estiércol no fue removido, los animales ingieren una cantidad importante de parásitos que luego tendrán que ser controlados por medio de medicamentos veterinarios. Si los escarabajos desintegran completamente las bostas del ganado, los potreros tendrán una menor carga de parásitos, lo cual mejora notablemente la salud de los animales (Giraldo *et al.* 2018).

Existen tres diferentes comportamientos que presentan los escarabajos estercoleros en relación a la utilización y reubicación de la feca animal (Halffter y Edmonds, 1982; Nichols *et al.* 2008):

- **Paracrópidos (tuneleros o cavadores)**, construyen túneles de nidificación de diversa complejidad inmediatamente debajo o al lado de su fuente de alimento. En el fondo de los nidos depositan las bolas de estiércol.
- **Telecópidos (rodadores)**, transportan horizontalmente con sus patas traseras una bola de estiércol desde su fuente de alimento y luego cavan túneles y construyen un nido a cierta distancia del origen de ésta.
- **Endocópidos (moradores)**, no relocalizan el alimento, sino que construyen su nido al interior de la fuente de alimento luego de ser colonizado.

La presencia de los escarabajos coprófagos en los paisajes asegura que se llevan a cabo procesos ecológicos importantes para el funcionamiento de los ecosistemas (Nichols *et al.* 2008; González-Chang *et al.* 2015), tales como la incorporación de materia orgánica al suelo, la bioturbación (desplazamiento y mezcla de partículas de sedimento), el control de parásitos que afectan animales domésticos y humanos y la dispersión secundaria de semillas (Nichols *et al.* 2008).

En el proceso de construcción de galerías de nidificación, los escarabajos incrementan la aireación y porosidad del suelo, disminuyen la compactación y mejoran la permeabilidad (Zuluaga *et al.* 2011), aumentan la capacidad de retención de agua y contribuyen con la conservación de la humedad del suelo durante la época seca (Chará *et al.* 2011). En sistemas ganaderos la contribución que realizan las especies de escarabajos estercoleros depende de su adaptación al estiércol de vacuno, ya que algunas especies son atraídas por determinados tipos de estiércol (especialistas), mientras que otras son atraídas por distintos tipos de estiércol (generalistas) (Philips, 2011); incluso estos últimos pueden presentar preferencias alimenticias (Celi y Dávalos, 2001).

La presencia de árboles en los potreros y la mayor disponibilidad de hojarasca propician las condiciones para el refugio de los escarabajos estercoleros, que movilizan el estiércol bovino y lo entierran rápidamente en el suelo durante el proceso de construcción de galerías que utilizan para anidar (Zuluaga *et al.* 2011).

Aunque se les considera organismos clave de los ecosistemas, los escarabajos pueden ser afectados en su diversidad y en sus funciones ecológicas y reproductivas, como por ejemplo la capacidad de remover el excremento y la supervivencia de las crías, como resultado de las prácticas de manejo ganadero, en especial por el uso de productos veterinarios y agroquímicos (Huerta *et al.* 2016).

Los beneficios de los escarabajos estercoleros sólo pueden lograrse al promover condiciones adecuadas para ellos, tales como sombra, hojarasca, sanidad del sistema y reducción de químicos y antiparasitarios. La provisión de estas condiciones garantiza la recuperación de la macrofauna del suelo, la cual constituye una aliada importante en la producción ganadera (Zuluaga *et al.* 2011).

5.3.2. Justificación

Los escarabajos coprófagos, son utilizados a nivel mundial en estudios de monitoreo de biodiversidad, conservación y ecología, especialmente porque son un grupo de insectos de fácil recolección e identificación a nivel de género, y en algunos casos, hasta especie. Además, están distribuidos en casi todos los biomas naturales, cuentan con suficiente bibliografía especializada y el costo de muestreo es relativamente económico (Favila y Halffter, 1997).

Los Scarabaeinae presentan amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitats, son abundantes y diversos en regiones tropicales; dicha diversidad decrece en regiones con bajas temperaturas hasta estar ausentes en regiones frías (Halffter y Edmonds, 1982; Halffter, 1991).

Estudios realizados en el marco del proyecto Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas, desarrollado entre 2002 y 2008 en regiones de Costa Rica, Nicaragua y Colombia, en el que se promovió el cambio de uso de la tierra en fincas ganaderas a sistemas silvopastoriles (entre ellos cercas vivas, árboles dispersos en potreros, sistemas silvopastoriles intensivos) mostraron que estos sistemas favorecen el establecimiento de escarabajos estercoleros en comparación con áreas de pasturas sin árboles (Zuluaga *et al.* 2011).

Además, se observó que en los sistemas silvopastoriles se redujo en 40% las moscas hematófagas (*Haematobia irritans*). Esto como consecuencia de la competencia que ejercen los escarabajos al reducir los sitios de anidamiento de las moscas (Zuluaga *et al.* 2011).

El uso de escarabajos estercoleros como indicadores de biodiversidad en sistemas de reconversión ganadera (por ejemplo, pasturas convencionales a sistemas silvopastoriles o sistemas de ganadería regenerativa) es importante porque permite inferir sobre las condiciones en las que se mejora el reciclaje de nutrientes. Además, permite establecer la comparación con áreas naturales no intervenidas, ya que muchas de estas especies abundan en los bosques.

Los escarabajos coprófagos ofrecen la posibilidad de ser estudiados a escala de paisaje (Halffter y Arellano, 2002). Por las características de su comunidad se considera un grupo focal para el estudio de la

diversidad y la conservación (Spector, 2006). Entre los aspectos considerados están:

- Facilidad de muestreo a partir de métodos estandarizados que cuantifican el esfuerzo y eliminan la experiencia de la captura de especies permitiendo evaluar características de la comunidad (composición y abundancia) en poco tiempo (Spector, 2006).
- Amplia distribución geográfica con especies presentes en diferentes localidades, que a su vez proporciona información para comparar niveles de diversidad a través de múltiples escalas espaciales (Escobar, 1997).
- Respuestas moderadas ante los cambios ambientales o de perturbación (Arellano y Halffter, 2003).
- Importancia ecológica y económica, debido a que intervienen en funciones como el ciclo de nutrientes, la dispersión de semillas, el control de parásitos e incluso la polinización de algunas plantas (Nichols *et al.* 2008).
- Un gran número de especies están vinculadas a la cobertura arbórea (Halffter y Arellano, 2001), lo cual es de utilidad para obtener información sobre la comunidad en gradientes de pérdida y fragmentación del hábitat (León-González, 2015).
- La diversidad en los ecosistemas tiene relación con la diversidad de otros grupos taxonómicos (Nichols *et al.* 2009). Esta correlación con otros grupos se genera al emplear el excremento de los mamíferos omnívoros y herbívoros como sustrato para la nidificación (Nichols *et al.* 2008).
- Se conocen alrededor de 6,000 especies y 200 géneros de escarabajos estercoleros en el mundo, concentrándose una buena parte en la zona tropical con cerca de 1,300 especies y alrededor de 70 géneros (Halffter y Edmonds, 1982; Halffter, 1991; Morón, 2003).
- En México se reportan 228 especies de Scarabaeinae distribuidas en 25 géneros (Morón, 2003); más recientemente (Huerta *et al.* 2016) señalan la existencia de 268 especies.
- Se cuenta con el "Atlas de los Escarabajos de México" (Morón, 2003; Navarrete-Heredia, 2004), el artículo "Coleoptera escarabaeoidea de Jalisco, México" (Navarrete-Heredia *et al.* 2001), y el libro "Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico" (Huerta *et al.* 2016), los cuales pueden facilitar la identificación de los especímenes.
- Se consideraron entre los grupos biológicos de interés para la evaluación de impactos del cambio climático global, específicamente en selvas medianas y bajas del Caribe Mexicano, calificándose como un indicador de alta calidad (CONABIO *et al.* 2011).

Como ya se mencionó, los beneficios que ofrecen los escarabajos coprófagos en sistemas ganaderos se reflejan a medida que se reduce el uso y aplicación de insecticidas y antiparasitarios. De esta manera, se logra producir leche y carne de mejor calidad, libres de productos químicos contaminantes que afectan la salud de los consumidores y se reducen los costos de producción. Un sistema ganadero en el que se observe la presencia y actividad permanente de escarabajos coprófagos, es un sistema en el cual se cumplen distintas funciones ecológicas que contribuyen con la salud del agroecosistema, lo que determina que sea más sostenible.

Por lo tanto, el monitoreo de escarabajos coprófagos en sistemas ganaderos es de gran importancia porque permite conocer el estado de las funciones ecológicas a las cuales contribuyen y en consecuencia se pueden tomar decisiones en torno a los cambios o mejoras que sean factibles de implementar, de manera de contribuir a la sostenibilidad del sistema de producción.

5.4. Grupo biológico vegetación

5.4.1. Descripción

Los árboles y arbustos dentro de los sistemas de producción ganadera juegan un papel fundamental en el enriquecimiento de biodiversidad del sistema y en la provisión de servicios ambientales que estos sistemas productivos aportan a nivel global, a esta práctica de inclusión de árboles y arbustos en las áreas de pastoreo se les conoce como Sistemas Silvopastoriles (SSP).

Los arbustos, el repoblado y la vegetación menor detallan la dinámica de sucesión y regeneración del ecosistema. Son un buen indicador de la salud del mismo porque constituyen la base de las redes alimentarias, sirven de refugio de gran parte de la fauna, protegen el suelo de la erosión y favorecen la infiltración de agua de lluvia. La reducción en la composición y cobertura de las especies del sotobosque y la baja regeneración natural suelen relacionarse con procesos de sobrepastoreo, sobreexplotación de productos maderables y no maderables, incendios forestales, entre otros factores de degradación.

El arbolado y la vegetación mayor representan un componente muy importante de los ecosistemas, en términos de la captación y almacenamiento de carbono y nutrientes, refugio para la fauna y mantenimiento de la estabilidad del sistema en general. La diversificación vertical con individuos en todas las fases de desarrollo indica que el ecosistema está sano y sigue su dinámica natural de sucesión (FMCN *et al.* 2018).

Logrando el establecimiento del estrato arbustivo y arbóreo, se generan las condiciones para que nuevas especies de flora y fauna se desarrollen dentro del sistema de producción, obteniendo así un incremento de la biodiversidad, la cual no es de forma planeada, si no por añadidura, siendo un indicador del buen manejo que se da al sistema de producción.

En la mayor parte de los pastizales los ganaderos dejan pequeños fragmentos de selva y bosques de diferentes tamaños que tienen tres funciones: a) el cuidar las fuentes de agua permanentes de la región; cenotes y lagunas, que abastecen del vital líquido al ganado y a las comunidades durante las temporadas de secas, b) ofrecer sombra natural y áreas de descanso al ganado y c) como zona de caza, pues en su mayoría estos fragmentos están asociados a árboles frutales (ej. *Ficus sp*, *Pouteria sapota*, etc.) por lo que es muy recurrente que varias especies los visiten frecuentemente en busca de alimento y/o presas potenciales (Cid, 2011).

Los diferentes estratos que conforman el conjunto de árboles incrementan la productividad biótica del sistema, ya que desde el piso hasta la copa permiten que existan diferentes microhábitat que se asocian a distintas especies y poblaciones generando una mayor productividad del sistema total, con un incremento de la dinámica de movimiento de individuos de variadas especies, en especial para especies nativas con requerimientos de hábitat menos generalistas y que por lo tanto se reducen poblacionalmente o desaparecen con la implementación de pasturas exclusivas (Botero y De La Ossa, 2011).

5.4.2. Justificación

Al ser los árboles y arbustos dos componentes no deseados en muchos de los sistemas de producción pecuaria por la idea errónea de los ganaderos de que el ganado necesita exclusivamente pasto para su alimentación, es que los árboles han ido desapareciendo cada vez más de los ranchos dedicados a la ganadería, sin embargo, existen en la actualidad grupos de ganaderos rescatándolos e incluyéndolos en sus sistemas productivos para revertir el proceso de eliminación del arbolado en los agroecosistemas a través de la adopción de prácticas silvopastoriles.

La implementación de sistemas silvopastoriles es una medida de mitigación que fomenta la transición de una ganadería tradicional extensiva y fuertemente emisora a una sostenible y de bajas emisiones. Por tal motivo estos sistemas se han vinculado en los últimos años a nuevas políticas, estrategias y programas nacionales relacionadas con cambio climático, restauración, manejo sostenible de los recursos naturales y desarrollo sectorial, por ello, nuestro país avanza con la construcción del Proyecto de NAMA de Ganadería sustentable de bajas emisiones en condiciones de pastoreo de México (Suber, 2019).

Una ventaja que ofrecen los árboles y arbustos es la creación de un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura) (Botero, 1988). La sombra protege a los animales del calor excesivo causado por la radiación solar directa y les permite mantener su temperatura corporal en un rango confortable. Los cambios en el balance térmico, que se logran con una menor temperatura del aire, comparada con la temperatura corporal del animal, le permiten un mayor consumo de alimento (De Alba, 1959).

La intensidad de sombra del arbolado depende de la densidad y orientación de los surcos de árboles y del diámetro y estructura de sus copas.

Muchas especies de gramíneas crecen mejor bajo la sombra de la copa de los árboles, producen mayor cantidad de forraje y tienen una mayor calidad nutritiva, es decir, menor contenido de fibra y mayor contenido de proteína cruda, comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar (Pinney, 1989; Daccarett y Blydenstein, 1968).

El productor, al incluir el arbolado como parte de su sistema de producción ganadera, obtiene beneficios adicionales como la provisión de materia prima para construcción, postes para el mantenimiento de las cercas, leña para autoconsumo familiar e incluso para comercialización, con lo que se pueden obtener ingresos económicos adicionales, a lo que se suman la producción de frutos para autoconsumo y para alimentación del ganado.

Los resultados de un estudio realizado por Botero (2011) en Colombia, indican que entre un potrero estructurado con solo pasturas, y otro arborizado mínimamente, no hay diferencias en cuanto a los rendimientos de pesos del ganado, pero si existen valores agregados que son importantes, entre ellos incremento de la diversidad biológica y mejor mantenimiento del ecosistema, lo que se relaciona de forma directa con la heterogeneidad espacial o disposición de microhábitat y permite estructurar un proceso de conservación local sin detrimento de la producción económica y social haciendo menos lesiva la explotación ganadera en términos ambientales. Menciona además que la mayor diversidad de especies que se observó en un potrero arborizado con 50 árboles por hectárea presenta una mayor oferta de alimento representada en las posibilidades de establecimiento de variados gremios tróficos, como frugívoros, nectarívoros, folívoros e insectívoros entre otros, lo cual no es factible de establecimiento en áreas cuya estructura característica sean pastizales.

En el estado de Jalisco es muy común que los árboles que se incluyen en los sistemas de producción, sean del grupo de las leguminosas, las cuales además de los beneficios que ya se mencionaron realizan una asociación con bacterias, generalmente del género *Rhizobium*, que se desarrollan en su sistema radicular para capturar y fijar nitrógeno atmosférico al suelo que posteriormente aprovechan los pastos para su mejor desarrollo, disminuyendo así los costos de inversión por la fertilización de los pastizales.

Los animales pueden consumir las legumbres o frutos de los árboles que se encuentran en el sistema de producción ganadero, aprovechando sus nutrimentos, escarifican las semillas que contienen y las dispersan en las heces. Esto favorece su germinación y evita el consumo de las plántulas por parte de los animales, hasta tanto las excretas se incorporen al suelo transformadas en materia orgánica (Botero, 1992).

Estudios indican que los árboles y arbustos constituyen en un buen porcentaje la dieta de bovinos, particularmente durante la época de sequía, en la cual la producción y sobretodo la calidad de zacates es muy baja, llegando inclusive, a existir predios ganaderos en los cuales estas especies, si no es que la única, son la fuente principal de forraje (Miranda, 1996).

Otro punto importante en las condiciones que prevalecen bajo la cobertura de los árboles es la calidad del suelo que se presenta en dichos lugares. Este tipo de plantas actúa como "fábrica de nutrientes", lo cual favorece tanto a ellas mismas como a las plantas que se desarrollan bajo su cobertura. Se ha encon-

trado que algunos nutrientes como el Calcio, Magnesio, Sodio, Cloro y Fósforo entre otros, se encuentran en mayor cantidad en el suelo presente bajo los árboles con respecto al suelo que se encuentra en áreas abiertas (Miranda, 1996).

El arbolado, al contar con un sistema radicular profundo, tiene acceso a micronutrientes y minerales de las capas profundas del suelo, los cuales se absorben y están disponibles en el forraje que consume el ganado, mismo que queda disponible para los pastos cuando el animal excreta en el potrero o bien cuando las hojas caen y se desintegran.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otros grupos de expertos han estimado que la retención mundial de carbono producida por la disminución de la deforestación, el aumento de la repoblación forestal y un mayor número de proyectos agroforestales y plantaciones podrían compensar un 15 por ciento de las emisiones de carbono producidas por los combustibles fósiles en los próximos 50 años (FAO, 2006),

En este sentido, realizar el monitoreo de la diversidad de especies vegetales de formas arbustivas y arbóreas en los ranchos ganaderos, nos puede mostrar el grado de conservación o perturbación del sistema productivo y del entorno natural en el que se desarrolla.

6. Descripción de la metodología de monitoreo

El monitoreo de biodiversidad en torno a las actividades ganaderas, es un tema que comienza a despuntar de manera importante en el estado de Jalisco, por lo que, tomando en consideración lo mencionado por Ralph *et al.* (1996), respecto de la temporalidad de los muestreos, es que se recomienda que el periodo mínimo de monitoreo de biodiversidad en los sistemas ganaderos sea de cinco años, para obtener mayor información respecto a las tendencias poblacionales de las diferentes regiones del estado.

Cabe destacar que, derivado de las formas de vida de los diferentes grupos biológicos seleccionados, es que el monitoreo de cada uno de ellos obedece a una metodología específica, por lo que se deberán realizar técnicas de monitoreo diferentes para cada grupo, mismas que habrán de apegarse a las fechas semanales establecidas para ello, ya que corresponden a los tiempos estimados en los cuales se podrán obtener los mejores resultados en campo, considerando las épocas de lluvias y de secas principalmente, tal como se observa en el Cuadro 3.

Cronograma de monitoreo																
Grupo biológico	Abril				Agosto				Septiembre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aves			■	■			■	■								
Mamíferos	■	■			■	■										
Escarabajos estercoleros					■				■							
Vegetación															■	■

Cuadro 3 Cronograma de monitoreo. Fuente: Elaboración propia.

Aun cuando el monitoreo se realice en el periodo de lluvias, se deberá evitar a medida de lo posible la realización del muestreo durante un día lluvioso, con niebla densa, temperaturas extremas o viento intenso (Painter *et al.* 1999).

Se debe considerar además, que la metodología propuesta para los diferentes grupos biológicos (aves, mamíferos, escarabajos estercoleros y vegetación) deberá realizarse en los diferentes usos del suelo de cada predio o rancho ganadero, por ejemplo, en un mismo predio se podría contar con: a) bosque o área natural sin intervención, b) pastizal, y c) pastizal con árboles dispersos a alta densidad, por lo que las metodologías de los diferentes grupos biológicos deberán aplicarse para cada uno de estos tres usos del suelo dentro del mismo predio o rancho ganadero.

Si bien, las metodologías marcan los criterios de superficie, diseño y distribución de las diferentes áreas de muestreo para cada grupo biológico, es probable que estos criterios no se puedan mantener en predios con superficies pequeñas, por lo que en esos casos se deberá utilizar el criterio propio del productor y/o del responsable del monitoreo para definir la cantidad de sitios o transectos, procurando respetar las superficies mínimas propuestas, no limitando que se puedan sobreponer las áreas de monitoreo (sitios o transectos) de dos o más grupos biológicos.

Las metodologías están diseñadas para que los datos recabados durante el monitoreo permitan conocer la riqueza y abundancia de las especies en los predios a través de índices de diversidad aplicables para cada grupo biológico, lo que a su vez generará la información necesaria para establecer la línea base de cada predio, y con ello se podrán inferir las especies indicadoras de cada grupo en caso necesario.

La principal ventaja de la utilización de índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo (Moreno, 2001).

Se debe considerar, además, el registro de las características generales de cada predio o rancho ganadero, para lo cual se presenta el diseño del formato que permita capturar esta información (Anexo 1), el cual debe ser llenado previo al desarrollo de la metodología en campo.

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PREDIO				
Estado	Jalisco	Municipio	El Limón	
Localidad	San Buenaventura			
Coordenadas centrales	Coord. X.	650900	Coord. Y	2150600
Nombre del predio	El Casco			
Nombre del propietario	Luis García			
Tipo de propiedad	Particular	Tipo de posesión	Propio	
Superficie	12 Hectáreas			
Vegetación dominante	Bosque tropical caducifolio	Usos de suelo	Agostadero	
Tipo de ganado	Bovino doble propósito			
Fuentes de agua disponibles	Arroyo			
Croquis				
Historial del predio				
<p>Predio obtenido por herencia familiar, anteriormente desmontado para producción agropecuaria, sin embargo, actualmente se encuentra en proceso de regeneración derivado del cambio de mentalidad del productor.</p>				
Buenas prácticas ganaderas				
<p>Rotación de potreros, cercas vivas y árboles dispersos entre los potreros</p>				

Figura 1 Ejemplo de llenado del Anexo 1.

Resulta interesante que esta metodología pueda apropiarse no sólo por los productores ganaderos, sino también por su núcleo familiar, ya que la interacción de la familia con este tipo de actividades genera la oportunidad de trascender y valorizar aún más la actividad productiva de manera generacional.

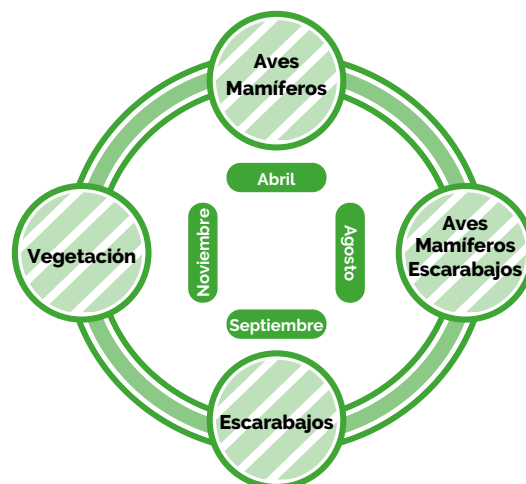


Figura 2. Diagrama de monitoreo de los grupos biológicos.

6.1. Metodología de muestreo para el grupo biológico aves

Existen diversos métodos para el monitoreo de las aves, los cuales dependen completamente del objetivo del monitoreo y los datos que se espera extraer durante su ejecución.

Se debe definir claramente el objetivo (plantear las preguntas que se quieren responder), lo que permitirá identificar lo que se necesita registrar (qué tipo de aves y características del hábitat) y así seleccionar el tipo de monitoreo más adecuado para recolectar los datos y analizarlos (definir los sitios de muestreo, la técnica de toma de datos y la manera de analizar la información). Estos puntos son claves para un programa exitoso, permitiendo que esta información se pueda utilizar de diferentes maneras para investigaciones, publicaciones científicas, o para evaluar acciones de conservación y manejo (Ruiz-Gutierrez *et al.* s. f.).

En el Cuadro 4 se pueden observar los diferentes tipos de monitoreo utilizados para las aves silvestres.

Método	Objetivo							
	Presencia especie	Abundancia relativa	Tendencias poblacionales	Densidad	Uso del hábitat	Condición	Supervivencia	Costo
Recuentos en punto								
Sin estimado de distancia	•	•	•		•			Bajo
Radio variable	•	•	•		•			
Radio fijo	•	•	•		•			

Método	Objetivo							
	Presencia especie	Abundancia relativa	Tendencias poblacionales	Densidad	Uso del hábitat	Condición	Supervivencia	Costo
Transectos								
Sin estimado de distancia	•	•	•					Bajo
Estimado de distancia variable	•	•	•	•				
Transecto en faja	•	•	•	•				
Representación en mapa estadístico	•	•	•	•	•			Alto
Representación en mapa de aves marcadas	•	•	•	•	•		•	Alto
Redes			•			•	•	Muy alto

Cuadro 4 Métodos de monitoreo de aves.

Tomando en consideración el Cuadro 4 y de acuerdo al objetivo y tipo de datos que son necesarios para conocer los efectos que causa la ganadería en las poblaciones de aves silvestres, el tipo de método que se ha seleccionado para el monitoreo de aves en sistemas ganaderos es el de recuentos en punto o mejor conocido como puntos conteo, debido a su bajo costo, al tipo de datos que obtenemos del mismo, su fácil implementación y la experiencia necesaria para su ejecución. Es importante señalar que, si bien este tipo de método puede ser aplicado por cualquier persona aun sin contar con experiencia previa en la identificación de aves, es altamente recomendable que quienes lo ejecuten conozcan los aspectos mínimos y de preferencia las especies de la región para poder obtener datos más confiables y lograr la mayor detección de especies posibles, ya que de lo contrario los datos recabados podrían presentar errores graves en la identificación de las especies.

Los puntos conteo son el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie (Ralph *et al.* 1996).

El conteo por puntos o puntos conteo consiste en contar todas las aves observadas o escuchadas desde un mismo punto, girando en 360° para su detección, o en su defecto, realizar movimientos dentro del

mismo círculo para la detección de un mayor número de especies, regresando siempre a la parte central para abarcar todos los puntos cardinales. Con cada punto hay que iniciar una nueva lista, por lo que hay que registrar todas las aves, sin importar si fueron vistas en otros puntos realizados. Dicho método presenta variaciones como ya fue mostrado en el Cuadro 4, por lo que el tipo de variación dependerá de las condiciones del lugar, es decir, sitios con vegetación muy densa dificultará el uso con un radio fijo debido a la baja visibilidad de las especies y los límites del área de muestreo.

Para el monitoreo de aves en un sistema ganadero se ha considerado el uso de puntos conteo de radio fijo, ya que las zonas de muestreo corresponderán a áreas abiertas generalmente, debido al tipo de manejo del sistema ganadero extensivo (inducción de pastizales). El radio de dicho círculo deberá de ser de 30 metros (lo que resulta en un círculo con superficie de 2,827.43 m²), espacio en el cual se observarán las aves durante un periodo de 10 minutos. Se ha demostrado que este lapso de tiempo permite detectar del 29% al 83% de todas las especies muestreadas. Esta medida suele ser la más utilizada por los ornitólogos, por lo que se sugiere su uso para posibles comparaciones.

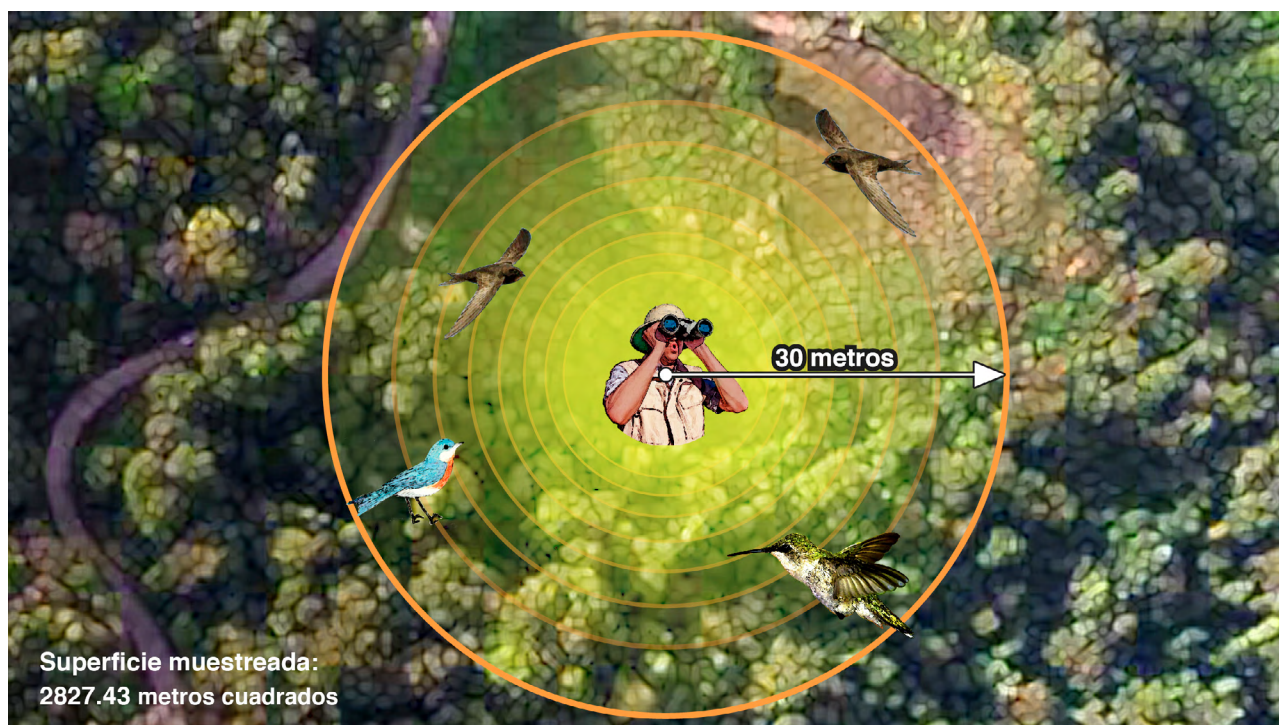


Figura 3 Dimensión de sitios para Puntos de conteo. Fuente: Elaboración propia.

El observador deberá anotar todas las aves detectadas, tanto visual como auditivamente, dentro y fuera del radio de 30 metros en el formato elaborado para su registro (Anexo 2), mismo que deberá contar con la separación de las aves detectadas dentro o fuera del círculo, permitiendo de esta forma registrar todas las especies encontradas en el sitio de muestreo.

Para obtener mejores resultados, durante la realización de los conteos se recomienda tomar las siguientes medidas.

1. Utilizar una placa de aluminio o cualquier marcador permanente que facilite la identificación del punto central, ya que será el mismo sitio de muestreo durante todo el tiempo del monitoreo.
2. Utilizar cinta de color (flagging), aerosol o algún marcador que permita detectar los límites del radio de 30 metros.
3. Evitar contar el mismo individuo (ave) más de una vez.

Las aves observadas o escuchadas fuera del radio de 30 metros deberán ser registradas en un apartado diferente al de las aves dentro de los 30 metros. Si el ave se observa fuera del radio y durante el muestreo entra al mismo, se deberá incluir en el área de conteo.

Registrar solo las especies de las cuales se tenga certidumbre en su identificación. Caso contrario registrar datos que permitan tratar de identificar posteriormente la especie y, en caso de ser posible, registro fotográfico.

Utilizar ropa de colores neutros como café, verde olivo, gris, etc., para reducir la detección de la presencia humana por parte de las aves.

Permanecer callados durante el periodo de muestreo.

Esperar de uno a dos minutos posterior al arribo al punto central del sitio de monitoreo para comenzar el conteo.

Realizar los muestreos cuando la visibilidad sea la adecuada, es decir, iniciar 15 minutos después de que amanece y durante cuatro horas preferiblemente, ya que posterior a ese lapso de tiempo la actividad disminuye considerablemente.

La ubicación de los puntos dependerá de los tipos de vegetación o usos de suelo que se presenten por cada predio.

Para la implementación del monitoreo de aves se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el área de muestreo y los tipos de vegetación o uso de suelo dentro de éste. Dentro de cada punto debe haber solamente un tipo de vegetación o uso de suelo.
2. Ubicar los sitios donde se colocarán los puntos conteo, los cuales deberán tener una distancia de separación mínima de 200 metros entre cada punto (Figura 4).

3. Georreferenciar cada uno de los puntos a muestrear.
4. Los puntos definidos deberán ser siempre los mismos muestreados durante todo el monitoreo.
5. Colocar marcas en el punto central y en cada uno de los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) a 30 metros del punto central, con el objetivo de delimitar el círculo para el conteo de aves.
6. Observar las aves durante 10 minutos en cada uno de los puntos definidos y registrar todas las especies detectadas en el formato de aves.

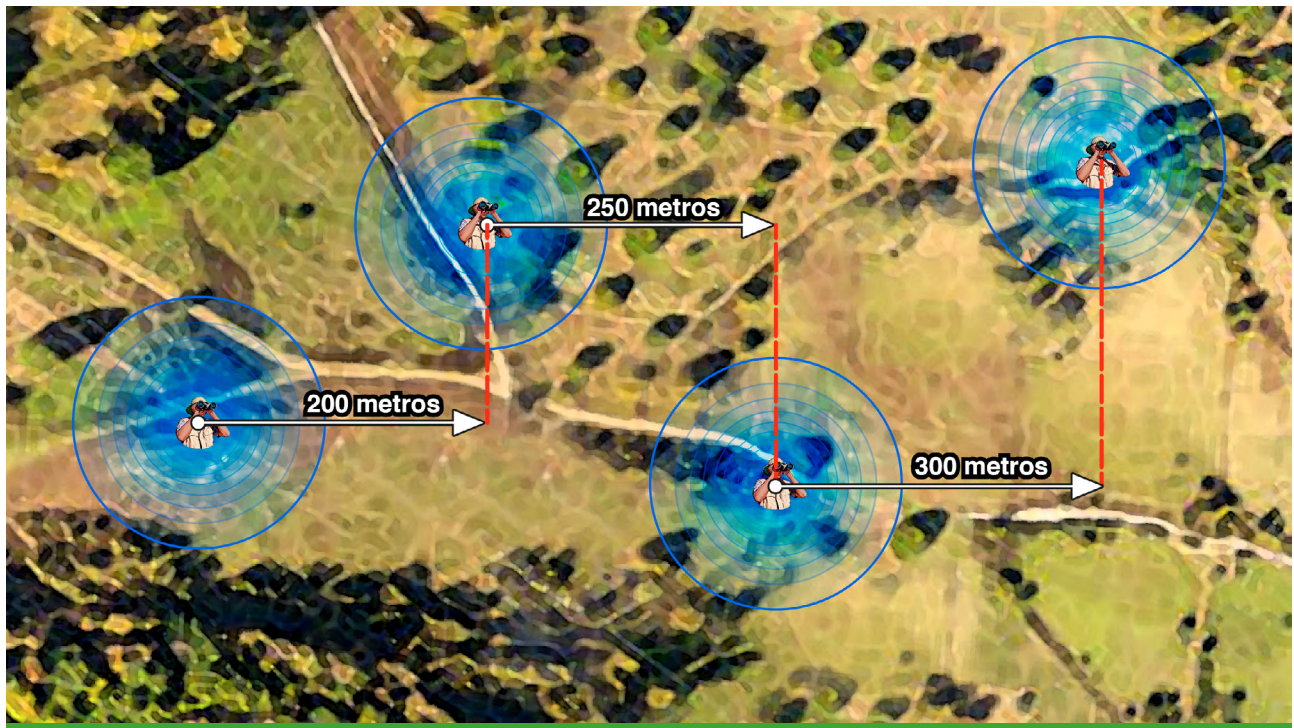


Figura 4 Ejemplo de distribución de Puntos de conteo. Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Ruíz Gutiérrez *et al.* s.f.

6.1.1. Material requerido

Los materiales necesarios para realizar los puntos conteo son:

- Binoculares
- Aplicación móvil Merlin o Guía de aves
- Formato de campo



- Libreta de campo (opcional)
- Aplicación móvil eBird (opcional)
- GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento
- Lápiz
- Reloj
- Cinta de color (flagging), aerosol o algún marcador (para marcar punto central y extremos)

Binoculares

Los binoculares son una herramienta muy importante, ya que nos permiten observar a mayor detalle las características físicas que presentan las aves.

Todos los binoculares tienen dos números separados por una "x" (por ejemplo 10x50, 7x35, 8x40). El primer número determina el número de aumentos (magnificación o poder) y el segundo hace referencia a la luminosidad o bien la capacidad de estos lentes de absorber la luz del medio ambiente (Martínez, *et al.* s. f.). Se recomienda el uso de binoculares 8x40, 8x42 o 10x50. Binoculares con aumentos mayores son poco prácticos y difíciles de manipular por su tamaño y peso. Binoculares de menor tamaño a pesar de tener la ventaja de ser livianos, presentan una baja luminosidad, lo cual dificultará la observación de aves en condiciones de poca luz.

Entre las marcas más conocidas de binoculares encontramos Swarovski, Leica, Zeiss, Vortex, Bushnell y Eagle Optics, aunque estos últimos actualmente se encuentran descontinuados. Se recomienda el uso de marcas como Vortex o Bushnell, al ser más accesibles económicamente.

Guías de aves

En la actualidad encontramos una gran variedad de guías para la identificación de aves, sin embargo, debemos ser cuidadosos en su selección de acuerdo al tipo de aves que se pretenda identificar. Por ejemplo, existen guías que muestran aves migratorias, no así especies residentes, y viceversa.

Una de las guías más utilizadas para la observación de aves en México es *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*, de Howell y Webb, ya que presenta la mayor parte de aves residentes en

México. Sin embargo, esta guía no presenta imágenes para la identificación de aves acuáticas y migratorias, situación en la cual se recomienda el uso de guías como las de Sibley y National Geographic. Cada guía está estructurada de diferentes formas, por lo que es importante familiarizarse con las mismas previo a la ejecución del monitoreo.



Figura 5 Guías de aves.

Otra opción para la identificación de aves es el uso de aplicaciones en los teléfonos móviles, las cuales pueden ser buenas herramientas y de fácil transportación. Sin embargo, es importante señalar que este tipo de guías es recomendado para personas con experiencia media en la identificación de aves.

Uno de las más completas que se encuentran de manera gratuita es Merlin del Laboratorio de Cornell, en la cual se pueden encontrar casi la totalidad de especies de aves en México, con sus nombre científicos y comunes, así como una pequeña descripción de la especie, mapas de distribución, fotos y cantos. Dicha aplicación está disponible para dispositivos con sistema operativo Android e iOS.

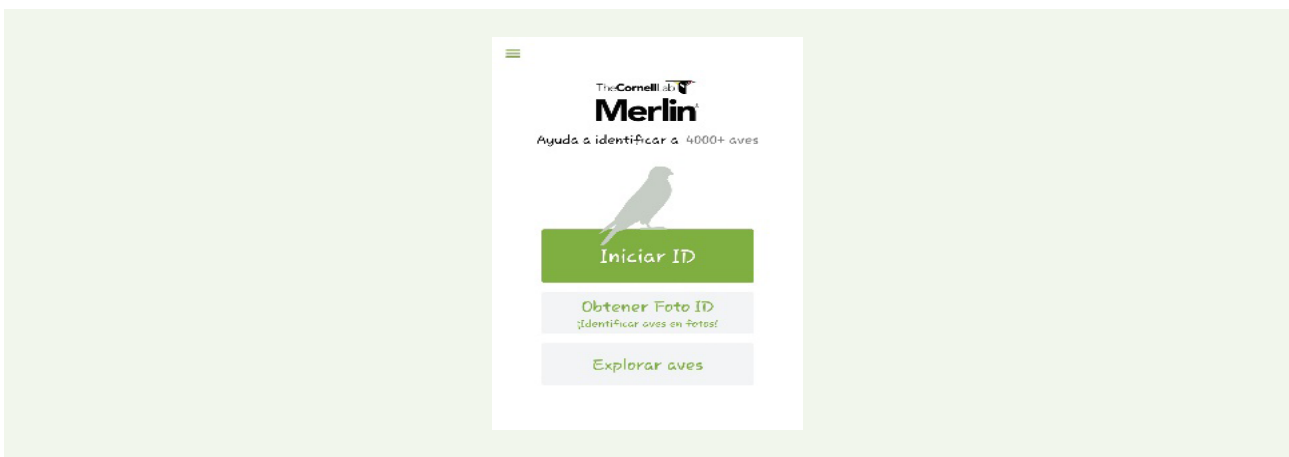


Figura 6 Pantalla principal de la aplicación móvil Merlin.

6.1.2. Esfuerzo mínimo de muestreo

El mínimo aceptable para establecer el monitoreo será de 5 puntos (por cada uso de suelo) y el máximo dependerá de la superficie y el tiempo para recorrer dichos puntos, procurando no exceder de 15 puntos, toda vez que el muestreo tendrá una duración de 4 o 5 horas como máximo.

Se deberán hacer al menos dos muestreos al año, contemplando un lapso de tiempo no mayor a dos semanas, las mismas dos semanas se fijarán para todos los años, contemplando las temporadas de lluvias y de secas, así como la temporada de migración, por lo que se sugiere que se realice durante la segunda quincena de abril y durante la segunda quincena de agosto. En caso de que se decida realizar repeticiones durante las diferentes temporadas, se deberá considerar tener una separación mínima de 30 días entre cada visita por periodo de muestreo.

Las especies indicadoras serán definidas hasta conocer el sitio exacto de muestreo y posterior al primer monitoreo, lo anterior debido a que los rangos de distribución de las especies son variables en todo el estado; este listado de especies indicadoras podrá realizarse considerando aspectos como los mencionados en los Cuadros 1 y 2 para su selección.

El aumento o disminución de la riqueza y abundancia de especies, dependerá de los cambios que sufra el sitio, por lo que de acuerdo al comportamiento de los registros podremos inferir si el sitio se encuentra en mejor estado de conservación o si ha sufrido procesos de degradación.

6.1.3. Registro de datos y de resultados

Para el registro de los datos de campo es necesario el uso de un formato estandarizado, mismo que se anexa al presente documento (Anexo 2 Formato de campo aves), el cual permitirá realizar el registro de las especies de forma rápida, disminuyendo el tiempo de registro de las especies y permitiendo con ello detectar el mayor número posible de aves en el sitio.

Para el registro de especies se sugiere el uso de abreviaciones con las tres primeras letras del género y las tres primeras letras de la especie, con la finalidad de disminuir el tiempo de registro de las especies. Por ejemplo, si se observa la especie *Passer domesticus* (gorrión doméstico), su abreviación quedaría como Pasdom. De igual forma se recomienda hacer solo el registro del nombre científico durante el muestreo y posterior al mismo escribir el nombre común. En caso de que se conozca el nombre común y no el científico se sugiere registrarlo con dicho nombre y posteriormente completar los datos al finalizar el muestreo.

La utilización de trampas para captura viva de mamíferos requiere algunos permisos y acarrea riesgos si los animales son posibles reservorios de enfermedades infecciosas. El uso de cámaras trampa para fotografiar a la fauna eleva los costos del monitoreo y para el caso del estado de Jalisco, el riesgo de robo o extravío de las cámaras es bastante elevado.

La observación directa y el reconocimiento de huellas y otro tipo de señales (como heces, marcas de territorio, presencia de madrigueras, etc.) son técnicas más prácticas y fáciles de realizar (INTA, s.f.).

Una de las metodologías más recientemente utilizadas para el monitoreo de fauna silvestre en México es la establecida en el manual BIOCUMUNI-Monitoreo comunitario de la Biodiversidad (FMCN *et al.* 2018). Esta metodología establece el uso de transectos para monitorear los rastros de la fauna silvestre (huellas, excretas o partes de animales) dejándolos debidamente identificados para realizar el monitoreo siempre en los mismos sitios, tomando los datos que se encuentren a lo largo y ancho del transecto.

Derivado de la facilidad para ejecutar esta metodología, es que se propone hacer una adaptación de la misma para el monitoreo de los mamíferos terrestres que pudieran encontrarse en los sistemas ganaderos.

Para este caso en particular, se considera la realización de 6 transectos por predio, los cuales deben medir 500 metros de largo y 2 metros de ancho, dejando entre cada transecto una distancia mínima de 30 metros y no mayor a los 100 metros. Con este número de transectos se deberán cubrir los diferentes usos de suelo del predio y se podrá obtener información suficiente de la fauna que habita en el agroecosistema. Resulta importante también la toma de fotografías de los rastros encontrados, estas fotografías servirán como evidencia física de los hallazgos en el predio.



Figura 8 Ejemplo de diseño de transecto para monitoreo de rastros. Elaboración propia. Adaptado de FMCN *et al.* 2018.

Es posible que un mismo animal deje una secuencia de rastros; en esos casos solamente debe registrarse la primera huella y el primer excremento hallados, por especie, para evitar una alteración en los registros de datos tomados (FMCN *et al.* 2018).

Una situación que puede suscitarse al trabajar en sitios con presencia de ganado es que el propio ganado pueda borrar los rastros de la fauna silvestre, es por ello que a criterio del propietario del predio y del responsable del monitoreo deberán ubicar los transectos de tal forma que se disminuya este riesgo, por lo que deberán considerarse las situaciones particulares de cada sitio para elegir la forma correcta del trazado de los mismos.

Si los transectos se llegan a trazar en sitios con abundante hojarasca, se recomienda hacer un barrido de los mismos unos días antes del muestreo, esto para que los rastros puedan quedar marcados sobre la superficie del suelo, ya que la abundancia de hojas en el suelo reduce las posibilidades de identificar los rastros.



Figura 9 Ejemplo de distribución de transectos para monitoreo de rastros. Fuente: Elaboración propia. Adaptado de FMCN, 2018.

6.2.1. Material requerido

Para el desarrollo en campo de la metodología para de monitoreo de mamíferos son necesarios diversos materiales:

- Manual y/o Guía de campo
- Escuadra o regla
- GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento
- Lápiz
- Formato de campo
- Cámara fotográfica

Existen guías y manuales desarrollados por científicos que se dedican al estudio de la fauna silvestre, los cuales nos permiten realizar una correcta identificación de los rastros que encontramos en campo.

En los siguientes vínculos de la web se pueden descargar el *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México* y la *Guía de campo huellas de los mamíferos mexicanos*, los cuales son muy ilustrativos, de fácil manejo y operación.

<https://www.gob.mx/conabio/prensa/manual-para-el-rastreo-de-mamiferos-silvestres-de-mexico-98974>

https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/guia_huellas_web.pdf

En el Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México (Aranda, 2012) se describe de manera muy precisa la distribución de las principales especies de mamíferos que se pueden observar en bosques y selvas del país, describiendo además de sus nombres comunes y científicos, las características físicas de los ejemplares, así como mostrando gráficamente los tipos de rastros (huellas y excretas) y las dimensiones principales de las mismas en relación al individuo al que pertenezcan.

De igual forma, a través de la guía de campo Huellas de los mamíferos mexicanos (CONABIO s.f.), basada en Aranda (2012), sintetiza de forma muy precisa las principales características de los rastros que los mamíferos pudieran dejar en la superficie del suelo,



Figura 10 Manual y Guía para el rastreo de mamíferos silvestres de México.

Escuadra o regla

La escuadra o la regla nos sirven para realizar la medición del tamaño de las huellas que se encuentren durante el monitoreo, ya que en gran medida estas nos ayudan, en conjunto con el manual o guía, a determinar el ejemplar que ha dejado la huella, basado en su tamaño.

Si se encuentra un rastro y no se trae consigo la regla, es importante colocar un objeto conocido (moneda, bolígrafo, navaja, entre otros) a un costado de la huella como referencia, esto para que al momento de tomar la fotografía se pueda estimar su tamaño posteriormente.

Cámara fotográfica

Una ventaja de la toma de fotografías es poder consultar con conocedores en el tema si se está en lo correcto al definir la especie que se ha identificado con ese rastro, ya que muchas veces suelen ser muy similares y confundirse al momento de determinar la especie a la que pertenece. Además, son muy útiles como evidencia de los avistamientos directos de fauna en caso de que sucedan. Tomar fotografías panorámicas del sitio permite también transmitir información de las condiciones generales del entorno.

En caso de no tener acceso a una cámara fotográfica se puede utilizar la cámara de un teléfono celular para obtener las fotografías.

6.2.2. Esfuerzo mínimo de muestreo

Se deberá realizar el muestreo en campo dos veces por año, estableciendo un lapso de tiempo no mayor a dos semanas para la temporada de secas y dos semanas para la temporada de lluvias, las mismas dos semanas se fijarán para todos los años, para lo cual se sugieren la primera quincena de abril, y la primera quincena de agosto respectivamente. En caso de que se decida realizar repeticiones durante las diferentes temporadas, se deberá considerar tener una separación mínima de 30 días entre cada visita por periodo de muestreo.

Dependiendo en gran medida del tipo de vegetación existente en los diferentes sitios de muestreo, serán las especies de mamíferos que se puedan apreciar, sin embargo, con la experiencia del productor se pueden inferir las posibles especies, así, conociendo sus hábitos, se puede definir la ubicación idónea para los transectos, por ejemplo, sitios probables de alimentación, refugio y descanso.

Para el caso de la temporada seca, la probabilidad de identificación de rastros aumenta en sitios en donde se cuenta con cuerpos de agua en los cuales tanto el ganado como la fauna silvestre pueden saciar su sed, por lo que es importante considerar estos factores desde el momento de la planeación para la ubicación de los transectos a recorrer.

De igual forma, para el muestreo en la época de lluvias hay lugares que se pueden identificar fácilmente, en donde algunas especies de la fauna silvestre suelen acudir para satisfacer sus demandas de minerales, por lo que realizan visitas con regularidad a estos sitios conocidos como "terreros" o "salitreaderos".

6.3. Metodología de muestreo para el grupo biológico escarabajos estercoleros

Es importante tomar en cuenta que hay una clara diferencia entre inventario y muestreo. El inventario es el censo de las especies presentes en uno o varios hábitats, de esta forma, el inventario permite generar una lista de especies. Mientras que el muestreo incluye la obtención de información complementaria al listado de especies y sigue parámetros determinados por el diseño experimental establecido previamente (Cultid *et al.* 2012). Además, existen diferentes técnicas de muestreo de escarabajos estercoleros, entre ellas métodos activos, pasivos, diurnos y nocturnos (Chamorro *et al.* 2019).

En un estudio realizado por Chamorro *et al.* (2019), se utilizaron y evaluaron diferentes técnicas de muestreo de escarabajos estercoleros, entre ellas:

- Recolección manual.
- Fumigación del dosel.
- Golpeo del dosel.
- Platos (trampas) amarillas.
- Red de neblina.
- Trampas aéreas.
- Trampas de intercepción de vuelo.
- Trampas de luz.
- Trampas de caída "pitfall" cebadas con excremento humano o con carroña.
- Trampas de caída "pitfall" cebadas con miriápodos muertos (diplopódos y quilópodos).
- Redes aéreas Van Someren-Rydon.

De las mencionadas, las trampas de caída "pitfall" cebadas con excremento humano fueron las que permitieron un mayor número de registros, seguidos por las trampas "pitfall" cebadas con carroña, trampas o redes de intercepción de vuelo y la técnica de recolección manual (Chamorro *et al.* 2019). Cabe mencionar que la mayoría de estas técnicas de muestreo son letales para los insectos.

En estas trampas letales se debe utilizar una sustancia conservante (en la que caerán los insectos), la cual evita el deterioro de los escarabajos y facilita su limpieza (Cultid *et al.* 2012).

Para el presente caso, en donde los escarabajos se monitorean en sistemas ganaderos, se utilizarán trampas de caída tipo "pitfall" modificadas, con una solución de agua con jabón, que si bien resulta ser una trampa letal para los escarabajos colectados, no influye de manera significativa en las poblaciones de los mismos derivado de los lapsos cortos de monitoreo, ya que de esta manera se pretende afectar lo menos posible las especies de escarabajos presentes en los usos de suelo bajo evaluación.

La trampa de caída o "pitfall" es una de las técnicas de muestreo más usadas, no solo en escarabajos coprófagos, sino también para otros grupos de invertebrados que viven en el suelo. Se caracterizan porque permiten obtener, en relativamente poco tiempo, información sobre los principales atributos de la biodiversidad de escarabajos coprófagos: número de especies (riqueza), número de individuos (abundancia) y composición de especies. Se consideran de amplio interés por reducir el impacto de muestreo sobre la comunidad de escarabajos coprófagos sin pérdida de información (Escobar y Chacón, 2000).

La trampa "pitfall" modificada, es un modelo que ha sido implementado previamente en investigaciones científicas en el estado de Jalisco (L. E. Rivera, comunicación personal, 19 de marzo de 2020), se construye con un recipiente plástico de forma cilíndrica de un litro de capacidad, mismo que se coloca enterrado a ras del suelo, con un orificio en la tapa, el cual debe hacerse de un tamaño aproximado a una cuarta parte del tamaño de la tapa. Para colocar el cebo, es necesario hacer un corte pequeño en forma de "U" en el borde del recipiente (por el lado contrario a donde se ubica el orificio de la tapa), en este corte deberá colocarse una cuchara de plástico desechable que previamente haya sido calentada con fuego directo para doblarla en forma de "S", la parte superior de la cuchara quedará suspendida en el corte en forma de "U" del borde del recipiente, y la parte inferior de la cuchara será en donde se coloque el cebo seleccionado (Figura 8). Al entrar los escarabajos a la trampa, la mezcla de agua con jabón evitará que escapen. Cada trampa deberá ser protegida con piedras, ramas, troncos o algún otro material (preferentemente pesado) que evite que la trampa se llene de agua de lluvia, que la rompa el ganado con el pisoteo o que otras especies carroñeras la invadan, destruyan o roben el cebo.



Figura 13 Modelo de trampa Pitfall. Adaptado por Rivera (L. E. Rivera, comunicación personal, 19 de marzo de 2020).

Los materiales básicos requeridos para la construcción de 36 trampas (número de trampas requeridas para cada uso de suelo) se presentan en el Cuadro 5. De acuerdo a la disponibilidad de recursos a nivel local, se puede reducir el costo de los insumos mediante el reciclaje de algunos materiales. Para ello, se debe considerar que los materiales reciclados (recipientes, tapas de recipientes, piezas de madera, entre otros) no presenten residuos ni hayan sido utilizados para almacenar o haber estado en contacto con productos químicos contaminantes (por ejemplo, combustibles, lubricantes o agroquímicos), ya que pueden influir en la atracción de los escarabajos y ser nocivos para otros insectos y para el operario.

Cantidad	Unidad	Descripción
36	Pieza	Recipiente plástico desechable de un litro.
36	Pieza	Tapa plástica desechable.
36	Pieza	Cuchara plástica desechable, tamaño mediano o grande.

Cuadro 5. Materiales para la construcción de trampas.

Al momento de realizar monitoreo de escarabajos estercoleros es importante considerar sus hábitos de alimentación; es decir, tomar en cuenta que en la zona de estudio se pueden encontrar escarabajos especialistas y escarabajos generalistas, por lo que los cebos atractivos a utilizar deben cubrir ambos grupos.

Entre los atractivos más usados están el excremento de cerdo, de bovino y humano; necrocebos como el pescado, entrañas de pollo o de mariscos en descomposición (calamar o pulpo) y carpocebos (fruta en descomposición) (Cultid *et al.* 2012). También, se han utilizado otros necrocebos con miriápodos muertos (diplopódos y quilópodos) (Chamorro *et al.* 2019), los cuales son comúnmente conocidos como cien pies y milpiés; sin embargo, no se recomienda su uso ya que afectaría a estos grupos biológicos que forman parte de la macrofauna del suelo. En algunos estudios, se han comparado tipos de cebos e incluso mezclas de éstos (Chamorro *et al.* 2019) y en otros se ha dado preferencia al uso de excremento humano por observarse que permiten la mayor captura de escarabajos (Celi y Dávalos, 2001).

A efectos de la presente propuesta será necesario analizar las condiciones y disponibilidad de recursos de las zonas o regiones de monitoreo y seleccionar los cebos de mayor disponibilidad y de aceptación de manejo por parte de los operarios. Por ejemplo, excremento de bovino, porcino, ovino, caprino o de equino; restos de pescado, mariscos o pollo en descomposición (carroña).

Una vez identificada la disponibilidad en la zona o en los predios a evaluar, se seleccionarán dos tipos de cebo: uno que corresponda a excremento y otro a restos en descomposición de alguna especie animal.

En el caso de las trampas que serán cebadas con excremento, por facilidad de obtención en el mismo predio, se recomienda el uso del estiércol de bovino. Por razones de tipo sanitario, para la manipulación de ambos tipos de cebo (excremento bovino y carroña) se recomienda como buena práctica, el uso de guantes de látex (caucho) o plástico por parte del operario.

Con anterioridad al muestreo en campo, de ser necesario, se podrán realizar pruebas preliminares para identificar los cebos de mayor preferencia por los escarabajos. Los dos tipos de cebo seleccionados deben mantenerse a lo largo de todo el período de muestreo para asegurar la uniformidad de la evaluación.

Para la distribución de las trampas en el campo y aplicación del muestreo, se seleccionan los usos del suelo a evaluar, los cuales representarán los tratamientos (Escobar y Chacón, 2000); luego, en cada uso del suelo se seleccionarán al menos tres sitios de muestreo (repeticiones), los cuales deberán estar separados entre ellos a un mínimo de 300 m y máximo de 1,000 m.

En cada uno de los tres sitios de muestreo de los usos del suelo a evaluar, se trazará un transecto de 150 metros de largo sobre el cual se distribuirán las trampas, dispuestas en pares, separadas entre sí a 4 metros y 30 metros con respecto al siguiente par, para tener así un total de 12 trampas por transecto (Figura 14).

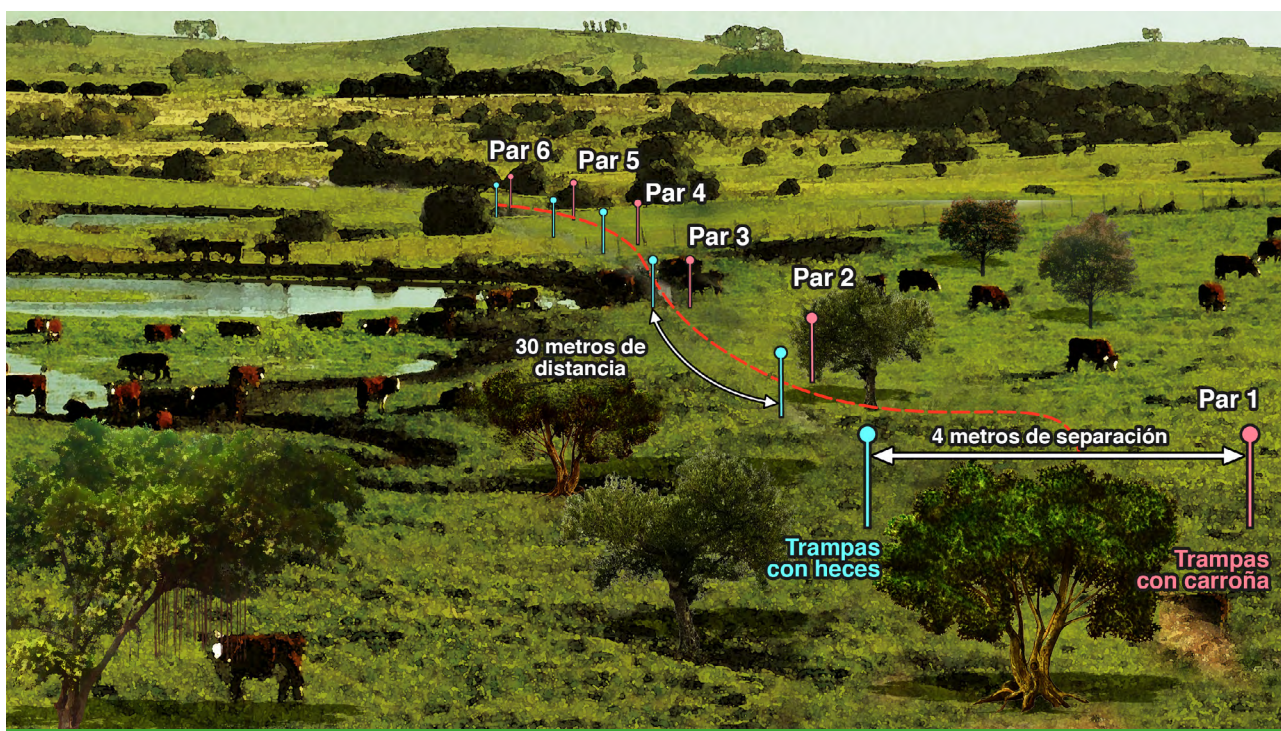


Figura 14 Esquema de distribución de trampas en un transecto para muestreo de escarabajos estercoleros.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Celi y Dávalos, 2001.

Considerando la disponibilidad y previa selección local de atrayentes, las trampas distribuidas por pares sobre el transecto serán cebadas, una con excremento y la otra con carroña. De esta manera, por cada transecto se tendrán 6 trampas con cada tipo de atrayente, y para cada uso de suelo se contará con 18 trampas de cada tipo de cebo, para un total de 36 trampas. La finalidad de colocar dos tipos de atrayente y agrupar las trampas por pares es lograr captar y monitorear los especímenes de escarabajos coprófagos según sus preferencias alimenticias (generalistas y especialistas). También, los puntos de ubicación de cada par de trampas a lo largo del transecto serán identificadas con una cinta de color (flagging), aerosol o algún marcador, de manera de facilitar su rápida ubicación al momento de colocar los atrayentes y al realizar la revisión durante el muestreo.

En caso de contar con usos del suelo de reducida o amplia superficie será necesario aplicar algunas adecuaciones al área de muestreo. Al respecto, se podrán disminuir o ampliar las distancias entre trampas (mínimo 30 metros y máximo 50 metros), entre transectos (mínimo 200 metros y máximo 1,000 metros) y entre sitios de muestreo (mínimo 1 km y máximo 7 km) (Escobar y Chacón, 2000), con ello se evitarán interferencias de muestreo (Cultid *et al.* 2012).

Con base en lo antes planteado, y tal como ya se mencionó, se establecerán tres repeticiones por uso del suelo, lo cual permitirá el manejo estadístico de los datos (Cultid *et al.* 2012). Además, facilitará comparaciones entre usos del suelo de la misma localidad.

Los escarabajos colectados en las trampas, serán limpiados para evitar la presencia de residuos de tierra en sus patas o en el resto del cuerpo. Luego, serán colocados en frascos (un frasco por cada trampa) de vidrio o plástico, según su disponibilidad, con alcohol al 70% para ser trasladados para la identificación por parte de especialistas (entomólogos) en el tema. Se debe evitar dejar materiales o trampas en el campo cuando no estén en uso, para no ocasionar daños al ecosistema.

También, se recomienda, la elaboración de una colección de referencia, tal como aplica en estos casos.

Para la identificación de los escarabajos estercoleros se sugiere el uso del "Atlas de los Escarabajos de México" (Morón, 2003; Navarrete-Heredia, 2004), el artículo "Coleoptera escarabaeoidea de Jalisco, México" (Navarrete-Heredia *et al.* 2001, y el libro "Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico" (Huerta *et al.* 2016), además del apoyo técnico.

6.3.1. Material requerido

Para el monitoreo de escarabajos estercoleros se requiere de los siguientes materiales:

- Trampas.
- Cebos.
- Formatos de campo.
- Lápiz.
- Cámara fotográfica.
- GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento.
- Frascos o contenedores para colecta de ejemplares.
- Cinta o etiqueta para los frascos o contenedores.
- Cinta de color (flagging), aerosol o algún marcador.
- Guantes de látex o plástico para manipular los atrayentes a utilizar.

6.3.2. Esfuerzo mínimo de muestreo

Escobar y Chacón (2002) y Cultid *et al.* (2012), recomiendan para caracterizar y evaluar de manera representativa la biodiversidad de escarabajos estercoleros, realizar tres ciclos de muestreo durante el periodo de lluvias y tres ciclos de muestreo durante el periodo de sequía. Sin embargo, con base en la experiencia en campo de expertos en monitoreo de escarabajos estercoleros en Jalisco, se considera realizar el trabajo únicamente durante el periodo de lluvias, que es el momento en el cual se podrán obtener los datos esperados, caso contrario al periodo de sequía en donde los hallazgos podrían llegar a ser mínimos. Para ello, se realizarán dos ciclos de monitoreo con una separación de 30 días entre uno y otro. El primer ciclo deberá realizarse en la primera semana del mes de agosto, y el segundo en la primera semana del mes de septiembre. Es importante que las fechas sean las mismas que se monitoreen cada año para poder hacer las comparativas en espacio y tiempo.

Los muestreos en estos periodos mensuales, se aplicarán mediante ciclos de muestreo de 24 horas en cada mes en días fijos como se mencionó, por cada uso del suelo de interés para el estudio.

La instalación de las trampas deberá realizarse uno o dos días antes de comenzar la evaluación, lo que evitará destinar tiempo a la instalación cuando se inicie el monitoreo. Una vez instaladas, deberán mantenerse tapadas con algún material que impida la caída de insectos antes de iniciar los trabajos, y se deberán habilitar sólo durante el ciclo de monitoreo de 24 horas.

Una vez llegado el día del monitoreo, se habilitarán (destaparán) las trampas y se comenzará con el cebado a las 07:00 horas del día con los atrayentes seleccionados (excremento y carroña, según corresponda) y serán evaluadas por un día. La primera revisión se hará a las 19:00 horas del día en que se habilitaron las trampas, la segunda y última revisión se hará a las 07:00 horas del día siguiente. En cada una de estas revisiones se registrarán los escarabajos en los formatos correspondientes y se retirarán los que hayan sido atrapados, colocándolos en los frascos con su etiqueta, considerando un frasco por cada trampa colectada.

Posterior a la primera revisión, se revolverá o cambiará el cebo, dependiendo de su condición (Escobar y Chacón 2002), ya sea que éste se haya secado o ya no expida el aroma atrayente. Las evaluaciones a las 19:00 y 07:00 horas permitirán diferenciar los periodos de actividad de las especies (diurnos, nocturnos o crepusculares).

Una vez realizada la segunda revisión (07:00 horas del día siguiente) las trampas deberán retirarse del campo, tal como se mencionó antes y se mantendrá alguna identificación en los sitios de muestreo, para poder instalar las trampas en el mismo sitio en evaluaciones posteriores.

6.3.3. Registro de datos y de resultados

Para el registro de los datos de campo es necesarios utilizar los siguientes formatos:

- a) Etiquetas para la identificación de muestras (Anexo 5).
- b) Formato de campo – Escarabajos estercoleros abundancia (Anexo 6).

ANEXO 5: MONITOREO BIOLÓGICO DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS				
Nombre del Monitor	Juan Pérez		Fecha	25/01/2020
Predio	El Mezquite		Nombre del productor	
Localidad	El Chante		Luis García	
Municipio	Autlán de Navarro		Estado	
Uso del suelo	Pastizal sin árboles		Jalisco	
Sitio No.	01	Transecto No.	02	
Coordenadas	X	650900	Y	2150600
Trampa No.	06	Tipo de atrayente:	Excreta de bovino	

Figura 15 Ejemplo de llenado del Anexo 5.

ANEXO 6: ESCARABAJOS ESTERCOLEROS

Predio	El Mezquite	Nombre del productor	Luis García			
Localidad	El Chante	Municipio	Autlán de Navarro	Estado	Jalisco	
Fecha de colecta	25/01/2020	Nombre del Monitor	Pedro Pérez Rodríguez			
Uso del suelo	Pastizal con árboles	Sitio de muestreo	01			
Transecto No.	01	Coordenadas	X	650900	Y	2150600

Formato de campo
Trampa Pitfall modificada

Atrayente	Especie(s)
Excremento	Bovino
Carroña	Pescado

Trampa con excremento No.	Escarabajos colectados		
	12 horas	24 horas	Total
1	2	3	6
2	1	5	8
3	3	6	12
4	4	2	10
5	6	4	15
6	3	4	13
7	5	3	15
8	63	45	116
9	0	0	9
10	22	11	43
Total			

Trampa con carroña No.	Escarabajos colectados		
	12 horas	24 horas	Total
1	6	11	18
2	2	4	8
3	3	2	8
4	5	6	15
5	3	4	12
6	2	5	13
7	0	8	15
8	4	45	57
9	4	3	16
10	5	4	19
Total			

Observaciones
Las trampas 5, 7, y 8 se encontraron golpeadas pero funcionales

Figura 16 Ejemplo de llenado del Anexo 6.

Adicional a lo planteado en esta propuesta, en un siguiente paso se deben revisar y establecer los siguientes aspectos metodológicos y de logística:

- Revisión de trampas de caída y manejo de muestras en campo.
- Manejo de muestras en laboratorio, curaduría y determinación taxonómica de los especímenes (esto para establecer inicialmente, en caso de que sea necesario, una colección de referencia y asegurar la adecuada identificación de los escarabajos coprófagos).
- Técnicas para el manejo y preservación en seco de escarabajos coprófagos. Este aspecto se desarrolla a nivel de laboratorio y deberá ser cubierto por especialistas del área (en los casos que sea requerido).
- Equipo complementario de campo.

6.4. Metodología de muestreo para el grupo biológico vegetación

Existen diferentes métodos para monitorear la vegetación en campo, dependiendo del objetivo del monitoreo será la metodología a seguir para la toma de los datos de la vegetación del lugar, lo que genera una variación respecto del tamaño de los sitios, así como de su forma (circulares, rectangulares, cuadrados). Depende también el tipo de vegetación y las variables a medir para determinar la forma o metodología de muestreo a utilizar.

En el caso de los transectos (sitios rectangulares), estos se utilizan principalmente para medir sitios con gran heterogeneidad de especies y consiste en un rectángulo dentro de la zona de estudio donde se miden las diferentes variables establecidas para el monitoreo. Las dimensiones de los transectos varían en función del tipo de vegetación y de los parámetros que se quieran medir.

El uso de cuadrantes (sitios cuadrados), es un método común de muestreo de vegetación, el cual consiste en colocar un cuadrado sobre el terreno para medir la cobertura, densidad y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrante depende del tipo de vegetación que se monitorea. Para el caso de bejucos o arbustos, el tamaño puede ser de 4 m² (2x2 m) o 16 m² (4x4 m), para árboles (mayores a 10 cm de DAP), los cuadrantes pueden ser de 25 m² (5x5 m) o 100 m² (10x10 m).

La medición de la vegetación en parcelas circulares es una de las prácticas más utilizadas, ya que mantienen una relación directa entre circunferencia y superficie, además minimizan errores de borde que en los métodos de transectos y cuadrantes suelen ser muy marcados.

Una técnica más, que también es utilizada, es el censo, el cual consiste en tomar todas las variables de interés para el monitoreo del cien por ciento de individuos presentes en el área que estamos monitoreando. Ésta técnica es sumamente confiable, sin embargo, es viable solamente cuando existe un número reducido de individuos a considerar en nuestro monitoreo o cuando el área que nos interesa estudiar es pequeña.

Para el caso de la presente propuesta de monitoreo en sistemas ganaderos, se deberán establecer sitios circulares de 1,000 m² (17.84 metros de radio), tal como se muestra en la Figura 17 y se tomarán los datos de todo el arbolado que se encuentre dentro del círculo.

Posteriormente se harán 4 sub parcelas (también circulares) dentro del mismo sitio de muestreo para tomar los datos de los arbustos. Para delimitar estas sub parcelas se partirá desde el centro del sitio circular (donde se midió el arbolado) y a los 8.9 metros de distancia se marcará el centro de la sub parcela, la cual debe medir 2 metros de radio. Es recomendable que las sub parcelas se delimiten hacia los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) partiendo desde el centro del sitio.

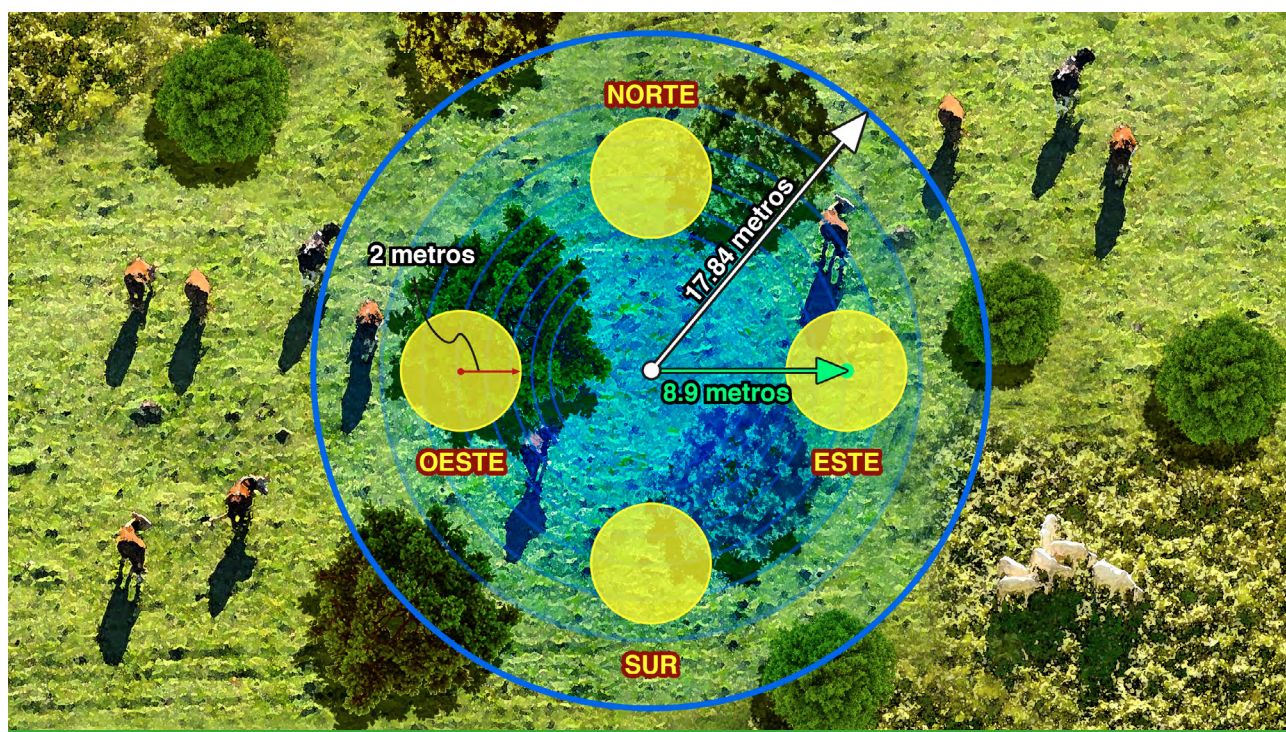


Figura 17 Diseño de parcelas. Fuente: Elaboración propia.

En los casos en que exista la presencia de cercas vivas, el muestreo deberá establecerse de forma lineal en transectos de 200 metros de longitud, y sobre esa línea se realizará el censo completo de todos los árboles y arbustos, registrando las variables establecidas en los formatos de campo (Anexos 7 y 8). Tanto para árboles como para arbustos, se tomará 1 metro a cada lado de la línea central de la cerca viva y se registrarán los datos de los individuos que se encuentren en esa área.

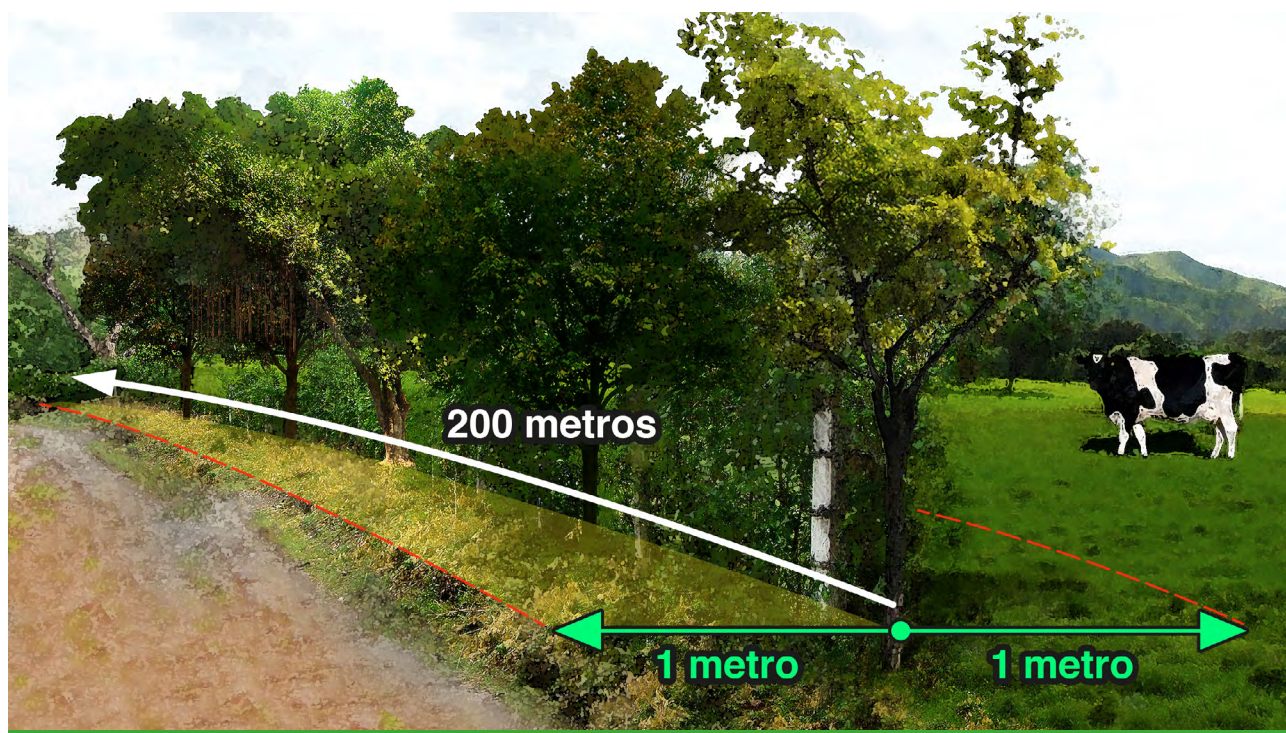


Figura 18 Transecto para monitoreo de cercas vivas. Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros necesarios a registrar para este monitoreo de vegetación en sistemas ganaderos serán los siguientes:

1.- Especie

Es importante conocer cuáles especies son las que se encuentran en los sistemas de producción ganadera, ya que de la riqueza de especies que se esté manejando depende en buena medida la biodiversidad asociada del agroecosistema.

2.- Diámetro a la altura del pecho –DAP- (1.3 metros sobre el piso)

Este indicador nos arroja información de la madurez que puede tener el arbolado que se encuentra en el sistema, además de proveernos información para estimar el número de individuos juveniles o renuevo que se encuentra en proceso de establecimiento.

Para el caso del diámetro, se considera tomar los datos únicamente para el arbolado, excluyendo de las mediciones de esta variable al estrato arbustivo del sistema. Se considerará como arbolado toda aquella leñosa que tenga un DAP igual o mayor a los siete centímetros y medio (7.5 cm).

3.- Altura total

Esta variable nos brinda información de los diferentes estratos que pueden estar presentes en el rancho ganadero.

4.- Diámetro de copa

Con la medición del diámetro de copa de cada individuo, podemos extrapolar e inferir la cobertura forestal que existe en el agroecosistema.

La medida de la cobertura se tomará en dos secciones, la primera será medida de Norte a Sur (considerando de orilla a orilla de la copa) y posteriormente de Este a Oeste.

5.- Estrato en el que se encuentra

Al considerar el estrato en el cual se ubica una especie podemos estimar la madurez y la complejidad del sistema productivo, siendo más complejo cuando hay un mayor número de estratos.

El estrato en el que se encuentran las especies se determina por los "pisos" de vegetación que se encuentren en el predio, para lo cual se han determinado 5 categorías: estrato alto, medio alto, medio, medio bajo o bajo, como se muestra en la Figura 19.



Figura 19 Estratos de vegetación. Fuente: Elaboración propia.

6.4.1. Material requerido

Para el caso del monitoreo de la vegetación son necesarios los siguientes materiales:

- Lápiz.
- Formato de campo.
- Cinta métrica y flexómetro para determinar el área de muestreo, la altura y el diámetro de copa de los individuos.
- Cinta diamétrica.
- GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento.
- Cámara fotográfica.

En el caso de que no se cuente con una cinta diamétrica, es posible tomar datos con la cinta métrica y posteriormente realizar la conversión de las medidas para tener los datos reales de los diámetros. La conversión se realiza dividiendo la circunferencia registrada entre el valor de Pi; es decir $D=C/\text{Pi}$ donde D= diámetro, C= Circunferencia y $\text{Pi}=3.1416$. Una opción adicional es elaborar una cinta diamétrica casera, en donde se marquen sobre un listón las líneas que representarán cada centímetro de diámetro, aunque esto puede generar un sesgo de error de milímetros en caso de que no se dibujen de manera precisa cada una de las marcas. El listón no deberá ser menor a dos metros de largo para asegurar que se podrán medir la mayoría de los árboles presentes. Cada marca que represente un centímetro de diámetro se deberá de marcar cada 3.1416 centímetros lineales (valor de Pi).

De igual forma, en caso de no tener acceso a una cámara fotográfica se puede utilizar la cámara de un teléfono celular para obtener las fotografías, mismas que servirán para respaldar las imágenes y permitirán identificar posteriormente las especies que no se pudieron identificar en campo. Para ello, en la liga <http://enciclovida.mx/> de la CONABIO, es posible encontrar datos de especies de la biodiversidad mexicana que pudieran ayudar en la interpretación de las imágenes.

6.4.2. Esfuerzo mínimo de muestreo

El muestreo de la vegetación deberá realizarse sólo una vez al año, preferentemente al finalizar la temporada de lluvias, para facilitar la identificación de las especies, ya que la mayoría de las mismas, en el término del periodo de lluvias se encuentran con follaje, incluso algunas especies podrían mostrar flores y frutos, lo cual facilita el proceso de identificación en los tipos de vegetación caducifolia (que tiran sus hojas en épocas marcadas). Procurando que esto sea posible, es que se ha determinado que el monitoreo de la vegetación se realice durante las últimas dos semanas del mes de noviembre.

Al realizar el muestreo de forma anual, se obtiene suficiente información para cuantificar los cambios ocurridos en la vegetación arbórea y arbustiva dentro de los sistemas de producción pecuaria a través del tiempo, lo que a su vez puede llegar a generar en los productores la inquietud respecto de la rentabilidad del sistema con la inclusión y manejo de estos estratos de vegetación, principalmente cuando se encuentran compuestos por especies multipropósito.

La ubicación de los sitios de muestreo se deberá realizar al azar, debido a que los ranchos ganaderos presentan un paisaje heterogéneo y la probabilidad de encontrar individuos es diferente en los distintos usos de suelo.

El número de sitios a considerar para el muestreo va a depender del tamaño del predio que se esté monitoreando, considerando que del 5% al 10% de la superficie total del predio es suficiente, sin embargo, hay que considerar que, si el predio es muy pequeño, es necesario procurar por lo menos 3 sitios de muestreo con el objetivo de que sean representativos los resultados que se obtengan.

6.4.3. Registro de datos y de resultados

Para el registro de los datos de campo es necesario el uso de los formatos diseñados para ello, mismos que se anexan al presente documento (Anexo 7 Formato de campo vegetación árboles y Anexo 8 Formato de campo vegetación arbustos y regeneración), el cual permitirá realizar el registro de las especies arbóreas y arbustivas identificadas en los muestreos.

8. Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados deberá realizarse con apoyo técnico, o bien, considerarlo como parte de las actividades que el FMCN deberá realizar como organismo responsable de la validación de la presente metodología, considerando además la captura y sistematización de los resultados que deberán ser cargados en las plataformas digitales propuestas en el siguiente apartado del documento. Es recomendable que, para estos casos, se considere la colaboración estratégica con otros actores especialistas, como la Universidad de Guadalajara y la CONABIO principalmente.

Los hallazgos que han sido resguardados de manera digital (hojas de Excel) son los que se utilizarán para dar paso a la interpretación de los resultados del monitoreo.

Los datos obtenidos durante el primer ciclo de monitoreo, es decir, durante el primer año, permitirán en buena medida identificar especies indicadoras, así como fijar la línea base de biodiversidad en el rancho ganadero, la cual será el punto de referencia para poder realizar las comparaciones del comportamiento de la biodiversidad en los años posteriores.

Durante los cuatro años siguientes se registrarán los datos que permitirán conocer la tendencia de la biodiversidad en cada rancho y generar las estimaciones sobre la riqueza y abundancia de las especies encontradas, las cuales se puede inferir que son el resultado directo de la forma en que se maneja el rancho ganadero durante el periodo del monitoreo.

La riqueza y la abundancia son dos indicadores importantes para la toma de decisiones sobre el manejo de las áreas de estudio, por lo que resulta importante considerarlos como un conjunto que se complementa uno del otro.

La riqueza de especies de un área en particular es conocida en el campo de la diversidad biológica como diversidad alfa, y es posible estimarla a través de diferentes métodos e índices de diversidad. Para objeto de la presente metodología, se estimará la riqueza específica de especies presentes en cada grupo biológico monitoreado en el rancho ganadero, basándose en el número de especies encontradas durante el monitoreo, es decir, si en el rancho ganadero se encontraron dos especies de escarabajos estercoleros, dos especies de aves, dos especies de mamíferos y dos especies de árboles, se entiende entonces que la riqueza específica del rancho es de dos especies en cada grupo biológico.

Para determinar la abundancia de especies también existen diferentes métodos, entre ellos el Índice de Shannon y el Índice de Simpson, mismos que se proponen para el análisis de datos de esta metodología.

"Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa

representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores". (Magurran, citado por Moreno, 2001).

El Índice de Shannon es un índice de equidad que toma en consideración la riqueza de especies (número de especies por grupo biológico) y la proporción de cada una de ellas, asumiendo que los individuos de las especies sean seleccionados de manera aleatoria, es decir, la probabilidad de elegir una especie u otra (por ejemplo, venado, jabalí o puma), en una muestra al azar, en este caso, de las especies identificadas dentro del rancho ganadero.

Para ello es necesario desarrollar la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = Índice de Shannon

S = número de especies (la riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{In}{N}$

In = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

Cuando el resultado obtenido del Índice de Shannon resulte en un valor menor a "2" se interpretará como una baja diversidad de especies en el área monitoreada, caso contrario con valores mayores a "3", que indicarán que los valores de diversidad en el sitio son elevados.

Por ejemplo, en el cuadro 6, podemos observar los hallazgos de vegetación en un predio monitoreado, en donde encontramos que el Índice de Shannon es menor a 2, por lo que, de acuerdo a lo descrito anteriormente, la diversidad de especies en el área de estudio es baja.

Nombre común	Individuos	pi	ln	pi*ln
Amole	3	0.01	-4.7763184	-0.0402499
Chalchacauite	74	0.21	-1.5708656	-0.3265283
Ciruelo	2	0.01	-5.1817836	-0.0291111
Copal blanco	8	0.02	-3.7954892	-0.0852919
Copal rojo	1	0.00	-5.8749307	-0.0165026
Copal verde	56	0.16	-1.849579	-0.290945
Copalcojote	11	0.03	-3.4770355	-0.1074365
Espino blanco	6	0.02	-4.0831713	-0.0688175
Guayabillo	1	0.00	-5.8749307	-0.0165026
Mezquite	12	0.03	-3.3900241	-0.1142705
Nopal	3	0.01	-4.7763184	-0.0402499
Pitayo	5	0.01	-4.2654928	-0.0599086
Pochote	4	0.01	-4.4886364	-0.0504341
Tepemezquite	146	0.41	-0.8913241	-0.365543
Varalcalde	24	0.07	-2.6968769	-0.1818119
Índice de Shanon				1.79360342

Cuadro 6. Ejemplo del Índice de Shannon.

Por su parte, el Índice de Simpson es un índice de dominancia que muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de manera secuencial correspondan a la misma especie, dicho de otra forma, es la probabilidad de que salgan de forma consecutiva animales de una misma especie (por ejemplo, venado, jabalí o puma) al sacar muestras al azar de un rancho ganadero que tiene identificado diferente número de individuos de cada especie (por ejemplo 12 venados, 15 jabalíes y un puma).

La fórmula del Índice de Simpson es la siguiente:

$$D = \sum (ni/N)^2$$

Donde:

D= Índice de Simpson

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies

El rango del Índice e Simpson va de cero a 1, en donde los valores cercanos a 1 representan una menor diversidad de especies en el sitio y los valores cercanos a cero representan una diversidad mayor. Dado que esta forma de expresión resulta un tanto confusa, es que se resta el valor de "D" a 1 y se representa como 1-D, así los resultados quedan a la inversa y ahora los valores mientras más cercanos sean al valor de 1 representarán una mayor diversidad de las especies.

Utilizando el mismo ejemplo de los hallazgos de vegetación en un predio monitoreado, podemos identificar en el Cuadro 7, que el Índice de Simpson es de 0.75592, es decir que, según este índice, la diversidad es de regular a alta. Esto puede ser entendido debido a que la composición es relativamente homogénea, aun cuando existen algunas especies que presentan mayor cantidad de individuos que el resto. Por otra parte, la dominancia se podría considerar baja, ya que solo existen algunas especies que presentan una clara diferencia del resto.

Nombre común	Individuos	pi	ln(2)
Amole	3	0.0084270	0.0000710
Chalchacauite	74	0.2078652	0.0432079
Ciruelo	2	0.0056180	0.0000316
Copal blanco	8	0.0224719	0.0005050
Copal rojo	1	0.0028090	0.0000079
Copal verde	56	0.1573034	0.0247444
Copalcojote	11	0.0308989	0.0009547
Espino blanco	6	0.0168539	0.0002841
Guayabillo	1	0.0028090	0.0000079
Mezquite	12	0.0337079	0.0011362
Nopal	3	0.0084270	0.0000710
Pitayo	5	0.0140449	0.0001973
Pochote	4	0.0112360	0.0001262
Tepemezquite	146	0.4101124	0.1681921
Varalcalde	24	0.0674157	0.0045449

Dominancia 0.24408

Índice de Simpson 0.75592

Cuadro 7. Ejemplo del Índice de Simpson.

9. Particularidades en la implementación del monitoreo de la biodiversidad

Para que la ejecución del monitoreo de la biodiversidad en sistemas ganaderos en Jalisco garantice la obtención de datos de calidad, se debe considerar una estrecha colaboración de actores, entre los que

destacan: centros de investigación, entes capacitadores, técnicos de campo, juntas intermunicipales de medio ambiente, financiadores y especialmente los dueños y/o poseedores de los territorios con vocación pecuaria.

Jalisco, a nivel nacional, es uno de los estados líderes en la implementación de acciones para revertir los efectos generados por la degradación forestal y deforestación, entre las que destaca el impulso a la ganadería regenerativa, práctica que ha logrado posicionarse en diferentes regiones del estado gracias a la colaboración multidisciplinaria y transversal existente entre actores clave.

Derivado de lo anterior, resulta necesario hacer uso de esta colaboración para trazar una ruta conjunta que facilite el desarrollo de un proceso ordenado de monitoreo, que permita obtener datos en campo de calidad, una correcta interpretación de estos datos y la ejecución de acciones para la atención y seguimiento de los resultados obtenidos.

Debe considerarse una primera etapa en la que los centros de investigación y entes capacitadores desarrollen una serie de capacitaciones tanto para técnicos de campo como para los dueños y/o poseedores de los terrenos con vocación ganadera, ya que en ellos recaerá la parte más importante del monitoreo, que es la toma de datos con precisión, procurando evitar sesgos o errores al registrar la información.

Estos centros de investigación y entes capacitadores, a su vez, pudieran apoyar en el análisis de la información registrada en las bases de datos que surjan del monitoreo, así como facilitar la interpretación de resultados.

Posterior a ello, resultaría importante el involucramiento de las juntas intermunicipales de medio ambiente en el desarrollo de planteamientos idóneos a escala regional para atender las necesidades resultantes, ya que este modelo de gobernanza local permite inferir sobre las políticas públicas a nivel estado y facilitar la puesta en marcha de acciones concretas para atender las problemáticas ambientales que pudieran resultar de una mala práctica productiva.

Para poder observar cambios en la riqueza y abundancia de los grupos biológicos monitoreados, es necesario que los esfuerzos sean continuos en cada uno de los territorios en los que se esté desarrollando el monitoreo, por lo que debe existir una flexibilidad para hacer adecuaciones a la metodología, ya sea agregando nuevos grupos biológicos al monitoreo, haciendo ajustes a las metodologías particulares de cada grupo biológico, o bien, descartando alguno de los grupos planteados en caso de que no se observen las condiciones necesarias para alcanzar los resultados esperados. Por lo tanto, el involucramiento familiar en cada predio o rancho ganadero monitoreado será de suma importancia, ya que, de esta manera, se podrá definir si la metodología propuesta se ajusta a sus necesidades, capacidades, usos y costumbres, sin afectar de manera negativa su vida cotidiana. Además, el conocimiento empírico de cada familia resulta un eslabón de gran importancia en esta cadena de colaboración, lo que facilitará la identificación de vacíos o áreas de oportunidad para ajustar la metodología a las particularidades de cada territorio.

Si bien, es imprescindible el uso de formatos de campo impresos en hojas de papel para ser utilizados

en el llenado y registro de datos del monitoreo, no se puede descartar en algunos casos la posibilidad de hacer uso de la tecnología para facilitar los trabajos, ya sea para el registro de datos, toma de evidencias fotográficas, ejecución de aplicaciones móviles, entre muchas otras herramientas digitales. Sin embargo, se debe tener cuidado al usar los dispositivos móviles (celulares, tabletas electrónicas, etc.), ya que, si no se tiene el cuidado de guardar la información, de tener carga suficiente en las baterías o de manipular dichos dispositivos, el riesgo de perder la información es latente. Por lo que se recomienda usar este tipo de aparatos electrónicos sólo como respaldo, y dar prioridad a la utilización de los formatos impresos y llenados a lápiz durante el monitoreo.

10. Propuesta de plataforma de captura, sistematización y consulta de datos

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es la responsable de instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), mismo que se encarga de manejar, analizar y divulgar la información de la diversidad biológica del país.

El SNIB por su parte, integra la información de las diferentes fuentes informativas y las pone a disposición para su descarga directamente desde su portal en internet <http://www.snib.mx/>, o bien para la consulta de datos en diversas plataformas especializadas tanto nacionales como internacionales.

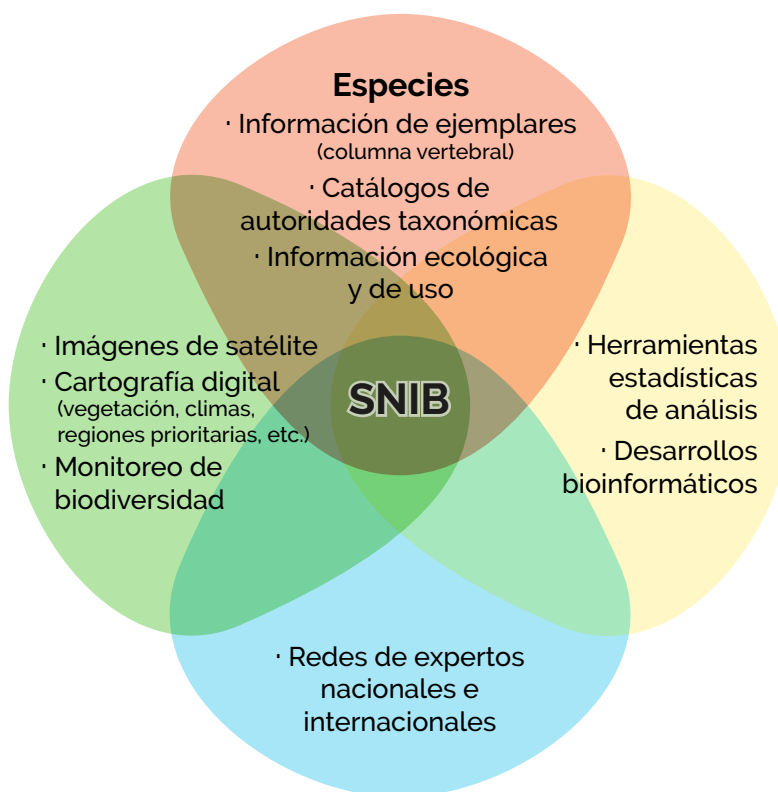


Figura 22. Conceptualización del SNIB. Fuente: snib.mx

Para el caso de las plataformas nacionales destaca EncicloVida, (<http://enciclovida.mx/>), la cual es una plataforma web que permite conocer a las especies y grupos que viven en México.



Figura 23. Pantalla principal de la página web enciclovida.mx

Una de las oportunidades que brinda esta plataforma es que complementa sus bases de datos gracias a iniciativas de ciencia ciudadana (trabajo científico realizado de manera voluntaria por público en general), por medio de las plataformas aVerAves (<https://ebird.org/averaves/home>) y Naturalista (<https://www.naturalista.mx/>), que también son coordinadas por la CONABIO.



Figura 24 Pantalla principal de la página web ebird.org/averaves/home

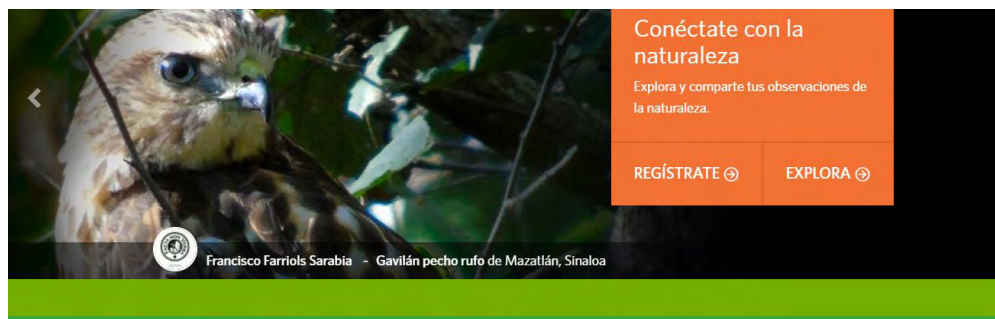


Figura 25 Pantalla principal de la página web naturalista.mx

Estas plataformas ciudadanas son las que se sugieren para la captura de la información resultante de esta metodología de monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos, ya que permiten de manera directa y gratuita, la captura de la información y de las evidencias fotográficas de la misma. Además, cuentan con el respaldo de la CONABIO para hacer el filtrado y verificación de la información previo a ser registrada dentro del SNIB.

Otra de las virtudes de estas plataformas es que no solamente están disponibles en sitios web, sino que se pueden descargar mediante aplicaciones móviles (App) para celular, haciendo mucho más sencilla y accesible la carga de información, solicitando únicamente un registro rápido para crear un usuario y poder tener acceso a las aplicaciones. La aplicación eBird by Cornell Lab (Cornell Lab of Ornithology) y NaturaLista (iNaturalist) son las aplicaciones móviles disponibles para las plataformas aVerAves y Naturalista respectivamente.

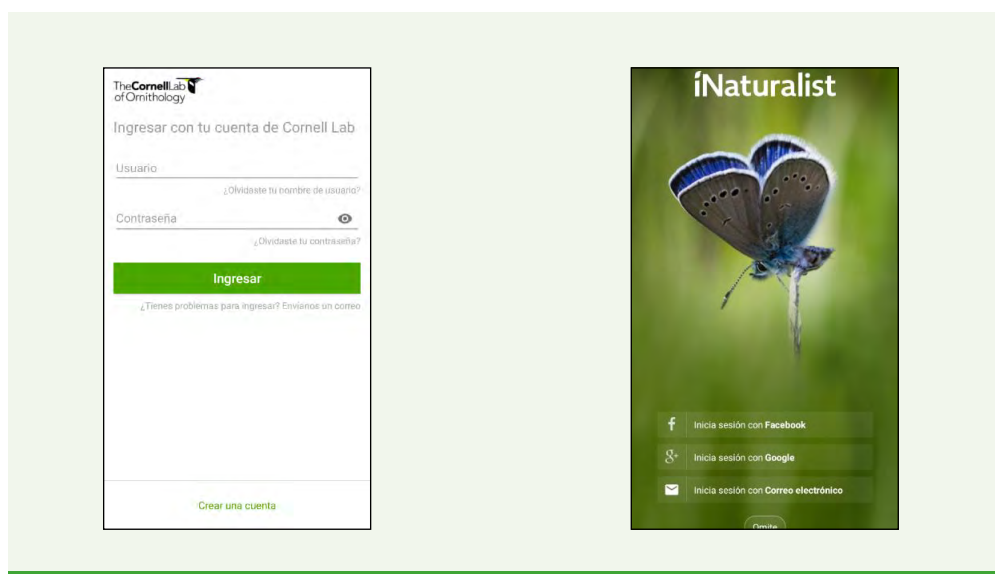


Figura 26 Pantallas principales de plataformas móviles (apps) Ebird y iNaturalist

Para el caso específico de ranchos ganaderos establecidos en comunidades agrarias, resultaría importante además, cargar sus hallazgos en el portal BIOCUMUNI (<http://biocomuni.mx/>), el cual es utilizado por la CONAFOR para que los núcleos agrarios puedan registrar los resultados de los diferentes monitoreos de biodiversidad que realizan en sus terrenos forestales.



Figura 27 Pantalla principal de la página web biocomuni.mx

Para poder registrar los hallazgos sólo es necesario registrar una cuenta de usuario en <http://biocomuni.mx/sji/crearCuenta> y posteriormente se puede tener acceso. Una limitante de esta plataforma, es que no cuenta con los atributos necesarios para registrar los datos de escarabajos estercoleros que pudieran resultar de esta metodología.

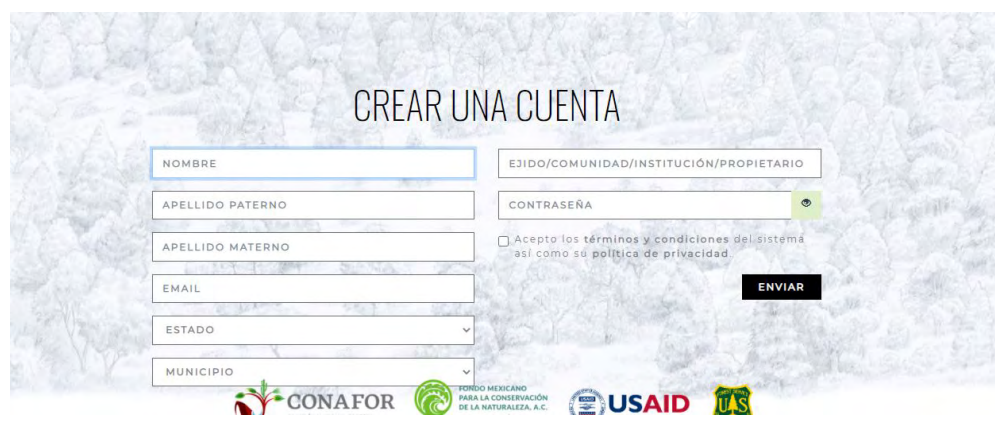


Figura 28 Pantalla principal de la página web para registrarse como usuario en la plataforma de biocomuni.

11. Preguntas frecuentes

Es común que al momento de analizar la presente metodología surjan algunas interrogantes al respecto, sin embargo, es crucial que se tenga una correcta interpretación de la metodología de monitoreo para reducir errores típicos de monitoreo y a su vez evitar la invalidación de datos. Por lo tanto, se ha estructurado una pequeña sección de preguntas frecuentes que busca apoyar al lector en el entendimiento de algunos aspectos concretos respecto del monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos regenerativos.

¿Qué es un monitoreo?

Se trata de un proceso de recolección de datos de un tema en particular, en este caso, se refiere al registro de datos observados en los predios ganaderos respecto de la biodiversidad existente en él.

¿Qué es la biodiversidad?

Se refiere a la diversidad de especies que existen tanto de plantas como de animales en un lugar determinado.

¿Qué es la ganadería regenerativa?

Es la forma en que se desarrolla una ganadería para alcanzar de manera simultánea rentabilidad económica, cultural y ambiental, permitiendo conservar y mejorar los espacios en los que se desarrolla la ganadería sin que se dañen los recursos naturales propios del lugar en el que se produce y manteniendo formas de vida sustentables.

¿Para qué sirve el monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos regenerativos?

El monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos regenerativos es una herramienta de análisis que permite identificar los cambios (positivos o negativos) que puedan estar sucediendo en torno a la biodiversidad de aquellos sitios con prácticas de ganadería regenerativa. Este análisis permite identificar especies claves e indicadoras de calidad de sitio.

¿Qué beneficios tengo al realizar el monitoreo de biodiversidad en mi predio?

Realizar un monitoreo de biodiversidad permite al productor tener el conocimiento de lo que sucede en su predio, ya que la presencia, ausencia o diversidad de especies que se encuentren durante el monitoreo dará la pauta de los impactos que afectan de manera positiva o negativa al sistema ganadero, lo que facilita la toma de decisiones futuras de importancia en la forma de manejar la ganadería.

¿Es obligatorio hacer monitoreo de biodiversidad en los sistemas ganaderos?

El monitoreo de biodiversidad en sistemas ganaderos es voluntario, sin embargo, los beneficios que se puedan obtener al realizarlo son invaluable para el productor.

¿Quién me ayudará para hacer este monitoreo?

Se pretende una colaboración entre instituciones gubernamentales, juntas intermunicipales de medio ambiente, organizaciones de la sociedad civil, academia, centros de investigación, asesores técnicos y productores ganaderos para desarrollar de manera correcta la metodología.

¿Quién es el responsable del seguimiento al monitoreo que se haga en los predios?

El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) es el responsable de coordinar los trabajos de monitoreo, así como de garantizar la colaboración entre los actores clave que permitan alcanzar los resultados esperados.

Anexos

1. Descripción general del predio

ANEXO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PREDIO

Estado		Municipio	
--------	--	-----------	--

Localidad	
-----------	--

Coordenadas centrales	Coord X.		Coord. Y	
-----------------------	----------	--	----------	--

Nombre del predio	
-------------------	--

Nombre del propietario	
------------------------	--

Tipo de propiedad		Tipo de posesión	
-------------------	--	------------------	--

Superficie		Usos de suelo	
------------	--	------------------	--

Vegetación dominante	
-------------------------	--

Tipo de ganado	
----------------	--

Fuentes de agua disponibles	
--------------------------------	--

Croquis

--

Historial del predio

--

Buenas prácticas ganaderas

--

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Limón
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: San Buenaventura
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Nombre del predio	Nombre del predio. Ejemplo: El Casco
Nombre del propietario	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García.
Tipo de propiedad	Tipo de propiedad. Predio particular, ejidal, comunal, otro
Tipo de posesión	Tipo de posesión. Propio, rentado, prestado, otro
Superficie	Superficie total del predio o rancho ganadero. Ejemplo: 12 hectáreas
Vegetación dominante	Tipo de vegetación que predomina en el predio y sus alrededores. Ejemplo: Bosque Tropical Caducifolio
Usos de suelo	Diferentes usos de suelo presentes en el predio o rancho ganadero. Ejemplo: pastizal, bosque, agostadero, otro
Tipo de ganado	Bovino carne, bovino leche, bovino doble propósito, otro
Fuentes de agua disponibles	Fuente principal de abasto para los animales. Ejemplo: manantial, río, arroyo, pila, bebedero, otro
Croquis	Croquis general del predio
Historial del predio	Características históricas del predio, en las que se incluyen tenencia de la tierra, manejo, condiciones físicas, otros
Buenas prácticas ganaderas	Descripción de las buenas prácticas ganaderas implementadas en el predio. Ejemplo: rotación de potreros, cercas vivas, arboles dispersos, bancos de proteína, otros

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Nombre del productor	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García
Predio	Nombre del predio o sitio donde se realiza el muestreo. Ejemplo: El Casco
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: San Buenaventura
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 20/enero/2020
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Limón
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Temporada	De acuerdo al criterio del productor si es temporal de lluvias o de secas
Elevación	Metros sobre el nivel del mar (msnm). Obtenido mediante GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento. Ejemplo: 900 metros
Uso de suelo	Entorno donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: pastizal, lago, bosque
Vegetación dominante	Tipo de vegetación que predomina en el predio y sus alrededores. Ejemplo: Bosque Tropical Caducifolio
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Hora inicial	Hora de inicio del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:20
Hora final	Hora final del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:30
# Punto	Número de identificación del Punto conteo utilizando dos dígitos. Ejemplo: 02
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la observación de aves para el monitoreo. Ejemplo: Juan Pérez
Página	Número de página. Ejemplo: Página 1 de 2
Especie: Nombre común	Nombre por el que se le conoce al ave en la región. Ejemplo: Cuervo
Especie: Nombre científico	Nombre universal con el cual se identifica esa especie de acuerdo a las clasificaciones taxonómicas definidas por los científicos. Ejemplo: <i>Corvus corax</i> . Se sugiere su abreviación con las tres primeras letras del género y tres primeras letras de la especie. Ejemplo: Corcor
Tipo de registro	Anotar el número de individuos detectados. Si se observó su número se pondrá en la casilla Obs. Si se escuchó, su número se pondrá en la casilla Esc. En la casilla total se anotará la suma de ambos registros
Ubicación. ≤30m	Si el ave se observó en un radio igual o menor a 30 metros de distancia desde el punto central
Ubicación. >30m	Si el ave se observó en un radio mayor a 30 metros de distancia desde el punto central
Observaciones	Anotar cualquier dato que el observador considere relevante. Ejemplo: mañana con neblina, viento moderado, nublado, etc.

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Nombre del productor	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García
Predio	Nombre del predio o rancho donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: El Zalate
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: El Palo Blanco
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 24/enero/2020
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Grullo
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Temporada	De acuerdo al criterio del productor si es temporal de lluvias o de secas
Elevación	Metros sobre el nivel del mar (msnm). Obtenido mediante GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento. Ejemplo: 700 metros
Uso de suelo	Entorno donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: pastizal, lago, bosque
Vegetación dominante	Tipo de vegetación que predomina en el predio y sus alrededores. Ejemplo: Bosque Tropical Caducifolio
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Hora inicial	Hora de inicio del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:20
Hora final	Hora final del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:30
Transecto	Número consecutivo del transecto que se monitorea dentro del predio, utilizando dos dígitos. Ejemplo: 01
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la toma de datos en el transecto. Ejemplo: Juan Pérez
Página	Número de página. Ejemplo: Página 1 de 2
Nombre común	Nombre con el cual se le conoce en la región al animal que dejó esa huella o excreta. Ejemplo: Venado
Nombre científico	Nombre universal con el cual se identifica esa especie de acuerdo a las clasificaciones taxonómicas definidas por los científicos. Ejemplo: <i>Odocoileus virginianus</i>
Huellas	Registrar el largo y el ancho (en centímetros) de las huellas que se encuentren en el transecto. Ejemplo: 3 centímetros
Excretas	Registrar el largo y el ancho (en centímetros) de las excretas que se encuentren en el transecto. Ejemplo: 1.5 centímetros
Observaciones	Anotar cualquier dato que el observador considere relevante. Ejemplo: mañana con neblina, suelos muy húmedos, ventarrones, etc.

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Nombre del productor	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García
Predio	Nombre del predio o rancho donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: El Zalate
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: El Palo Blanco
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Grullo
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 24/enero/2020
Nombre común	Nombre con el cual se le conoce en la región al animal que dejó esa huella o excreta. Ejemplo: Venado
Nombre científico	Nombre universal con el cual se identifica esa especie de acuerdo a las clasificaciones taxonómicas definidas por los científicos. Ejemplo: <i>Odocoileus virginianus</i>
Paraje	Sitio dentro del predio en donde se realizó el hallazgo. Ejemplo: La Tuna
Horario	Hora en que se registró el hallazgo, en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:30
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la toma de datos en el transecto. Ejemplo: Juan Pérez
Tipo de rastro	Registrar si el hallazgo fue un avistamiento del animal o un rastro (huellas, excretas, pelo, otros). En el caso de huellas y excretas se debe registrar su tamaño en centímetros

5. Formato de etiqueta escarabajos estercoleros

ANEXO 5: MONITOREO BIOLÓGICO DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS				
Nombre del Monitor		Fecha		
Predio		Nombre del productor		
Localidad				
Municipio		Estado		
Uso del suelo				
Sitio No.		Transecto No.		
Coordenadas	X		Y	
Trampa No.		Tipo de atrayente:		

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la toma de datos. Ejemplo: Juan Pérez
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 25/01/2020
Predio	Nombre del predio donde se realiza el muestreo. Ejemplo: El Mezquite
Nombre del productor	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García
Localidad	Población donde se ubica el predio y se realiza el muestreo. Ejemplo: El Chante
Municipio	Nombre del municipio en el que se ubica el predio. Ejemplo: Autlán de Navarro
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Uso del suelo	Uso que se le da al suelo en el que se realiza el muestreo. Ejemplo: pastizal sin árboles, pastizal con árboles dispersos, bosque
Sitio No.	Cada uso del suelo tendrá tres sitios de muestreo, por lo tanto, se identificarán numéricamente en un orden previamente establecido utilizando dos dígitos. Ejemplo: 01, 02, 03
Transecto No.	Cada sitio contará con un transecto para el muestreo, y se identificará numéricamente coincidiendo con el número de sitio y utilizando dos dígitos. Ejemplo: 01, 02, 03
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Trampa No.	Número de dos dígitos correspondiente a la trampa en la que se toma la observación o la muestra. Previamente enumeradas del 01 al 06. Ejemplo: 01
Tipo de atrayente	Tipo de atrayente utilizado en la trampa. Ejemplo: Excretas bovino, carroña pescado

6. Formato de campo para el grupo biológico escarabajos estercoleros

ANEXO 6: ESCARABAJOS ESTERCOLEROS

Formato de campo
Trampa Pitfall modificada

Atrayente	Especie(s)
Excremento	
Carroña	

Predio	Nombre del productor		Estado
Localidad	Municipio		
Fecha de colecta	Nombre del Monitor		
Uso del suelo	Sitio de muestreo		
Transecto No.	Coordenadas	X	Y

Trampa con carroña No.	Escarabajos colectados		Total
	12 horas	24 horas	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Total			

Trampa con excremento No.	Escarabajos colectados		Total
	12 horas	24 horas	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Total			

Observaciones

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Predio	Nombre del predio donde se realiza el muestreo. Ejemplo: El Mezquite
Nombre del productor	Nombre del productor a quien pertenece el predio. Ejemplo: Luis García
Localidad	Población donde se ubica el predio y se realiza el muestreo. Ejemplo: El Chante
Municipio	Nombre del municipio en el que se ubica la localidad. Ejemplo: Autlán de Navarro
Estado	Nombre de la entidad federal. Ejemplo: Jalisco
Fecha de colecta	En formato día/mes/año. Ejemplo: 25/01/2020
Nombre del monitor	Nombre y apellidos de la persona que realiza el muestreo o colecta. Ejemplo Pedro Pérez Rodríguez
Uso del suelo	Uso que se le da al suelo en el que se realiza el muestreo, previamente establecido. Ejemplo: pastizal sin árboles, pastizal con árboles dispersos, bosque.
Sitio de muestreo	Número de dos dígitos del sitio de muestreo. Ejemplo: 01
Transecto No.	Número de dos dígitos del transecto en el que se está realizando el muestreo dentro del uso del suelo correspondiente. Ejemplo: 01
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Escarabajos colectados por día, en trampas con excremento	En este caso el formato muestra cuatro columnas. La primera columna a la izquierda con 10 casillas numeradas del 1 al 10. En la segunda columna se registra el número de escarabajos capturados por cada trampa el día 1 a las 12 horas, en la tercera columna se registra el número de escarabajos capturados por trampa a las 24 horas, y en la cuarta columna se registra el número total de escarabajos capturados
Escarabajos colectados por día, en trampas con carroña	En este caso el formato muestra cuatro columnas. La primera columna a la izquierda con 10 casillas numeradas del 1 al 10. En la segunda columna se registra el número de escarabajos capturados por cada trampa el día 1 a las 12 horas, en la tercera columna se registra el número de escarabajos capturados por trampa a las 24 horas, y en la cuarta columna se registra el número total de escarabajos
Atrayente –Especie (s)	En este espacio aparecen dos casillas en las que se indican dos tipos de atrayente, excremento y carroña (preestablecidos para todo el muestreo), en la columna aleadaña se registrará la especie animal a la que corresponde el excremento y los restos en descomposición, por ejemplo: Excremento – bovino; Carroña – pescado
Observaciones	Anotar cualquier dato que la persona que realiza el monitoreo considere relevante. Ejemplo: Trampa golpeada

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Predio	Nombre del predio o rancho donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: El Zalate
Nombre del productor	Anotar el nombre del productor al que pertenece el predio. Ejemplo: Luis Gómez
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: El Palo Blanco
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Grullo
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Uso de suelo	Entorno donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: pastizal, lago, bosque
Vegetación dominante	Tipo de vegetación que predomina en el predio y sus alrededores. Ejemplo: Bosque Tropical Caducifolio
Temporada	De acuerdo al criterio del productor si es temporal de lluvias o de secas
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 24/enero/2020
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Hora inicial	Hora de inicio del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:20
Hora final	Hora final del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:30
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la toma de datos en el sitio. Ejemplo: Mario Álvarez
Sitio	Número consecutivo de dos dígitos del sitio que se monitorea dentro del predio. Ejemplo: 01
Elevación	Metros sobre el nivel del mar (msnm). Obtenido mediante GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento. Ejemplo: 700 metros
No.	Poner el número consecutivo de dos dígitos del individuo que se mida. Ejemplo: 01
Nombre común	Nombre con el cual se le conoce a ese árbol en la región. Ejemplo: Guácima
Nombre científico	Nombre universal con el cual se identifica esa especie de acuerdo a las clasificaciones taxonómicas definidas por los científicos. Ejemplo: <i>Guzuma ulmifolia</i>
Diámetro (cm)	La medida del diámetro tomada con la cinta diamétrica a una altura estándar de 1.30 metros del suelo (También conocida como diámetro a Altura de pecho "DAP"). Ejemplo: 18
Altura (m)	Medida del árbol desde la base hasta la punta más alta, expresada en metros. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo: 08

Campo	Descripción
Diámetro de copa N-S	Cantidad en metros de la punta a punta de las ramas del árbol medida del extremo norte al extremo sur. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo 06
Diámetro de copa E-O	Cantidad en metros de la punta de las ramas del árbol medida del extremo Este al extremo Oeste. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo 07
Estrato que ocupa	<p>Marcar la casilla correspondiente al estrato que ocupa el individuo que se mide, teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <p>A Si el árbol se encuentra entre los más altos del sitio</p> <p>MA Si se encuentra por encima del promedio, pero no alcanza aún a los más altos</p> <p>M Si se encuentra entre los medianos o promedio del sitio</p> <p>MB Si se encuentra por debajo de los medianos del sitio</p> <p>B Si se encuentra entre los más bajos del sitio</p>
Observaciones	Anotar cualquier cosa que se observe y se considere relevante. Ejemplo: presencia de un nido en el árbol. O Individuo con presencia de muérdago o malojo.

Instrucciones de llenado

Para facilitar el entendimiento y evitar errores al realizar el llenado, se muestran a continuación los diferentes campos que se contemplan en el formato, y se acompaña de una breve descripción del dato que se debe colocar en cada uno de ellos.

Campo	Descripción
Predio	Nombre del predio o rancho donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: El Zalate
Nombre del productor	Anotar el nombre del productor al que pertenece el predio. Ejemplo: Juan Gómez
Localidad	Población donde se localiza el predio. Ejemplo: El Palo Blanco
Municipio	Nombre del municipio donde se ubica el predio. Ejemplo: El Grullo
Estado	Nombre de la entidad federativa. Ejemplo: Jalisco
Uso de suelo	Entorno donde se realiza el monitoreo. Ejemplo: pastizal, lago, bosque
Vegetación dominante	Tipo de vegetación que predomina en el predio y sus alrededores. Ejemplo: Bosque Tropical Caducifolio
Temporada	De acuerdo al criterio del productor si es temporal de lluvias o de secas
Fecha	En formato día/mes/año. Ejemplo: 24/enero/2020
Coord. X	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 650900
Coord. Y	Coordenadas obtenidas del GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento en unidades UTM. Ejemplo: 2150600
Hora inicial	Hora de inicio del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:20
Hora final	Hora final del punto conteo en formato 24 hrs. Ejemplo: 09:30
Nombre del monitor	Anotar el nombre de la persona o personas que realizaron la toma de datos en el sitio. Ejemplo: Luis Gómez
Sitio	Número consecutivo de dos dígitos del sitio que se monitorea dentro del predio. Ejemplo: 01
Elevación	Metros sobre el nivel del mar (msnm). Obtenido mediante GPS o aplicación móvil con geoposicionamiento. Ejemplo: 700 metros
No.	Poner el número consecutivo de dos dígitos del individuo que se mida. Ejemplo: 01
Nombre común	Nombre con el cual se le conoce a ese árbol en la región. Ejemplo: Guácima
Nombre científico	Nombre universal con el cual se identifica esa especie de acuerdo a las clasificaciones taxonómicas definidas por los científicos. Ejemplo: <i>Guzuma ulmifolia</i>
Sub parcela	Número de la sub parcela dentro del sitio. Ejemplo: 01

Campo	Descripción
Altura (m)	Medida del árbol desde la base hasta la punta más alta, expresada en metros. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo: 08
Diámetro de copa N-S	Cantidad en metros de la punta a punta de las ramas del árbol medida del extremo norte al extremo sur. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo: 06
Diámetro de copa E-O	Cantidad en metros de la punta de las ramas del árbol medida del extremo Este al extremo Oeste. Se debe registrar con dos dígitos cuando el valor sea menor a 10. Ejemplo 07
Estrato que ocupa	<p>Marcar la casilla correspondiente al estrato que ocupa el individuo que se mide, teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <p>A Si el árbol se encuentra entre los más altos del sitio</p> <p>MA Si se encuentra por encima del promedio, pero no alcanza aún a los más altos</p> <p>M Si se encuentra entre los medianos o promedio del sitio</p> <p>MB Si se encuentra por debajo de los medianos del sitio</p> <p>B Si se encuentra entre los más bajos del sitio</p>
Observaciones	Anotar cualquier cosa que se observe y se considere relevante. Ejemplo: presencia de un nido en el árbol. O Individuo con presencia de muérdago o malojo.

Literatura consultada

- Aranda, S. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México.
- Arellano, L; Halffter, G (Sin fecha). Gamma diversity: derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoológica Mexicana* 90:27-76.
- Behling, C. 2006. Contribución del escarabajo estercolero africano en la mejoría de la fertilidad del suelo. In: X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Maracaibo 20 al 22 de abril de 2006. LUZ, FUNDAPASTO, UNELLEZ Guanare, AVPA. Consultado: 21 Dic. 2019. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A17-Cesar%20Behling.pdf
- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México, D.F.
- Botero, R. & Russo, R. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica». <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>. 2000.
- Botero A, L. M, y De la Ossa V. J. 2011 Fauna silvestre asociada a ganado vacuno doble propósito en sistema de silvopastoreo, Pinto, Magdalena, Colombia.
- Castaño-Quintana, K; Chará, J; Giraldo, C; Calle, Z. 2019. Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles. Cali, Colombia. CIPAV. 306 p.
- Celi, J; Dávalos, A. 2001. Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. Quito, Ecuador. EcoCiencia. 71 p.
- Cervantes, F.A; Castro-Campillo, A y Ramírez-Pulido, J. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 65(1): 177-190.
- Chamorro, W; Gallo, F; Delgado, S; Enríquez, S; Guasumba, V; López-Iborra, G. 2019. Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota Colombiana* 20(1):34-49.
- Chará J., Murgueitio E., Zuloaga A., Giraldo C., (eds) 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 158p.
- Chará, J; Giraldo, C. 2011. Servicios ambientales de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Cali, Colombia. Fundación CIPAV. 68p.

- Cid, I. A. 2001. El Aprovechamiento de la Fauna Silvestre. Pp 179-188. in Chimalapas. La Última Oportunidad. (R. Aparicio, eds.). WWF, SEMARNAP. Distrito Federal, México.
- CONABIO-FMCN-TNC (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy). 2011. Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo del Caribe de México. México, D.F. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy México. 34 p. Consultado: 20 Dic. 2019. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/247265/PACC_Caribe_Mexicano.pdf
- Contreras S. 2019. "Creando Hábitats para la Biodiversidad Utilizando a las Aves como indicadores del Estado de Salud de los Ecosistemas". Universidad de Guadalajara. Presentación en el taller: "Biodiversidad: Conceptos y Métodos para su medición" en Autlán de la Grana, Jalisco, México, los días 4 y 5 de noviembre de 2019.
- Cruz, M. 2011. Contribución de los escarabajos estercoleros a la productividad ganadera en Veracruz. Tesis Doctoral en Ciencias. DOI.http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/696/1/Cruz_Rosales_MM_DC_Agroecosistemas_Tropicales_2011.pdf
- Cultid, C; Martínez, B; Escobar, A; Constantino, L; Betancur, N. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: Guía para el estudio ecológico. Villa María, Colombia. Wildlife Conservation Society, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, CENICAFÉ. 197 p.
- De Alba, J. 1959. Influencia del clima y la calidad de los forrajes en su consumo. Revista Turrialba. Costa Rica. 9(3):79-84
- De Haan, C; Blackburn, H. 1995. The balance between livestock and the environment. In: Eighth Congress of Tropical Animal Health and Production at Berlin. Germany. p 25-29.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19:419-430.
- Escobar, F; Chacón, P. 2000. Distribución espacial y temporal de un gradiente de sucesión de la fauna de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 48:961-975.
- Favila, M; Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* 72:1-25.
- Flota, C; López, J; Vargas, M; Fajersson, P; González, H; Martínez, I. 2012. Efecto de la ivermectina en la dinámica espacio-temporal de escarabajos estercoleros en Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Mayo-Agosto, 227-239.
- FAO, 2006. Los bosques y el cambio climático. La gestión forestal es fundamental para afrontar el cambio climático. Revista virtual FAO Sala de Prensa. Disponible en <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>

- 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, México.
- Gardner, T; Hernández, M; Barlow, J; Peres, C. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forest for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 45:883-893.
- Giller, P; O'Donovan, G. 2002. Biodiversity and ecosystem function: do species matter? *Biology and Environment* 3:129-139.
- Giraldo, C; Escobar, F; Chará, J; Calle, Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity* 4:115-122.
- Giraldo, C; Chará, J; Uribe, F; Gómez, JC; Gómez, M; Calle, Z; Valencia, LM; Modesto, M; Murgueitio, E. 2018a. Ganadería Colombiana Sostenible: Entre la productividad y la conservación de la biodiversidad. In: Halffter, G; Cruz, M; Huerta, C. (Comps.). *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. México, Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). p. 35-61.
- Giraldo, C; Montoya, S; Escobar, F. 2018b. Escarabajos del estiércol en paisajes ganaderos de Colombia. Cali, Colombia. Fundación CIPAV. 146 p.
- González-Chang, M; Carrillo, R; Pinochet, D. 2015. Escarabajos estercoleros nativos en Chile. Una revisión con énfasis en su ecología. *AgroSur* 43(3):9-19.
- Guerrero, S. y Cervantes, F. A. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex* no.89
- Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82:195-238.
- Halffter, G. 2018. Ganadería sustentable vs extensiva: cambio de método y propósitos ambientales y sociales. In: *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. México, Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). p. 17-24.
- Halffter, G. y W. D. Edmonds. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. México, D.F. Instituto de Ecología/ MAB-UNESCO. 167 p.
- Halffter, G., M. Cruz y C. Huerta (Comps.). 2018. *Ganadería sustentable en el Golfo de México*. Instituto de Ecología, A.C., México, 432 pp.
- Halffter, G; Arellano, L. 2001. Variación de la diversidad de especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidea) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. In: Navarrete-Heredia, J; Fierros, H; Burgos, A. (eds.). *Tópicos sobre Coleóptero de México*. Guadalajara, México. Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. p. 35-56.
- Halffter, G; Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34:144-154.

- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, Oxford. p. 851.
- Huerta, C; Arellano, G; Cruz, M; Escobar, F; Martínez, M. 2016. Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico. Veracruz, México. Instituto de Ecología, A.C. 20 p.
- INTA, (Sin fecha). Guía para identificar mamíferos.
- León-González, 2015. Diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje fragmentado de uso ganadero en el Magdalena Medio Antioqueño. Tesis M.Sc. Ciencias Entomología. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 78 p.
- Lira, I. y M. Briones-Salas. 2011. Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México. *THERYA* diciembre 2011 Vol 2 (3):217-244
- López-Ortiz, S. 2018. ¿Qué es la ganadería sustentable? In: Halffter, G; Cruz, M; Huerta, C. (Comps.). *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. México, Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). p. 65-73.
- Martínez A., F. DeClerck, E. Florian y N. Estrada (sin fecha). Manual de técnicas para la identificación de Aves Silvestres. PMA; CATIE; U. S. FISH & WILDLIFE SERVICE.
- Mittermeier, R. A. y Goettsch de Mittermeier. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. Pp. 63-73, in *México ante los retos de la biodiversidad* (J. Sarukhán y R. Dirzo, compiladores). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 343 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia, vol. 2. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania, Barcelona. 227 p.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A. C. y Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza España.
- National Geographic Society. (2006). *Field Guide to the Birds of North America*. Washington, D. C., USA.
- Navarrete-Heredia, J; Delgado, L; Fierros-López, H. 2001. Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco, México. *Dugesiana* 8(1):37-93.
- Navarrete-Heredia, J. 2004. Recensión de libro. Morón, M. A. (ed.). 2003. Atlas de los escarabajos de México Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae. Passalidae y Lucanidae. *Acta Zoológica Mexicana* 20(3):175-176
- Navarro-Sigüenza A., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González (2013). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S476-S495. 2014 DOI: 10.7550/rmb.41882.
- Nichols, E; Gardner, T; Peres, C; Spector, S; The Scarabaeinae Research Network. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos* 118: 481 – 487.

- Nichols, E; Spector, S; Louzada, J; Larsen, T; Amezcuita, S; Favila, M. 2008. The Scarabaeinae Research Network. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141:1461-1474.
- Palomera-García, C., Santana, E., Contreras-Martínez, S. y Amparán, R. 2007. JALISCO. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 1- 48.
- Painter L., D. Rumiz, D. Guinart, R. Wallace, B. Flores, W. Townsend. 1999. *Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre*. BOLFOR.
- Patrocipes [Patronato del centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, A.C.] 1996. Importancia de los Árboles y Arbustos en el Estado de Sonora. [En Línea]. Disponible en <http://patrocipes.org.mx/publicaciones/ranchos/RA0080.php>, consultado en Diciembre de 2019.
- Philips, K. 2011. The evolutionary history and diversification of dung beetles. In: Simmons, L; Ridsdill-Smith, J. (Eds.). *Ecology and Evolution of Dung Beetles*. Chichester, Wiley-Blackwell. Pp.21-46.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Tobar, L; Ibrahim, M. 2009. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes Agropecuarios?. *Revista de biología tropical*. Vol.58 n.1.
- Ruiz-Gutiérrez V., J. R. Calderón y H. Berlanga (s. f.). PROALAS Programa de América Latina para Aves Silvestres. Cornell Lab of Ornithology; CONABIO; NABCI-México.
- Sarukhán, J. 2018. Ganadería sustentable y ecología. In: *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. México, Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). P. 65-73.
- Sibley D. A. (2000). *The Sibley Guide to Birds*. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York.
- Socca, M; Simón, L; Sánchez, S; Gómez, E. 2002. Dinámica parasitológica en bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. *Agroforestería en las Américas* 9:33-34
- Spector, S. 2006. Scarabaeinae dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): An invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin* 5:71-83.
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; De Haan, C. 2006. *Livestock's Log Shadow: Environmental Issues and Options*. Roma, Italy. FAO. 404 p.
- Suber, M.; Gutiérrez Beltrán, N.; Torres, C. F.; Turriago, J. D.; Arango, J.; Banegas, N.R.; Berndt, A.; Bidó, D. I. M.; Burghi, V.; Cárdenas B., D. A.; Cañanda, P.; Canu, F. A.; Chacón, A. R.; Chacón Navarro, M.; Chará, J.; Díaz, L.; Huamán Fuertes, E.; Espinoza Bran, J.E.; Girón Muñoz, P. R.; Guerrero, Y.; Gutiérrez Solís, J. F.; Pezo, D.; Prieto Palacios, G.; Roman- Cuesta, R. M.; Rosales Riveiro, K. A.; Rueda Arana, C.; Lucero Romero, R.D.; Sepúlveda L., C. L.; Serrano Basto, G.; Solarte, A.; Woo Poquioma; 2019. *Mitigación con Sistemas Silvopastoriles en Latinoamérica*. Aportes

para la incorporación en los sistemas de Medición Reporte y Verificación bajo la CMUNCC. CCAFS Working Paper no. 254. Wageningen, The Netherlands. Disponible en línea: www.ccafs.cgiar.org

Wassenaar, T; Gerber, P; Verburg, P; Rosales, M; Ibrahim, M; Steinfeld, H. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: the geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change* 17:86-104.

Zuluaga A.F., Giraldo C., Chará J. 2011. Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 36 p.

ISBN: 978-607-99061-3-9



9 786079 906139

