



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES

SISTEMA DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD EN PREDIOS BAJO MANEJO FORESTAL EN LA UMAFOR CHIGNAHUAPAN – ZACATLÁN, PUEBLA

ALFREDO GÁMEZ VIRUÉS

TESINA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA TECNOLÓGICA

EN MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

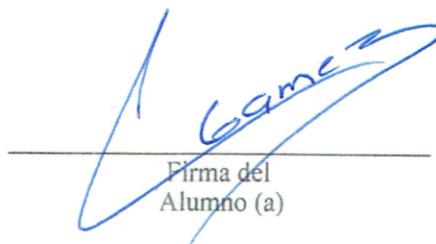
2019

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y
DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Alfredo Gámez Virues, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dra. Patricia Hernández de la Rosa, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis SISTEMA DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD EN PREDIOS BAJO MANEJO FORESTAL EN LA UMAFOR CHIGNAHUAPAN - ZACATLÁN, PUEBLA

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 26 de Noviembre de 2019


Firma del
Alumno (a)

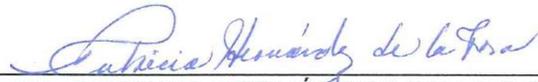

Dra. Patricia Hernández de la Rosa
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesina titulada: “**Sistema de monitoreo de biodiversidad en predios bajo manejo forestal en el UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán, Puebla**” realizada por el alumno: **Alfredo Gámez Virués** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN
MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



DRA. PATRICIA HERNÁNDEZ DE LA ROSA

ASESOR



DR. VALENTÍN JOSÉ REYES HERNÁNDEZ

ASESOR



DR. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2019

SISTEMA DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD EN PREDIOS BAJO MANEJO FORESTAL EN LA UMAFOR CHIGNAHUAPAN – ZACATLÁN, PUEBLA

Alfredo Gámez Virués, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2019

RESUMEN

En la Unidad de Manejo Forestal Chignahuapan – Zacatlán, Puebla, la descoordinación entre organismos públicos, dueños de predios forestales y prestadores de servicios técnicos genera duplicidad de esfuerzos, ejemplo de ello es no contar con una metodología estandarizada para monitorear la biodiversidad en predios bajo manejo dando como resultado que la información generada en un estudio no pueda ser comparada con la de otro, lo que dificulta evaluar los impactos de dicha actividad en un predio, en un bosque o en el paisaje.

Por lo anterior, surge la propuesta del Método Transecto Punto (MTP) la cual, desde su origen, estuvo orientada a estandarizar y coordinar un procedimiento para el monitoreo de la biodiversidad que responda a las necesidades de los diversos grupos interesados en el manejo del territorio, teniendo presente que las prácticas que se realicen a nivel predial impactarán directamente en el ecosistema; con esta metodología y con la creación de la plataforma en línea Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles se pretende obtener información que permita evaluar las diferentes políticas públicas o iniciativas que confluyen en la región.

En este estudio se documenta el proceso de creación y validación de la metodología MTP, en el que intervinieron una gran cantidad de personas e instituciones siendo el resultado de un trabajo colaborativo.

Palabras clave: monitoreo de biodiversidad, manejo forestal, Método Transecto Punto, plataforma en línea, paisaje.

**BIODIVERSITY MONITORING SYSTEM IN FOREST MANAGEMENT AREAS
AT THE UMAFOR CHIGNAHUAPAN – ZACATLAN, PUEBLA**

Alfredo Gámez Virués, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2019

ABSTRACT

In the Chignahuapan Forest Management Unit – Zacatlán, Puebla, the lack of synergy among public organizations, forest landowners and technicians results in the duplication of efforts. For example, the lack of a standardized methodology for monitoring biodiversity on managed lands makes the comparison between sites challenging, which in turn, limits the assessment of management practices at different spatial scales. The *Point Transect Method* (MTP) has been suggested as a standardized and synergistic procedure for biodiversity monitoring. This method considers the needs of the various groups involved in the management of forests and acknowledges that practices at small spatial scales directly impact the ecosystem at the landscape level. Additionally, the creation of an on-line platform: *Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles*, has been proposed as a means of evaluating public policies and initiatives that are effective and converge in the study sites.

This study documents the process of creating and validating the *Point Transect Method* which is the collaborative result across a large group of people and institutions.

Key words: biodiversity monitoring, forest management, Point Transect Method, online platform, landscape scale.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados especialmente al Postgrado en Ciencias Forestales por la oportunidad de cursar los estudios.

A mi consejo particular:

Dra. Patricia Hernández de la Rosa por sus enseñanzas, paciencia y apoyo total, pero sobre todo por llevarme a pensar de una forma diferente ayudándome a ordenar y estructurar las ideas.

Dr. Valentín José Reyes Hernández, Dr. Alejandro Velázquez Martínez y Dr. José René Valdez Lazalde por la disposición, intereses y tiempo dedicado en este proceso.

A Jesús Hernández como principal impulsor de esta iniciativa a Daniel Espinoza, Giovany Tonatiuh y Dante Hernández por conformar el equipo de trabajo y por la amistad recibida.

A todos los ejidatarios, pequeños propietarios, prestadores de servicios técnicos forestales, organizaciones e instituciones que participaron en este proyecto.

A mi esposa, padres, familiares y amigos por todo el apoyo brindado.

A mis maestros y compañeros de la Maestría Tecnológica.

A la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por las facilidades para realizar los estudios.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general	3
1.1.1 Objetivos particulares.....	3
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Marco Legal.....	4
2.1.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	4
2.1.2 NOM-152-SEMARNAT-2006.....	4
2.1.3 NOM-061-SEMARNAT-1994.....	5
2.1.4 NOM-059-SEMARNAT-2010.....	5
2.1.5 Esquemas de certificación del manejo sustentable del bosque	6
2.1.5.1 Auditoría Técnica Preventiva.....	6
2.1.5.2 NMX-AA-143-SCFI-2015.....	6
2.1.5.3 Certificación Internacional Forest Stewardship Council (FSC).	7
2.2 Instrumentos complementarios	8
2.2.1 Áreas con Altos Valores de Conservación	8
2.2.2 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030	8
2.2.3 Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS) 2013-2018	9
2.2.4 El Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB)	10
2.3 La biodiversidad y el manejo forestal en Puebla	11
2.3.1 Biodiversidad.....	11

2.3.2 Producción forestal.....	14
2.3.3 Certificación forestal.....	15
2.3.4 El Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO)	16
2.3.5 Importancia del monitoreo de la biodiversidad en predios bajo manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Zona de Estudio	17
3.2 Origen de la Metodología Transecto Punto	18
3.2.1 Análisis del protocolo SAR-MOD.....	18
3.3 Validación de la propuesta metodológica.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Proceso de análisis del protocolo SAR-MOD	27
4.2 Aplicación en campo	32
4.3 Plataforma en línea para el acopio y análisis de la Información.....	33
4.4 Protocolo de monitoreo Método Transecto Punto (MTP)	43
4.5 Manual de monitoreo MTP	46
4.6 Talleres MTP y Para-Taxonomía.....	46
4.7 Aplicación del programa piloto	47
4.8 Reunión de presentación de resultados	51
4.9 Expectativas de seguimiento.....	63
5. CONCLUSIONES.....	64
6. BIBLIOGRAFÍA	66
7. ANEXOS	69
Anexo 1. Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal.....	69

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Riqueza vegetal de Puebla y en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.....	13
2.2	Autorizaciones vigentes de aprovechamiento forestal maderable en Puebla y en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.....	14
2.3	Predios con mayor superficie forestal en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.....	15
2.4	Predios bajo algún esquema de certificación en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.....	15
3.1	Origen de los 43 asistentes al curso del protocolo SAR-MOD en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla....	19
3.2	Distribución de bloques y fechas de realización de la prueba piloto de monitoreo en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	26
4.1	Esfuerzo de monitoreo realizado en el programa piloto Método Transecto Punto (MTP) realizado en la UMAFOR Chignahuapan Zacatlán.....	47
4.2	Número de personas involucradas en el programa piloto del Método Transecto Punto (MTP) en la UMAFOR Chignahuapan Zacatlán.....	47
4.3	Diversidad de especies encontradas en los estudios regionales de flora y fauna y el programa piloto	48
4.4	Etapas del proceso de generación y validación de la metodología MTP en la cual participaron los despachos de PSTF de la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	52
4.5	Perfil profesional de los asistentes que respondieron la evaluación de percepción del MTP.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México.....	10
2.2	Diversidad de especies animales registradas en el estado de Puebla.....	12
2.3	Riqueza de especies de fauna en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.....	13
3.1	Ubicación de la UMAFOR Chignahuapan –Zacatlán.....	17
3.2	Ubicación de los predios en los que se realizó de forma voluntaria el protocolo SAR-MOD dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	21
3.4	Criterios de elección de los sitios a monitorear en el programa piloto (MTP) dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	25
3.5	Condiciones de selección de los sitios a monitorear en el programa piloto MTP dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	25
4.1	Propuesta de análisis de los resultados del monitoreo en el predio Agua Zarca y Ejido Eloxochitlán dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.....	32
4.2	Captura de datos en la plataforma de Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles (MIPPS)...	33
4.3	Selección de visualización de datos de una línea de Monitoreo MTP, ejemplo práctico Ejido Llano Grande.....	34
4.4	Cálculo de índices en la plataforma, ejemplo práctico ejido Llano Grande.....	35
4.5	Atributos ecológicos, información generada en la plataforma para la línea de monitoreo seleccionada.....	36

4.6	Reporte generado de una línea de monitoreo MTP en la plataforma referente especies señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	36
4.7	Selección de visualización de datos acumulados en una unidad de paisaje.....	37
4.8	Cálculo de índices en la plataforma, ejemplo unidad de paisaje 364 dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	38
4.9	Atributos Ecológicos para de la unidad de paisaje seleccionada.....	39
4.10	Atributos Ecológicos para arbustos en la unidad de paisaje seleccionada.....	39
4.11	Reporte generado para una unidad de paisaje en la plataforma referente a especies señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	40
4.12	Mapa del uso actual del suelo derivado de un proceso de fragmentación ambiental de la unidad de paisaje 364 en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.	42
4.13	Mapa de Infraestructura de la unidad de paisaje 364 en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla	43
4.14	Aspecto de la masa forestal de la unidad de paisaje 364 vista desde el ejido Rinconada municipio de Chignahuapan, Puebla	51
4.15	Utilidad de los datos tomados en campo al momento de elaborar un programa de manejo forestal.....	54
4.16	Principales limitantes para la aplicación del MTP en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.....	55
4.17	Limitantes económicas más importantes para la aplicación el MTP.....	56
4.18	Limitantes de capital humano más importantes para la aplicación el MTP.....	57

4.19	Autorizaciones o certificaciones que pudieran facilitarse con la aplicación del MTP.....	59
4.20	Grado de satisfacción referente al proceso desde la generación hasta la implementación del programa piloto de la metodología.....	61
4.21	Grado de satisfacción referente a la calidad de la información obtenida a nivel predial	61
4.22	Grado de satisfacción referente a la calidad de la información obtenida a nivel regional	62

ANEXOS

Anexo		Página
Anexo 1	Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal	69
Anexo 2	Manual Básico para el monitoreo articulado de la Biodiversidad (MTP) Sector Forestal	100
Anexo 3	Encuesta de percepción para el monitoreo de la biodiversidad en predios bajo manejo forestal	167
Anexo 4	Estimación de costos y propuesta de mejora al MTP	170

1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2013, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) promueve políticas públicas como la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS), siendo uno de sus objetivos impulsar la ordenación forestal aplicando técnicas silvícolas que permitan aprovechar al máximo la productividad de los bosques, empleando prácticas para la conservación de la biodiversidad (CONAFOR, 2013).

En su versión más reciente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada el 5 de junio de 2018 en el Diario Oficial de la Federación, menciona que uno de sus objetivos es proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales mediante el manejo integral del territorio; así como fomentar actividades que protejan la biodiversidad de los bosques productivos. También, busca establecer criterios e indicadores para el manejo forestal sustentable bajo un enfoque ecosistémico, así como fortalecer la contribución de la actividad forestal a la conservación del medio ambiente y la preservación del equilibrio ecológico.

No sólo la LGDFS y la ENAIPROS manifiestan la necesidad de conservar la biodiversidad, existen también Normas Oficiales Mexicanas (NOM-152-SEMARNAT-2006 y NOM-061-SEMARNAT-1994) y estándares para la certificación del manejo forestal tanto a nivel nacional como internacional; aunado a lo anterior, el país cuenta con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y el Sistema Nacional de Monitoreo de Biodiversidad (SNMB) que buscan emprender acciones de monitoreo coordinado que permitan saber, entre otras cosas, cuál es la integridad de los ecosistemas en México.

Ante tales marcos de actuación, los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales (PSTF) juegan un papel fundamental, ya que son los responsables de elaborar los Programas de Manejo Forestal y ejecutarlos en apego a la normativa vigente; sin embargo, ninguno de los documentos legales antes descritos establece una metodología específica para corroborar que el manejo forestal cumplió con dichos objetivos, particularmente el que se refiere a asegurar la conservación de la biodiversidad.

Teniendo como base la metodología del Sistema Nacional de la Biodiversidad (SNMB), desde el año 2016, las organizaciones no gubernamentales enfocadas a la protección de especies prioritarias (animales y vegetales) en el estado de Puebla, con el respaldo de la delegación federal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la gerencia estatal de la CONAFOR, han impulsado la iniciativa de implementar un sistema coordinado de monitoreo de biodiversidad en predios bajo manejo forestal, unificando métodos de muestreo para generar información en tres niveles (predio, ecosistema y paisaje). El objetivo de dicha iniciativa es que los datos obtenidos sean comparables entre sí y puedan vincularse a bases de datos nacionales existentes, como pueden ser las del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), o del SNMB, para que con esto se facilite su análisis. Esta iniciativa fue denominada Método Transecto Punto (MTP).

El MTP busca establecer la relación entre el manejo forestal y la biodiversidad en una región específica, y con esto determinar si el método de manejo y el sistema silvícola aplicados están cumpliendo con los objetivos de la LGDFS y los demás instrumentos normativos, esto es, proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales y bosques productivos.

Este trabajo tiene como objetivo documentar el proceso de generación y validación del MTP en la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) Chignahuapan - Zacatlán ubicada en el estado de Puebla, considerada a nivel estatal como la región que presenta el mayor desarrollo de la actividad forestal.

1.1 Objetivo general

Documentar el proceso de generación, aplicación y validación del Método Transecto Punto como una metodología estandarizada para el monitoreo de biodiversidad en predios bajo manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán.

1.1.1 Objetivos particulares

1. Documentar el proceso que dio origen a la Metodología Transecto Punto y determinar si esta metodología es aplicable en predios bajo manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán.
2. Validar la implementación de la propuesta metodológica por parte de los prestadores de servicios técnicos forestales.

2. ANTECEDENTES

2.1 Marco Legal

2.1.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada el 5 de junio de 2018 en el Diario Oficial de la Federación, tiene por objetivo regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Se destacan los objetivos de promover la provisión de bienes y servicios ambientales, así como proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales mediante el manejo integral del territorio; así como fomentar actividades que protejan la biodiversidad de los bosques productivos con prácticas silvícolas sustentables, estableciendo medidas para la identificación, conservación, manejo y evaluación de atributos de alto valor de conservación. Uno de sus objetivos específicos es establecer criterios e indicadores para el manejo forestal sustentable bajo un enfoque ecosistémico, así como fortalecer la contribución de la actividad forestal a la conservación del medio ambiente y la preservación del equilibrio ecológico (Diario Oficial de la Federación, 2018).

En su artículo 32 la LGDFS señala que la política forestal debe orientarse hacia el mejoramiento ambiental del territorio nacional a través del manejo forestal sustentable, para que contribuyan al mantenimiento del capital natural y la biodiversidad (Diario Oficial de la Federación, 2018).

2.1.2 NOM-152-SEMARNAT-2006

Establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.

Uno de sus objetivos específicos es mitigar los impactos ambientales ocasionados por el aprovechamiento y proteger las especies de flora y fauna silvestre, procurando en todo momento mantener la calidad existente de las mismas. El apartado 5.2.6.5 indica que el programa de manejo debe describir los tipos y estructura de la vegetación, así como especies dominantes de flora y fauna silvestres (Diario Oficial de la Federación, 2008).

2.1.3 NOM-061-SEMARNAT-1994

Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. Indica que en los casos que se deba presentar una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, ésta deberá ser complementada con información acerca de los requerimientos específicos de hábitat, programa de monitoreo de poblaciones, la forma de uso de los ecosistemas por parte de la fauna presente y los requerimientos especiales y de hábitat para la reproducción, alimentación y cobertura.

En el inciso 4.5 se hace hincapié en la conservación de la composición de especies de las comunidades vegetales, así como de su estructura vertical y horizontal (Diario Oficial de la Federación, 2003).

2.1.4 NOM-059-SEMARNAT-2010

Norma para la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, en la cual se establecen distintas categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo

para las especies o poblaciones y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional (Diario Oficial de la Federación, 2010).

En la elaboración de los programas de manejo forestal, esta norma establece que se deberá incluir un tratamiento especial para conservar las especies de flora y fauna reportadas en el predio en el cual se planea realizar algún aprovechamiento, y que se encuentren incluidas en la NOM-059.

2.1.5 Esquemas de certificación del manejo sustentable del bosque

La LGDFS en el Capítulo IV, Artículo 108 señala que la Comisión (CONAFOR) impulsará y promoverá la Certificación del adecuado manejo forestal (Diario Oficial de la Federación, 2018). Así, en el país existen tres instrumentos de certificación del manejo sustentable de bosques, los cuales se describen de manera breve a continuación.

2.1.5.1 Auditoría Técnica Preventiva

De acuerdo al Artículo 109 de la LGDFS las ATP tendrán por objeto la promoción e inducción al cumplimiento de las disposiciones legales forestales y ambientales de los programas de manejo (Diario Oficial de la Federación, 2018).

La ATP es una evaluación voluntaria en la cual se pueden emitir recomendaciones sobre las medidas preventivas o correctivas necesarias para realizar un adecuado manejo forestal sustentable.

2.1.5.2 NMX-AA-143-SCFI-2015

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones y los requisitos mínimos para obtener la certificación de manejo sustentable de bosque, es aplicable en el territorio nacional a predios forestales interesados en el manejo sustentable (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La Norma está compuesta por nueve Principios y Requisitos. El Principio ocho indica que en el predio forestal se deben realizar acciones de monitoreo y evaluación de los impactos a la vegetación, fauna, calidad del agua y el suelo, a fin de asegurar que las

actividades forestales que se llevan a cabo son debidamente aplicadas, promueven la recuperación del recurso aprovechado y no provocan deterioro ambiental (Diario Oficial de la Federación, 2015).

2.1.5.3 Certificación Internacional Forest Stewardship Council (FSC).

Los estándares de manejo forestal del FSC se generan a escala internacional y, posteriormente, se adaptan al marco jurídico, social y geográfico individual de cada país por medio de los estándares nacionales.

Los estándares mexicanos para la certificación del manejo forestal FSC están compuestos por 10 principios, al igual que en la *NMX-AA-143-SCFI-2015*, el Principio ocho señala que se deberán de monitorear las actividades del manejo forestal para determinar su grado de cumplimiento en relación a los estándares de FSC y a la normativa nacional aplicable.

En el principio 8.2 inciso C se indica que el Manejo Forestal debe incluir la investigación y la recolección de datos necesarios para monitorear la composición y los cambios observados en flora y fauna.

Por otra parte, el principio 9.1.1 menciona que la operación de manejo forestal realizará una evaluación para identificar Atributos de Alto Valor de Conservación (AVC) dentro de la unidad de manejo forestal. Dicha evaluación incluye como mínimo, consulta de estudios de flora y fauna o listado de especies en algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT, y cotejo con las especies presentes en el predio (Forest Stewardship Council, 2009).

2.2 Instrumentos complementarios

2.2.1 Áreas con Altos Valores de Conservación

Uno de los principios para asegurar el manejo forestal responsable es la identificación de sitios, áreas y categorías de Alto Valor de Conservación (AVC) en los bosques bajo manejo. Los AVC son los componentes de los ecosistemas forestales cuya conservación es relevante según criterios ecológicos, culturales o económicos, teniendo las siguientes seis categorías AVC 1. Diversidad de especies, AVC 2. Ecosistemas y mosaicos de paisajes, AVC 3. Ecosistemas, hábitas o refugios raros, AVC 4. Servicios ecosistémicos, AVC 5. Sitios y recursos fundamentales para satisfacer las necesidades de las comunidades y AVC 6. Sitios significativos por valores culturales (Cortés *et al.*, 2014).

Dado que la evaluación de AVC se hace a una escala de sitio (por ejemplo, una pequeña propiedad, ejido o comunidad), es importante la consulta con las partes interesadas durante todo el proceso, y puede también incluir opiniones de expertos, organizaciones no gubernamentales y población local (Brown *et al.*, 2013)

2.2.2 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030

Se constituye como un instrumento articulador cuya misión es establecer las bases para impulsar, orientar, coordinar y armonizar los esfuerzos de gobierno y sociedad para la conservación, el uso sustentable, el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de los componentes de la diversidad biológica y su integración en las prioridades sectoriales del país. En sus líneas de acción 2 y 4 se señala que deberán establecerse sistemas de monitoreo permanentes a largo plazo para identificar dinámicas, pérdida y deterioro de hábitat en ecosistemas que permitan el desarrollo de indicadores de integridad ecológica. Resalta la necesidad de desarrollar sistemas de monitoreo comunitario con la participación equitativa de la comunidad dotándoles de tecnologías y herramientas adecuadas (CONABIO, 2016a).

2.2.3 Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS) 2013-2018

Su objetivo principal fue promover el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales a través de la organización y fortalecimiento de los productores, la aplicación de técnicas silvícolas apropiadas y estrategias de modernización, financiamiento y comercialización que permitieran incrementar la producción, conservar la biodiversidad y mejorar las condiciones de vida de los dueños y poseedores de los recursos y de la población de las regiones forestales productoras del país (CONAFOR, 2013).

Para asegurar la efectividad de las acciones de la ENAIPROS, se delimitaron inicialmente 17 Zonas de Reactivación de la Producción y Productividad Forestal, en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero y Oaxaca. Para el caso específico de Puebla se incluyen dos regiones que son las UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán y la de Teziutlán.

Si bien la estrategia se conforma por cinco componentes, en particular el segundo apartado "Silvicultura y Manejo Forestal", busca impulsar la ordenación forestal aplicando técnicas silvícolas que permitan aprovechar al máximo la productividad de los bosques, mediante prácticas para la conservación de la biodiversidad (CONAFOR, 2013).

De acuerdo con la ENAIPROS, las mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad se diseñaron en tres niveles (Figura 2.1): 1) de paisaje, que está integrado por seis prácticas de manejo que permiten la conectividad de hábitats así como el intercambio de individuos entre poblaciones como resultado de la diversidad estructural de los rodales; 2) a nivel de rodal, con cinco prácticas que manejan la estructura forestal de los bosques por estar relacionada con el hábitat de muchas especies de plantas y animales, y; 3) a nivel de sitio, con tres prácticas específicas para manejar especies o hábitats (Vargas, 2015).

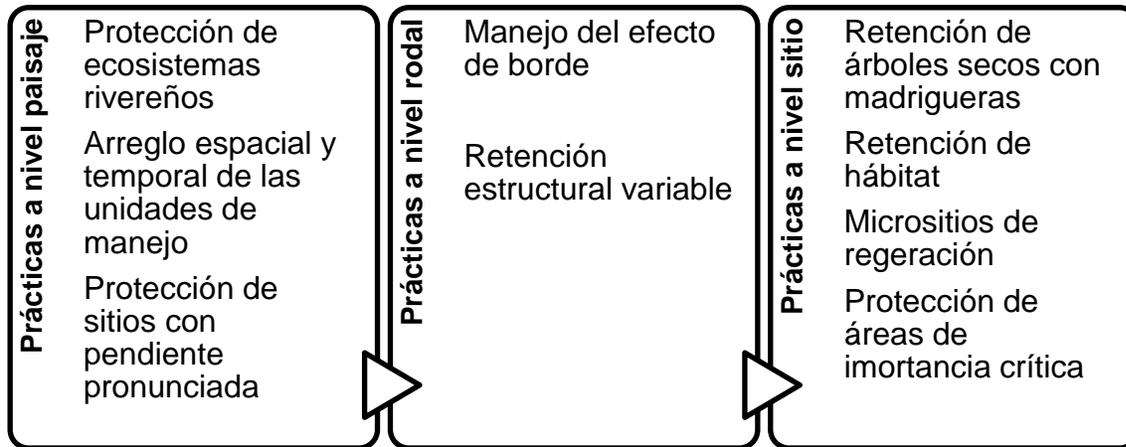


Figura 2.1 Prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad de la región centro de México (Barrón, 2016).

2.2.4 El Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB)

Es un sistema de adquisición de datos para informar el grado de Integridad Ecosistémica (IE). El SNMB incorpora la medición de variables asociadas a tres atributos de organización de los ecosistemas, composición, estructura y función, para la estimación de su condición en un momento y lugar dados, mediante la información colectada a través del INFyS a cargo de la CONAFOR, así como el monitoreo realizado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) dentro de las áreas bajo su jurisdicción (García y Schmidt, 2016).

El SNMB está basado en dos protocolos complementarios para el levantamiento de información, un Sistema de Amplia Cobertura para el Monitoreo de la Diversidad (SAC-MOD) y un Sistema de Alta Resolución para el Monitoreo de la Diversidad (SAR-MOD), los cuales capturan la estructura y representatividad de la biodiversidad del país.

La implementación del SAC-MOD, está a cargo de la CONAFOR, que es la institución enfocada en cumplir con los objetivos del Programa de Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones de Carbono causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques (REDD+). Desde 2004, la CONAFOR realiza un inventario nacional forestal y de suelos (INFyS), que abarca 625 variables de vegetación y suelo que se colectan en

26, 220 sitios del país en ciclos de cinco años. El SAC-MOD tiene un carácter nacional y colecta información de fauna silvestre en cada sitio de muestreo durante un periodo de 24 horas, una vez al año. Además, incluye información sobre especies invasoras de flora y fauna presentes en el país (CONABIO, 2016b).

El SAR-MOD, es coordinado por la CONANP y, al momento, se instrumenta en 35 de las 177 áreas naturales protegidas de México. Es muy similar al sistema de amplia cobertura, pues incluye los mismos métodos para el registro de fauna. La diferencia está en que el SAR-MOD contempla el conteo de aves y métodos más complejos para el registro de variables de vegetación y suelo. Además, se aplica durante periodos de 15 días, dos veces al año, brindando información más detallada de lo que ocurre con la biodiversidad en cada sitio de muestreo. Esto lo define como un sistema de alta resolución (CONABIO, 2016b).

La CONABIO manifiesta que es necesario expandir la alianza entre organizaciones gubernamentales y civiles, certificar al personal encargado del monitoreo para el levantamiento de información fiable y reemplazar el equipo e instrumentos de medición obsoletos, entre otras acciones. A medida que la tarea del monitoreo de la diversidad biológica se consolide gracias a la cooperación entre gobierno y sociedad, las posibilidades de resguardar la riqueza ecológica del país se seguirán multiplicando (CONABIO, 2016b).

2.3 La biodiversidad y el manejo forestal en Puebla

2.3.1 Biodiversidad

La topografía del estado ha permitido que exista un gran mosaico de ecosistemas y en consecuencia, un gran número de especies. En la entidad se ha registrado un total de 6,114 especies, de las cuales 4,514 son vegetales, 1,274 son animales, 131 hongos, 165 protistas y 30 bacterias (Figura 2.2) (CONABIO, 2011).

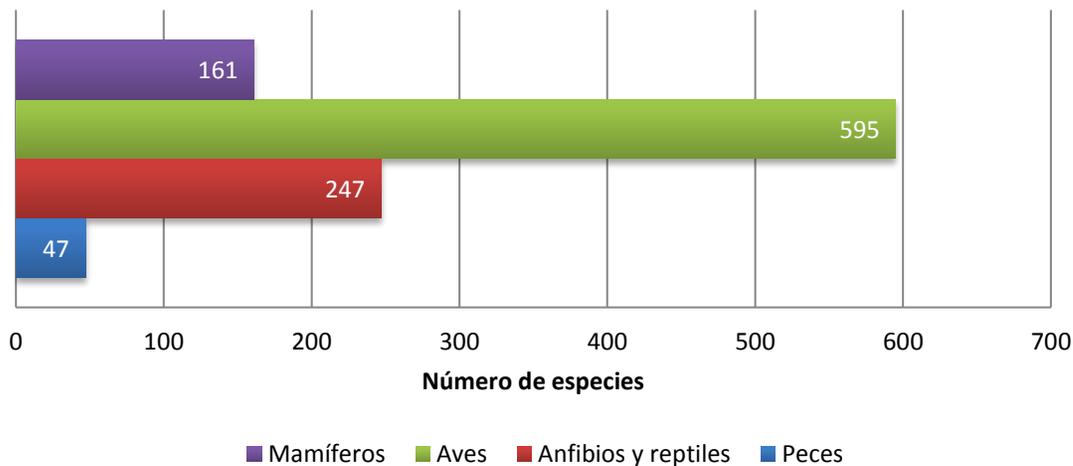


Figura 2.2 Diversidad de especies animales registradas en el estado de Puebla (CONABIO, 2011).

A nivel nacional, el estado ocupa el duodécimo lugar en diversidad de plantas. Los tipos de vegetación se distribuyen en tres grupos: bosques, selvas y matorrales; el resto se agrupa en vegetación inducida, hidrófila y en las grandes zonas agrícolas que cubren el resto del estado. En orden de importancia los tipos de vegetación más representativos son: el bosque de coníferas que ocupa una superficie de 327,428.83 ha, el bosque de encino con 165,216.79 ha, el matorral, 278,724.5 ha y la selva perennifolia con 50,131 ha (CONABIO, 2011).

El bosque de coníferas se encuentra principalmente en la Sierra Norte de Puebla y abarca aproximadamente 9.7% de la superficie del estado. El bosque de encino que abarca 4.89% del territorio, se distribuye a lo largo de la franja climática norte-sur, en las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental, el Eje Neovolcánico, en pequeñas laderas y lomeríos de la Sierra Madre Sur. El bosque mesófilo de montaña ocupa el 2.9% de la superficie y se encuentra principalmente en la sierra volcánica del Pico de Orizaba y en las laderas orientales de la Sierra Mazateca (CONABIO, 2011).

El “Estudio florístico de la cuenca de abasto de la región Chignahuapan – Zacatlán” (Guizar, 2016) reporta un total de 462 especies de plantas (Cuadro 2.1). Las Angiospermas son el grupo más abundante con el 91% del total de las especies reportadas en el estudio (352 especies de dicotiledóneas y 70 especies de

monocotiledóneas), las Pteridophytas 6% (26 especies), mientras que de las Gimnospermas únicamente 3% (14 especies).

Cuadro 2.1 Riqueza vegetal de Puebla y en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán.

Grupo	Clasificación	Especies en Puebla	UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán
Bryophytas		88	*
Pteridophytas		288	26
Angiospermas	Dicotiledoneas	3,372	352
	Monocotiledoneas	731	70
Gimnospermas		35	14
T O T A L		4,514	462

* Las briofitas no fueron consideradas en el estudio florístico de la cuenca de abasto de la región Chignahuapan – Zacatlán

De acuerdo con el Wild Forest Consulting S.C. (2017) en el estudio regional de fauna de la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán se reporta la riqueza de especies indicada en la Figura 2.3.

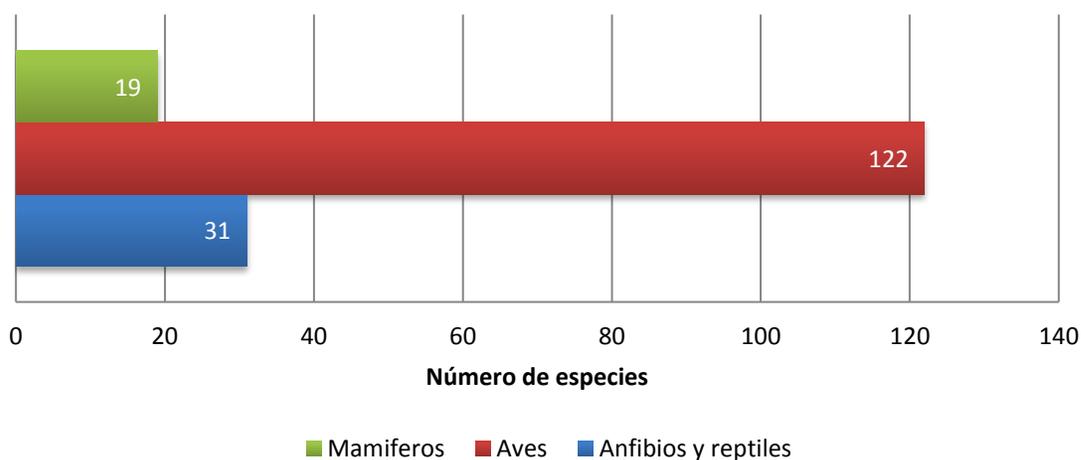


Figura 2.3 Riqueza de especies de fauna en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán (Wild Forest Consulting, 2017)

2.3.2 Producción forestal

De acuerdo con el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016, en el estado de Puebla el volumen aprovechado fue de 291,738 m³r (4.34% del total nacional) con un valor de \$277, 831,960 M.N.; en ese mismo año, Puebla fue la entidad con mayor número de autorizaciones maderables con 234 (SEMARNAT, 2016a). En cuanto a industrias, en 2015 ocupó el cuarto lugar a nivel nacional concentrando el 11.2% en capacidad instalada con 443 industrias registradas y con una posibilidad de procesar 2, 557,527 m³r de la cual sólo se utilizó el 27% (691,217 m³r) de su potencial (SEMARNAT, 2016b).

Del total de la producción maderable en el estado, en el año 2016, los principales productos forestales fueron: escuadría con 242,867 m³r, de postes, pilotes y morillo un total de 600 m³r, de leña 47, 707 m³r, y de carbón 564 m³r (SEMARNAT, 2016a).

Actualmente, existen 1,368 autorizaciones vigentes de aprovechamiento forestal maderable (Cuadro 2.2). La UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán es la región del estado con mayor número de autorizaciones vigentes de aprovechamiento forestal maderable con un total de 831 destacando el Ejido Llano Grande (Cuadro 2.3) siendo el predio con mayor superficie forestal y volumen autorizado (SEMARNAT delegación Puebla, 2017).

Cuadro 2.2 Autorizaciones vigentes de aprovechamiento forestal maderable en Puebla en la UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán (SEMARNAT delegación Puebla, 2017)

	A nivel estatal	UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán
Autorizaciones vigentes	1,368	831
Superficie bajo manejo forestal	75,581.19 ha	32,471 ha
Volumen autorizado	3,929,965.43 m ³ r	2,184,876 m ³ r

Cuadro 2.3 Predios con mayor superficie forestal en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán (SEMARNAT delegación Puebla, 2017).

Predio	Superficie bajo manejo forestal (ha)	Volumen autorizado (m ³ r)
Ejido Llano Grande	1,505.95	192,586.53
Ejido San Antonio Matlahuacales	944.11	115,443.42
Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo	903.6500	35,272.440
Ejido Piedra Ancha Segunda Ampliación	831.5660	66,234.241
Ejido Cruz de Ocote	825.07	55,284.15

2.3.3 Certificación forestal

Una característica más de la región es que cuenta con 50 predios bajo algún esquema de certificación nacional o internacional (Cuadro 2.4), equivalente al 3.65% del total de predios con programa de manejo forestal vigente en el estado.

Cuadro 2.4 Predios bajo algún esquema de certificación en la UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán (CONAFOR, 2019).

Tipo de Certificación	No. de predios	Superficie ha	% respecto a la superficie con autorización de manejo forestal a nivel estatal
Auditoría Técnica Preventiva	21	7,053.66	9.33
Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008	15	5,003.52	6.62
Certificación Internacional FSC	14	10,659.80	14.1
T O T A L	50	22,716.98	30.05 %

2.3.4 El Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO)

Este corredor comprende más de cuatro millones de hectáreas en 273 municipios entre los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz; se caracteriza por mantener un capital natural, social, cultural e histórico sobresaliente y donde resulta necesario promover el desarrollo económico local y regional sustentable y con ello, contribuir a conservar los ecosistemas de dicha región, emprendiendo acciones de conservación de la biodiversidad, uso de los recursos naturales, desarrollo económico local y la identidad. Los municipios contemplados en la Sierra Norte del estado de Puebla son Chignahuapan, Zacatlán, Huauchinango, Xicotepec, Zihuateutla e Ixtacamatlán (CONANP, 2013).

2.3.5 Importancia del monitoreo de la biodiversidad en predios bajo manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán

Existen marcos regulatorios que estipulan que uno de los objetivos del manejo forestal debe ser la conservación de la biodiversidad. En la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán, convergen diversas iniciativas encaminadas a intensificar el manejo silvícola, es decir, a aumentar los volúmenes de corta con la salvaguarda de la preservación de la flora y fauna presente en los bosques bajo manejo. Se han publicado manuales de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad, se han establecido esquemas de apoyo económico para su implementación y se han realizado estudios regionales de flora y fauna; sin embargo, al menos en la práctica, no se cuenta con un sistema de medición que permita relacionar el impacto del manejo forestal sobre la biodiversidad por lo cual no se puede concluir si con las prácticas y métodos silvícolas aplicados en la UMAFOR se está contribuyendo a preservarla.

Ante esta problemática, surgió la propuesta de implementar un sistema de monitoreo unificado y coordinado que genere datos útiles para la toma de decisiones, tanto para los PSTF, los dueños de terrenos forestales, como para las instituciones públicas y privadas involucradas en el compromiso de un manejo sustentable de los recursos naturales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de Estudio

La UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán forma parte de la región denominada Sierra Norte de Puebla, se localiza entre los paralelos $20^{\circ} 07' 06''$ y $19^{\circ} 44' 18''$ de latitud norte y entre los meridianos $97^{\circ} 57' 18''$ y $97^{\circ} 38' 42''$ de longitud oeste; está integrada por los municipios de Chignahuapan, Ahuazotepec, Aquixtla, Ixtacamaxtitlán, Tetela de Ocampo, Huauchinango y Zacatlán que cubren una extensión de $260,556 \text{ km}^2$ ($26,055.6 \text{ ha}$) equivalentes al 7.6% de la superficie total del estado de Puebla (CONAFOR, 2014). Sus colindancias son: al norte con los municipios de Juan Galindo, Chiconcuautla, Tlapacoya, San Felipe Tepatlán y Hermenegildo Galeana, al sur con el municipio de Libres y con el estado de Tlaxcala, al este con los municipios de Ocoatepec, Zautla, Xochiapulco, Huitzilán de Serdán, Hueytlalpan y Olintla, y al oeste con el estado de Hidalgo.

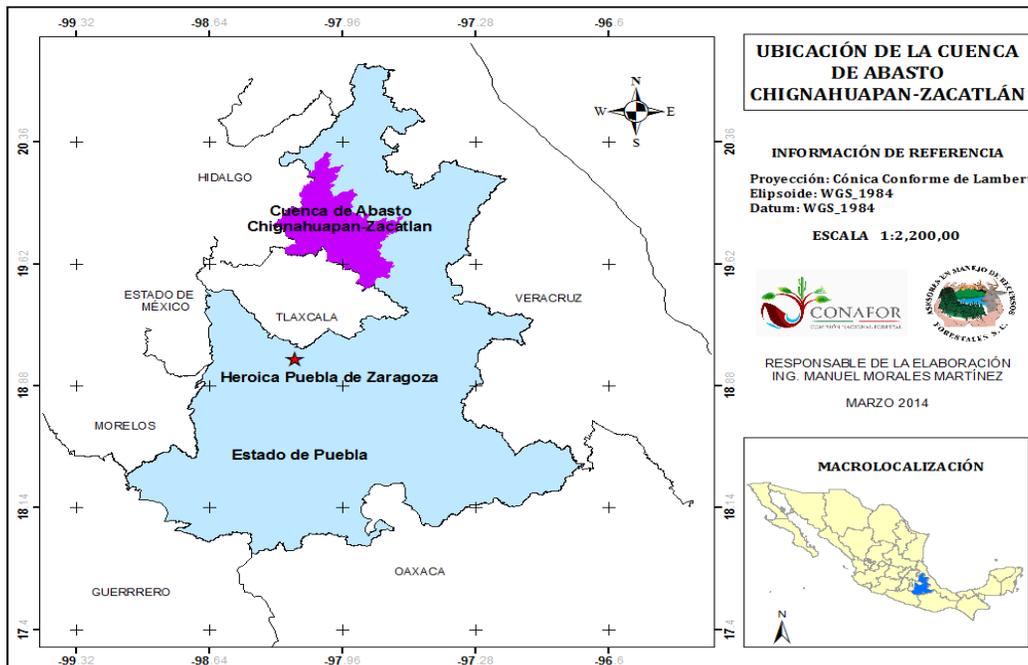


Figura 3.1. Ubicación de la UMAFOR Chignahuapan - Zacatlán. Fuente: CONAFOR, 2014.

3.2 Origen de la Metodología Transecto Punto

Para documentar el procedimiento que dio origen a la Metodología Transecto Punto, y determinar si ésta es aplicable en predios bajo manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan Zacatlán, se realizó el siguiente procedimiento:

3.2.1 Análisis del protocolo SAR-MOD

1. Integración de un equipo de trabajo, el cual estuvo conformado por personal de la Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en Puebla, personal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y miembros de organizaciones no gubernamentales como Azul y Verde, Biología Integral S.C. y Wild Forest Consulting S.C.
2. Selección de la metodología: el grupo de trabajo propuso utilizar el protocolo del SAR-MOD descrito en el manual “Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad: monitoreo de la degradación y cambios en la diversidad biológica” (García y Schmidt, 2016). Dicho protocolo se utilizó debido a que: a) es una metodología estandarizada de aplicación nacional, b) los datos a obtener pueden ser comparados con los del SNMB y c) sumar esfuerzos con los monitoreos que periódicamente se realizan para el SNMB.
3. Análisis del protocolo SAR-MOD: se realizó una convocatoria a integrantes de los principales sectores que tienen injerencia en el manejo forestal en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán; tal fue el caso de asesores técnicos certificados e inscritos en el listado del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), representantes de núcleos agrarios, instituciones educativas, organizaciones de la sociedad civil e instituciones de gobierno tanto estatales como federales.
4. Capacitación: se planteó desarrollar un curso para dar a conocer el protocolo SAR-MOD, los facilitadores fueron el Dr. Jesús Hernández Castán (SEMARNAT) y la Biól. Bárbara Cano (Azul y Verde; Biología Integral A.C.), responsables de aplicar el sistema de monitoreo en el Área Natural Protegida (ANP) “Rio Necaxa”. El curso se realizó en el

mes de agosto de 2017 con una duración de 5 días (2 días de teoría y 3 de práctica); se contó con la participación de 43 asistentes representando a diversos sectores involucrados en el manejo forestal en la UMAFOR (Cuadro 3.1).

La capacitación abordó desde conceptos básicos de monitoreo de biodiversidad, hasta la aplicación del protocolo SAR – MOD, con el objetivo de vincular la metodología y los resultados que se generan con el trabajo cotidiano del PSTF y del dueño del bosque. Los asistentes practicaron en campo cada una de las fases de toma de datos y en gabinete la forma correcta de ingresar los datos al sistema de captura en línea de la CONABIO.

Cuadro 3.1 Origen de los 43 asistentes al curso del protocolo SAR-MOD en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Prestadores de Servicios Técnicos Forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Consultoría en Agroforestería y Desarrollo Rural S.C. • Silvicultura y manejo de Recursos Naturales S. de P.R. de R.L. • Unión de Ejidos de Producción, Explotación, Comercialización, Industrialización Agropecuaria y Forestal de la Sierra Norte 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesores en Manejo de Recursos Forestales S.C. • Silvícola Ocote Real S.C. de R.L. de C.V. • ISO BCO Ambiental
Ejidos	<ul style="list-style-type: none"> • San Antonio Matlahuacales • Atexca • Almeya • Jicolapa • El Manantial 	<ul style="list-style-type: none"> • Tulimán • Río Blanco • Ávila Camacho • Atotonilco • Coayuca
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla (ITSSNP) • Gobierno del Estado de Puebla 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAFOR • PROFEPA
Organizaciones de la Sociedad Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Unión de Ejidos de Producción, Explotación, Comercialización, Industrialización Agropecuaria y Forestal de la Sierra Norte • Asociación Regional de Silvicultores de Teziutlán 	<ul style="list-style-type: none"> • Agencia de Cooperación para el Desarrollo (GIZ) • Reserva Forestal Multifuncional el Manantial

5. Mesas de trabajo: con el total de 43 personas capacitadas en el protocolo SAR - MOD, se realizaron 4 mesas de trabajo, asegurándose de tener representación de cada uno de los sectores descritos. La metodología empleada fue la denominada “recolección de sugerencias en un carrusel” (Ramsar, 2017), la cual consta de un grupo de personas que contribuyen en forma simultánea e interactiva a una serie de preguntas, ayuda a dividir a un grupo en pequeñas unidades, maximiza la participación permitiendo a todos expresar su opinión, contribuyendo así con eficacia en todos los temas bajo discusión. Esta metodología está diseñada para registrar la totalidad de las opiniones de los participantes.

Las preguntas planteadas fueron las siguientes:

- I. ¿Por qué es importante para mí monitorear la biodiversidad?
- II. Desde tu experiencia ¿cómo pueden enriquecerse los datos a monitorear?
- III. ¿Qué otras decisiones me ayudará a tomar SAR-MOD?
- IV. ¿De qué manera pudieras hacer operativo el SAR-MOD a nivel regional?
- V. ¿De qué manera pudieras hacer operativo el SAR-MOD a nivel predio?
- VI. ¿Qué beneficio encuentras al aplicar SAR-MOD en tu cotidianidad?
- VII. ¿Consideras importante conformar un grupo de seguimiento para la aplicación del SAR-MOD en la región?

6. Aplicación en campo: al finalizar el curso se convocó para que los asistentes realizaran, en forma voluntaria, al menos un monitoreo bajo la metodología de SAR-MOD; dos despachos de asesoría técnica forestal decidieron colaborar, uno en el predio denominado Agua Zarca y el otro en el ejido Eloxochitlán, ambos del municipio de Zacatlán (Figura 3.2). Debido a que los predios propuestos no coincidían con los puntos

de la malla del SNMB la elección del sitio a monitorear quedó a criterio del PSTF siendo esta la única adecuación al SAR-MOD



Figura 3.2. Ubicación de los predios en los que se realizó de forma voluntaria el protocolo SAR-MOD, dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla (Elaboración propia).

7. Recopilación y análisis de los resultados obtenidos: con la información generada en las mesas de trabajo descritas en el punto 5 y con los resultados de la aplicación del

monitoreo en los dos predios, el grupo encontró que la metodología del SAR-MOD puede generar información a nivel regional pero no a nivel predial. Por lo anterior, la metodología debería ser adaptada a las necesidades locales incluyendo las propuestas de mejora para responder a las necesidades de información, principalmente requerida por los PSTF, sin que esto significara descartarla por completo o generar una nueva. Por lo anterior, una de las decisiones que se tomó fue que la propuesta de adaptación metodológica debería estar conformada por dos elementos, uno a escala predial y otro a escala regional.

Se realizó una revisión bibliográfica para determinar cuáles serían las mejores opciones de métodos de monitoreo para ser incluidos en la propuesta a escala predial, con el objetivo de incorporar variantes que fuesen útiles para los PSTF y que no estuviesen consideradas en el SAR-MOD, como por ejemplo, incluir grupos de anfibios, reptiles, o índices de diversidad como el de Shannon o Gadow. La elección de estos índices se da en respuesta al interés de los propios PSTF sin que esto signifique que sean los más adecuados, ya que son los que conocen y por lo tanto son los que quieren obtener, el mismo caso ocurre con el personal de la SEMARNAT que en el estado se encarga de la revisión de los programas de manejo forestal. Sin embargo, es posible calcular más índices los cuales se enuncian en el apartado de “*Metodología*” de los lineamientos (Anexo 1) que se describen en el siguiente inciso.

8. Generación de lineamientos para monitoreo de biodiversidad: resultado del proceso antes descrito, el grupo de trabajo elaboró los “Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal”, (Anexo 1), los cuales fueron sometidos a la validación del Consejo Estatal Forestal en la sesión ordinaria del 15 de marzo del 2018, siendo aprobados por unanimidad. Es importante resaltar que los acrónimos MTP y SMC no se derivan directamente del título “Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad” lo cual ha generado confusión en sus lectores, por lo anterior, el título del documento deberá ser corregido en sesión del Comité Estatal Forestal.

Los lineamientos tienen por objetivo generar información que permita conocer la riqueza y dinámica de la flora y fauna en un predio bajo manejo forestal y propone la

implementación de dos protocolos, uno es el denominado Método Transecto Punto (MTP) el cual generaría información a nivel predial y el otro denominado Sistema de Monitoreo Coordinado (SMC) con el cual se pretende proporcionar información a nivel paisaje; el SMC se aplica en estricto apego al manual del SAR-MOD. Es importante mencionar que se optó por elegir el nombre de Sistema de Monitoreo Coordinado y no el de SAR-MOD ya que se espera que esta metodología, en un futuro, pueda ser aplicada a la par con otros sistemas a escala de paisaje ya existentes o por desarrollarse como puede ser el Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad o BIOCOMUNI, el cual se enfoca únicamente a predios inscritos en el programa de pago por servicios ambientales de la CONAFOR.

Ambos esquemas emplean sistemas de monitoreo similares, así como esfuerzos de muestreo idénticos o en múltiples, lo que permitiría comparar la información; de esta forma, los datos generados en los predios bajo manejo forestal se podrían compartir con el SNMB y a su vez, para un estudio local, se podría hacer uso de los datos previamente recabados en el INFyS o en el SNMB.

3.3 Validación de la propuesta metodológica

El segundo objetivo particular del presente trabajo fue validar la propuesta metodológica a partir de su implementación por parte de los prestadores de servicios técnicos forestales, para lo cual se desarrolló el siguiente proceso:

1. Generación del Manual para monitoreo: el equipo de trabajo generó el “Manual básico para el monitoreo articulado de la biodiversidad, Método Transecto Punto Sector Forestal (MTP) (Anexo 2) en el cual se describe a detalle el protocolo desarrollado abarcando los grupos de anfibios y reptiles, mamíferos terrestres (excepto pequeños y voladores), aves silvestres, árboles, arbustos y hierbas; contiene las formulas requeridas para cálculos de abundancia relativa, índice de valor de importancia (árboles, arbustos y hierbas), e índice de diversidad verdadera. Se generaron también todos los formatos para la toma de datos en campo.

2. Taller para la aplicación del MTP: realizado en el municipio de Chignahuapan, Puebla, del 3 al 7 de septiembre de 2018 con la asistencia de 25 PSTF de la región, mismos que habían acudido al taller de SAR-MOD en el 2017. El taller tuvo como objetivo dar a conocer el protocolo propuesto, el cual incluye la mayor parte de las modificaciones sugeridas en las mesas de trabajo del curso de SAR-MOD. El taller estuvo a cargo de Wild Forest Consulting S.C.

3. Taller para aspectos de Taxonomía, el cual tuvo como instructor al Licenciado en Administración de Fauna Silvestre (L.A.F.S) Orlando Reina Ponce, actual coordinador del Grupo Interdisciplinario Pro Especies Prioritarias de Puebla (GIPEP), con la participación de 21 prestadores de servicios técnicos forestales de la región; el taller se realizó los días 10, 11, 17 y 18 de diciembre de 2018 en el municipio de Chignahuapan, Puebla, con el objetivo de capacitar y desarrollar habilidades en los PSTF para la identificación de grupos taxonómicos de flora y fauna, basándose en estudios previos como inventarios de flora o fauna realizados en la UMAFOR

4. Programa piloto: para la aplicación de los lineamientos de monitoreo (MTP) en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán se contó con el apoyo económico de la “Agencia de Cooperación Internacional Alemana GIZ”.

La toma de datos en campo estuvo a cargo de Wild Forest Consulting S.C. con apoyo de los prestadores de servicios técnicos forestales y de brigadas integradas por habitantes de los núcleos agrarios o predios participantes. Parte del equipo utilizado fue proporcionado por el Gobierno del Estado de Puebla. Para la selección de los sitios a monitorear se establecieron una serie de criterios y condiciones descritos en las Figuras 3.4 y 3.5.

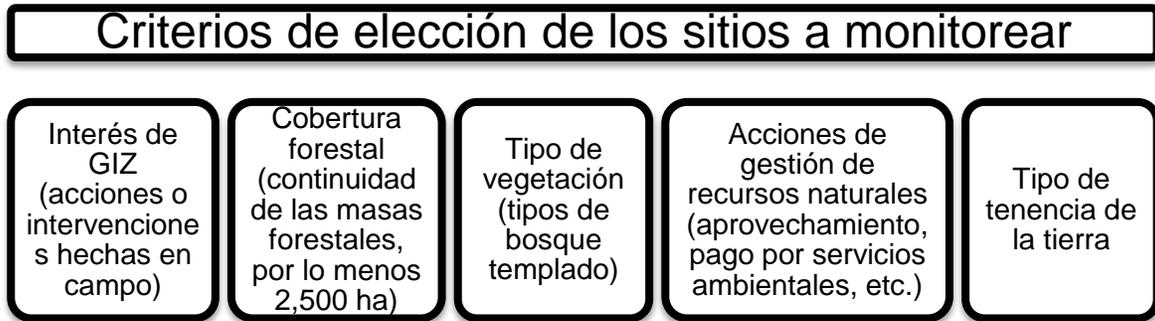


Figura 3.4. Criterios de elección de los sitios a monitorear en el programa piloto (MTP) dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.



Figura 3.5. Condiciones de selección de los sitios a monitorear en el programa piloto MTP dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Como resultado de la aplicación de los diferentes criterios y condiciones de selección para los sitios a monitorear se realizó una distribución de Unidades de Monitoreo (UM) en bloques (Cuadro 3.2).

5. Desarrollo de una plataforma en línea. Para el almacenamiento de datos, así como para su análisis y procesamiento, el equipo de trabajo desarrolló una plataforma en línea denominada “Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles” (MIPPS). La programación de la plataforma estuvo a cargo de Forrest Carter voluntario de la Agencia de Cooperación “Peace Corps” del Gobierno de los Estados Unidos de América.

Cuadro 3.2 Distribución de bloques y fechas de realización de la prueba piloto de monitoreo en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla

Bloque	UM	Nombre	Fecha de muestreo
1	Peñuelas	1 Peñuelas - Ocojala	21 / 12 / 2018
		2 Atotonilco - Pedernales - Acoculco	28 / 01 / 2019
		3 Peñuelas - Cruz Colorada	28 / 01 / 2019
	SMC1	Peñuelas	29 / 01 / 2019
2	Jicolapa	1 Jicolapa	29 / 01 / 2019
		2 Atexca - Jicolapa	22 / 12 / 2018
		3 Eloxochitlán - Poxcuatzingo	30 / 01 / 2019
	SMC2	Atexca	30 / 01 / 2019
3	Atzintlimeya	1 Llano Grande	31 / 01 / 2019
		2 Atzintlimeya - Llano Grande	31 / 01 / 2019
		3 Llano Verde	01 / 02 / 2019
	SMC3	Atzintlimeya	01 / 02 / 2019
4	Emiliano	1 Rio Blanco Emiliano - Zapata	19 / 12 / 2018
	Zapata	2 Manantial - Sebastopol	02 / 02 / 2019
		3 Emiliano Zapata	02 / 02 / 2019
	SMC4	601282.15, 2182281.21	03 / 02 / 2019
5	El Manantial	1 El Manantial (P)	20 / 12 / 2018
		2 Loma Alta	03 / 02 / 2019
		3 El Manantial (P) 2	04 / 02 / 2019
	SMC5	El Manantial (P)	04 / 02 / 2019
6	Chignahuapan	1 Michac – La Gloria	05 / 02 / 2019
		2 Chignahuapan – Las Mesas	05 / 02 / 2019
		3 Michac	06 / 02 / 2019
	SMC6	Chignahuapan	06 / 02 / 2019
7	Villa	1 Villa Cuauhtémoc	07 / 02 / 2018
	Cuauhtémoc	2 Las Mesas - Acolihuia	07 / 02 / 2019
		3 Ávila Camacho – Llano Verde	08 / 02 / 2019
	SMC7	Llano Grande	08 / 02 / 2019
8	San Claudio	1 San Claudio	09 / 02 / 2019
		2 Tenancingo	09 / 02 / 2019
		3 Acolihuia - Tenancingo	10 / 02 / 2019
	SMC8	Tenancingo	10 / 02 / 2019

El diseño de la plataforma se hizo tomando la estructura de datos requerida por el SNMB. También se hizo compatible con el Software y Hardware “Field Map” desarrollado por “Institute of Forest Ecosystems Research” (IFER) con sede en la República Checa. Field Map es una tecnología integral que permite la colección efectiva y subsiguiente procesamiento de datos de campo combinando software flexible GIS en tiempo real con equipos electrónicos para representación cartográfica y mediciones dendrométricas, con lo que se pretende agilizar y eliminar errores en la toma de datos de acuerdo a los lineamientos de monitoreo.

6. Presentación de resultados. Como parte final del proceso de validación del MTP, el 20 de mayo de 2019 se realizó una reunión con PSTF participantes en el programa piloto, con el objetivo de entregar los resultados y análisis de los datos tomados en campo, así como para conocer su opinión sobre la información obtenida. A dicha sesión acudieron 20 personas, quienes, cabe destacar, colaboraron en la implementación de la metodología en campo.

7. Encuesta de satisfacción: en la última sesión de trabajo se aplicó una encuesta a los 20 PSTF que participaron en el proceso de creación y validación de la metodología. La encuesta constó de 6 preguntas, en su mayoría de opción múltiple. Lo anterior, con la finalidad de poder sintetizar y analizar las respuestas u opiniones sobre el proceso, la metodología y la utilidad de la misma. La encuesta aplicada se presenta en el Anexo 3.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Proceso de análisis del protocolo SAR-MOD

A partir de las mesas de trabajo se pudo saber que existe un interés en común por realizar monitoreos de biodiversidad en los predios bajo manejo forestal; sin embargo, existen diferencias en los objetivos si se toma en cuenta el segmento al cual representaban los asistentes. Para los dueños de los predios es importante realizar los monitoreos para saber qué especies de flora y fauna se encuentran en su territorio ya sea con un fin comercial o para su conservación como un legado para generaciones futuras, mientras

que para los PSTF es importante el monitoreo para demostrar que su desempeño profesional ha contribuido a conservar la biodiversidad en la UMAFOR y así cambiar la percepción en la sociedad de que el manejo forestal tiene un impacto negativo en los ecosistemas de la región.

En la metodología del SAR-MOD no está considerado el monitoreo de anfibios y reptiles; ante esta situación y con la finalidad de enriquecer los datos a obtener, tanto las organizaciones de la sociedad civil como las instituciones públicas señalaron que dichos grupos son útiles como indicadores del grado de conservación de un ecosistema por lo que propusieron su inclusión. Los PSTF manifestaron que es importante que, con los datos que se tomen, sea posible calcular los índices de Shannon y Gadow, que en este momento, son los dos índices que más comúnmente manejan tanto los PSTF como la autoridad correspondiente (SEMARNAT) y su inclusión se da por atender esa necesidad específica. En el apartado de “*Metodología*” de los lineamientos (Anexo 1) se enuncian algunos otros índices que pudieran calcularse así como también su utilidad.

Mediante la implementación del SAR-MOD en predios bajo manejo forestal, los PSTF argumentaron que se facilitarían la elección de los tratamientos silvícolas y su aplicación, ayudaría a caracterizar el hábitat y construir corredores ecológicos, así como a identificar impactos del manejo forestal para su mitigación y para definir las mejores prácticas de conservación de la biodiversidad. En las instituciones gubernamentales, se tendría una herramienta que podría contribuir a mejorar o proponer políticas públicas en el manejo de recursos naturales.

Para hacer operativo el SAR-MOD a nivel regional, se llegó al consenso de que era importante tomar acuerdos en conjunto, incluyendo la participación de todos los sectores representados. Debido a la complejidad en la identificación de algunas especies (animales o vegetales) se expresó la necesidad de contar con especialistas para la conformación de brigadas regionales. Finalmente, se propone la creación de una plataforma para compartir registros y datos, difundiendo los resultados en los foros regionales de silvicultura comunitaria a realizarse en la UMAFOR.

Para la operación a nivel predial se requieren de un mayor número de sesiones de capacitación, principalmente en temas relacionados a la identificación de especies en campo, sobre todo de herbáceas; es necesario reafirmar las técnicas de muestreo tanto en los transectos como en los puntos de observación, ya que en la fase piloto de implementación de esta metodología se notó una diferencia significativa en el desempeño de las brigadas. Si bien la mayoría realizaba el recorrido en el tiempo deseado (un día) otras brigadas requirieron hasta el doble de tiempo. En el caso específico de los PSTF, se necesita capacitación para el cálculo de diversos índices pero sobre todo, para la interpretación de los resultados y su aplicación práctica en el programa de manejo forestal.

Uno de los principales retos a lograr, es el incentivar que los PSTF compartan entre sí y con los demás actores del sector, los datos que generan cotidianamente en su desempeño como responsables técnicos de un predio. Para solventar dicho reto, se creó la plataforma Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles.

En la plataforma se tiene acceso tanto a los datos ingresados por cada PSTF, como también a la consulta de los datos acumulados; por ejemplo, en la unidad de paisaje denominada 364, dentro de una misma masa forestal, se encuentran los ejidos Llano Grande y Llano Verde, en cada uno se realizó una línea de monitoreo la cual estuvo a cargo de diferentes PSTF; en la actualidad los usuarios de esta plataforma tienen acceso total o parcial a la información dependiendo el tipo de autorización en su registro a dicho dispositivo. Es importante destacar que el acceso y uso de la plataforma es gratuito.

El SAR-MOD está basado en una malla de puntos geográficos preestablecidos, por lo que, si se desea implementarlo en predios bajo manejo forestal, existiría una limitante ya que la mayor parte de ellos no coinciden con dicha malla. Por lo anterior, surge la propuesta de adaptar la metodología a un transecto y no a un punto fijo, pero conservando la intensidad y la escala de muestreo; por ejemplo, cada punto de monitoreo en SAR-MOD se ubica a una distancia de 5 km entre sí, por lo que una unidad de paisaje es de 25 km² o 2,500 ha.

Para el caso del MTP, una de los condicionantes de elección del sitio a monitorear es que los predios tengan cobertura forestal (masas continuas) por lo menos de 2,500 ha (misma superficie que SAR-MOD), motivo por el cual, cada bloque de monitoreo estuvo conformado por dos o más predios; de esta forma, el trabajo y los costos se dividen entre el número de propietarios que participen en un bloque esperando que esto constituya una motivación que lleve a una coordinación local más efectiva.

Por lo anterior, se puede decir que el MTP es una adaptación del SAR-MOD a predios bajo manejo forestal, con lo que se evita la creación de una metodología diferente a las ya existentes, y se espera que en una etapa posterior se puedan compartir datos en forma bidireccional con el SNMB y con el INFyS; sin embargo, esta metodología puede operarse de manera independiente desde la sociedad civil, sin que tenga que estar a sujeta al accionar de las instituciones públicas o gubernamentales.

Las instituciones gubernamentales y los PSTF coinciden en que uno de los principales beneficios de aplicar el SAR-MOD sería que al realizar la misma metodología de monitoreo en los diferentes tratamientos, y con información en el mediano y largo plazos, se podrían determinar los efectos de cada método silvícola sobre la biodiversidad en la UMAFOR.

Finalmente, se considera importante la integración de un grupo de seguimiento, el cual colaboraría en la identificación de problemas durante el proceso de aplicación del protocolo, planificando la implementación del sistema en la región, homogenizando los criterios de monitoreo de la biodiversidad para validar los resultados ante la autoridad correspondiente (SEMARNAT). El grupo de seguimiento sería indispensable para evaluar la calidad de los datos recabados generando una mayor información local con libre acceso a ella. Se espera que esto disminuya los costos de operación obteniendo resultados a mediano plazo.

El grupo de trabajo debe estar integrado tanto por instituciones públicas como por actores locales. La presencia del Gobierno Estatal es fundamental ya que es a esa escala donde mayormente puede incidir esta propuesta; además, es importante considerar que el

Gobierno Estatal preside el Consejo Estatal Forestal y cuenta con el equipo técnico requerido para implementar el MTP.

En orden de importancia seguiría el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, en específico el cuerpo académico de la carrera de Ingeniería Forestal ya que actualmente el MTP ha sido adoptado como una línea de investigación en dicho Instituto, y la mayor parte de los catedráticos también se desempeñan profesionalmente como asesores técnicos forestales ya sea en forma particular o dentro de alguna consultoría con presencia en la región. Actualmente, el Instituto posee el servidor que alberga a la plataforma en línea, dispositivo que no forma parte del inventario de la institución, sino que se encuentra en calidad de préstamo ya que pertenece a la iniciativa del MTP en conjunto. Se espera que a mediano plazo, el Instituto forme profesionistas de comunidades locales con los conocimientos y las habilidades necesarias para implementar esta metodología en sus lugares de origen. La SEMARNAT y CONAFOR complementarían el grupo representando a las instituciones gubernamentales.

Referente a los actores locales, se pensaría en primera instancia en la Unión de Ejidos y en la Asociación Regional de Silvicultores; sin embargo, el bajo grado de organización y presencia de ambas al interior de los núcleos agrarios que han tenido en los años recientes, no permite ubicarlos como una opción viable por el momento. Por lo anterior, se propone contar con la representación de los despachos de PSTF que han apoyado esta iniciativa desde su origen.

Otro integrante a considerar serían los Promotores Forestales Comunitarios, ya que demostraron ser un vínculo muy eficiente entre las asambleas ejidales y la implementación de esta iniciativa. En la región existen 13 promotores, cada uno podría representar la opinión de sus ejidos de origen, ya que un requisito para ser nombrado como promotor es ser ejidatario o al menos ser hijo de uno de ellos.

Para concluir la propuesta de integración del grupo de seguimiento faltaría la representación de los pequeños propietarios, ya que las problemáticas y condiciones a las que se enfrentan son muy diferentes a las de un núcleo agrario. En esta iniciativa se destaca la colaboración de la Reserva Forestal Multifuncional “El Manantial” quien

podiera desempeñar dicho papel; sin embargo, factores como la tala ilegal representan un riesgo para la continuidad en sus operaciones.

4.2 Aplicación en campo

Con la información obtenida de los monitoreos realizados bajo la metodología del SAR-MOD en el Predio Agua Zarca y en el Ejido Eloxochitlán, se calculó el Índice de Diversidad de Shannon con el software estadístico de acceso libre “Past”; se calcularon también la riqueza y la dominancia. Debido a que los datos numéricos generados eran poco comprensibles para la mayoría de los colaboradores se optó por representarlos en una escala de colores y símbolos (Figura 4.1). El objetivo principal de dicha escala es mostrar los valores obtenidos como una referencia visual, lo cual no implica que se haya utilizado una misma fórmula, un mismo índice o una comparativa para todos los grupos.

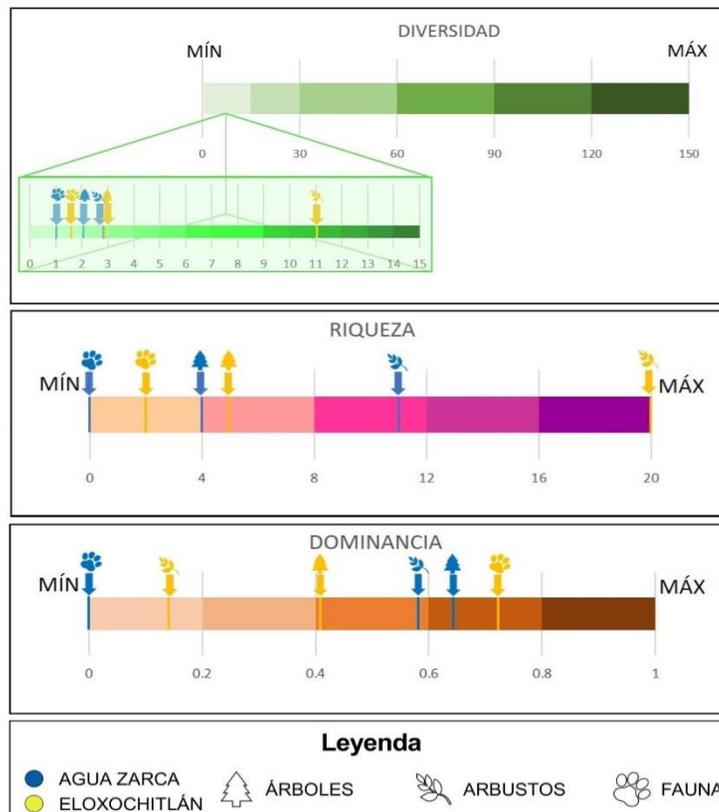


Figura 4.1 Propuesta de análisis de los resultados del monitoreo en el predio Agua Zarca y Ejido Eloxochitlán dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

En esta figura se puede comparar cómo en cada predio la dominancia es diferente, en ambos predios la riqueza es muy similar en cuanto a grupos se refiere, pero los valores hacen concluir que el ejido Eloxochitlán es más diverso que el predio Agua Zarca.

4.3 Plataforma en línea para el acopio y análisis de la Información

Una de las propuestas surgidas del taller de capacitación en SAR-MOD y de las mesas de trabajo, fue la creación de una plataforma en línea que sirviera para almacenar la información generada en los monitoreos, capaz de realizar en forma automática algunos cálculos básicos con la finalidad de que la información esté disponible para cualquier persona interesada en su uso o consulta. En respuesta a esta necesidad surgió la plataforma Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles.

La plataforma puede ser consultada en la siguiente dirección de internet <http://www.biodiversidadpuebla.online/>

El diseño del sistema para la captura de datos en la plataforma (Figura 4.2) coincide con el del SAR-MOD, con la finalidad de que, posteriormente, se puedan compartir bases de datos entre ambos sistemas y se facilite su análisis.

Eligir Línea MTP

Línea mtp

Estado

Municipio

Predio

Coordenadas de Línea

Comienzo longitud	Comienzo latitud	Punto 2 longitud	Punto 2 latitud	Punto 3 longitud	Punto 3 latitud	Punto 4 longitud	Punto 4 latitud	Fin longitud	Fin latitud
<input type="text"/>									

Figura 4.2 Captura de datos en la plataforma de Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles (MIPPS).

Dentro de los principales objetivos de la plataforma se encuentran el que la información que se genere esté disponible en una forma accesible, que pueda ser consultada en el momento que se requiera y que los resultados se obtengan inmediatamente. En la plataforma es posible visualizar tanto los datos individuales, aquellos que ha ingresado cada usuario, como la suma de ellos, resultado de la participación de todos los colaboradores.

En la Figura 4.3 se observa un mapa de la plataforma en línea, en donde cada cuadro equivale a una Unidad de Paisaje, las líneas azules representan la ubicación de los transectos realizados bajo la metodología del MTP y la línea en amarillo hace referencia a la selección de datos que se desea consultar; para este ejemplo se muestra el transecto realizado en el ejido Llano Grande del municipio de Chignahuapan.

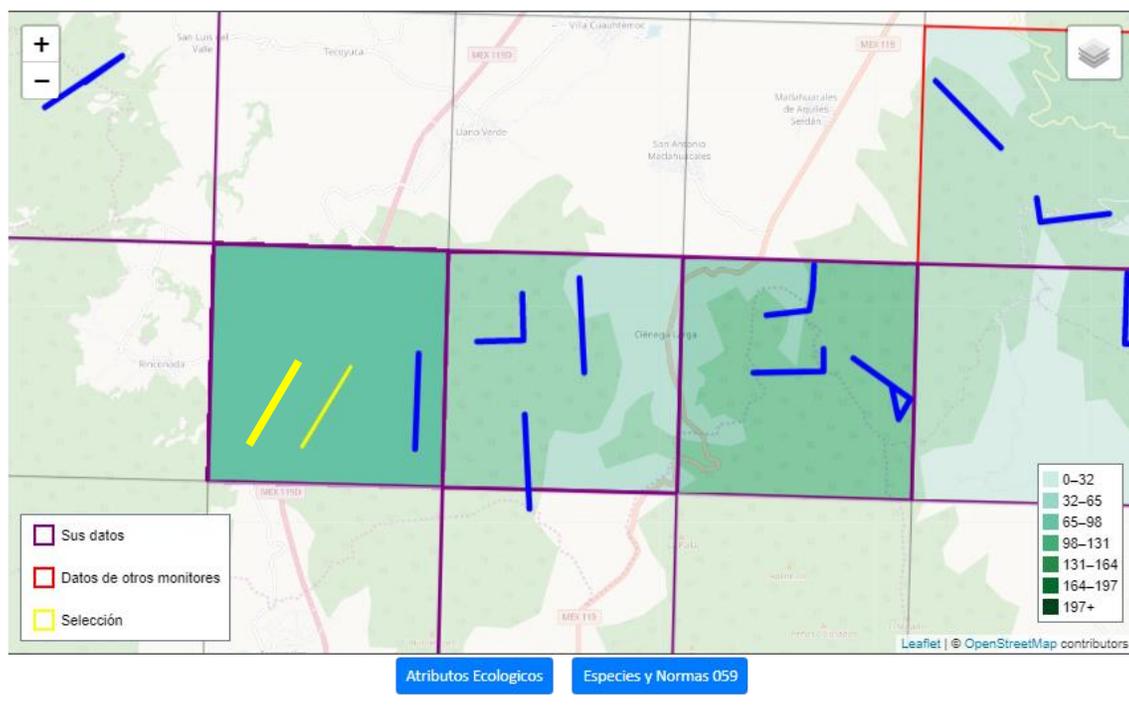


Figura 4.3 Selección de visualización de datos de una línea de Monitoreo MTP, ejemplo práctico del Ejido Llano Grande.

En la parte inferior del mapa se muestran dos accesos, en el de “Atributos Ecológicos” se puede consultar el listado de especies para cada grupo monitoreado en el transecto

y en el de “Especies y Normas 059” se relaciona el listado de especies reportadas en la línea de monitoreo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Figuras 4.5 y 4.6).

Al momento de seleccionar una línea se despliega en la misma pantalla el cuadro que se muestra en la Figura 4.4, con el resumen de la información capturada en la plataforma; en el cuadro se describe cada grupo monitoreado, así como el cálculo de la Dominancia e Índices de Shannon y de Biodiversidad Verdadera.



Figura 4.4 Cálculo de índices en la plataforma; ejemplo práctico ejido Llano Grande

En la Figura 4.5 se observa el reporte de las especies registradas, así como su abundancia y frecuencia mientras que en la Figura 4.6 la información es contrastada con la NOM-059-SEMARNAT-2010 mostrando cuáles de estas especies se encuentran en

alguna categoría de protección, en ambos casos la información es organizada y procesada por la plataforma.

Atributos Ecologicos de Linea MTP Ejido Llano Grande

Ave

No Invasores

#	Comun	Cientifico	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia
1	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis	2	3.51%	20%
2	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis(2)	2	3.51%	20%
3	Colibrí Orejiblanco	Hylocharis Leucotis	35	61.4%	100%
4	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus	5	8.77%	60%
5	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus(2)	5	8.77%	60%

Invasores

#	Comun	Cientifico	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia
1	000	Empidonax Spp	1	1.75%	20%
2	Colibri Elegante	Eugenes Fulgens	3	5.26%	20%
3	Pavito	Myioburus Miniatus	3	5.26%	20%

Figura 4.5 Atributos ecológicos, información generada en la plataforma para la línea de monitoreo seleccionada.

Especies y Normas 059 de Linea MTP 218

En este reporte el sistema indica, para el caso de que así sea aplicable, cuales subespecies están incluidas en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es necesario verificar si el organismo reportado pertenece a dicha subcategoría taxonómica. Cuando no se muestra subespecie pero si alguna categoría de riesgo, es porque la especie es el nivel taxonómico enlistado. Si se muestra una especie sin categoría es porque no se haya presente en la NOM.

Ave

No Invasores

#	Comun	Cientifico	Cantidad	Subespecie Enlistada	Categoria	Distribution
1	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis	2	fumosus	Pr	endemica
2	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis(2)	2	socorroensis	Pr	endemica
3	Colibrí Orejiblanco	Hylocharis Leucotis	35			
4	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus	5	alticola	Pr	endemica
5	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus(2)	5	bairdi	Pr	endemica

Figura 4.6 Reporte generado de una línea de monitoreo MTP en la plataforma referente a especies señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La otra opción para acceder a la información se realiza consultando la suma de datos que se tienen por Unidad de Paisaje (Figura 4.7), en la cual puede haber uno o varios colaboradores; el usuario deberá seleccionar la unidad de paisaje de su interés y esta se enmarcará en color amarillo.

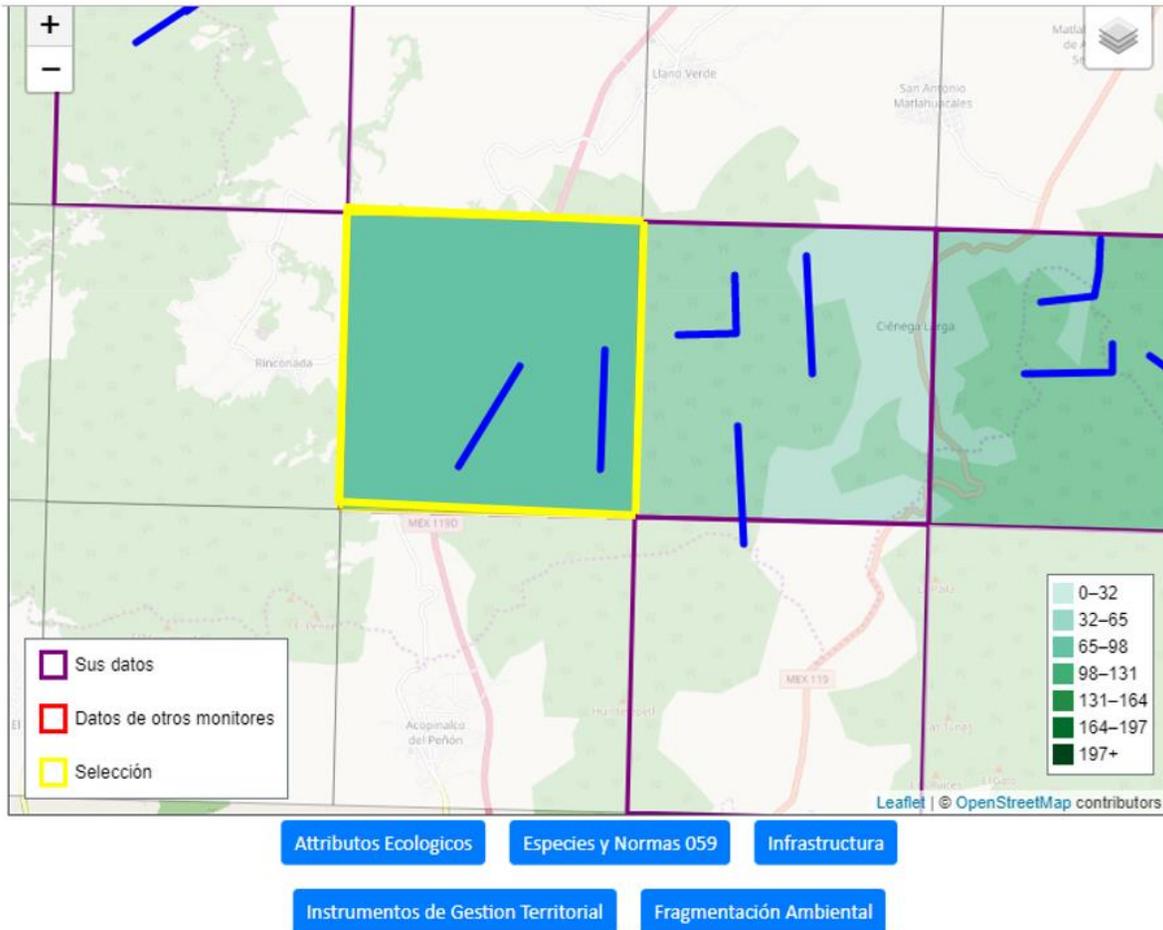


Figura 4.7 Selección de visualización de datos acumulados en una unidad de paisaje.

A diferencia de la selección para consultar los datos de una línea de monitoreo, aquí se pueden observar en la parte inferior del mapa tres accesos más (Infraestructura, Instrumentos de Gestión Territorial y ser el uso actual del suelo derivado de un proceso de fragmentación ambiental los cuales se describirán posteriormente (Figuras 4.12 y 4.13)

En el extremo superior derecho del mapa (Figuras 4.3 y 4.7) se muestra un recuadro, al abrirlo se pueden sumar capas de información como por ejemplo, los polígonos de los predios bajo manejo forestal, Áreas Naturales Protegidas, Límites Municipales o Usos de Suelo de acuerdo al INEGI por mencionar algunos. Lo anterior, con el objetivo de hacer un análisis espacial más completo que contribuya a una mejor gestión de los recursos y a la toma de decisiones.

Retomando el ejemplo anterior, el ejido Llano Grande se encuentra en la unidad de paisaje 364, y en la Figura 4.8 se puede apreciar que los datos mostrados hacen referencia a la suma de lo reportado en cada acción de monitoreo realizada al interior de dicha Unidad.



Figura 4.8 Cálculo de índices en la plataforma, ejemplo unidad de paisaje 364 dentro de la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Al ingresar al apartado de Atributos Ecológicos de una unidad de paisaje, la plataforma muestra el total de especies de cada grupo reportadas por los usuarios con acciones de monitoreo en esa unidad (Figura 4.9). Para el caso de árboles, arbustos y herbáceas (Figura 4.10), además de la abundancia y la frecuencia, también se calcula la Dominancia, Densidad y el Índice de Valor de Importancia.

Atributos Ecológicos de UDP 364

Ave

No Invasores

#	Comun	Científico	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia
1	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis	2	2.44%	10%
2	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis(2)	2	2.44%	10%
3	Chipe Rojo	Cardellina Rubra	1	1.22%	10%
4	Chara Copetona	Cyanocitta Stelleri	1	1.22%	10%
5	Colibrí Orejiblanco	Hylocharis Leucotis	50	60.98%	90%
6	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus	7	8.54%	40%
7	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus(2)	7	8.54%	40%
8	Huilota Comun	Zenaida Macroura	1	1.22%	10%

Invasores

#	Comun	Científico	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia
1	000	Empidonax Spp	1	1.22%	10%
2	Colibri Elegante	Eugenes Fulgens	3	3.66%	10%

Figura 4.9 Atributos Ecológicos para de la unidad de paisaje seleccionada.

Arbusto

No Invasores

#	Comun	Científico	*Diametro	*Altura	Abundancia	Abundancia Relativa	Frecuencia	**Dominancia	***Densidad	Valor de Importancia Relativa
1	Escoba	Baccharis Conferta	0.0167	0.9448	49	10.56%	25%	0.0359	19.596	19.74%
2	Azumiate	Baccharis Salicifolia	0.0049	0.5071	7	1.51%	6.25%	0.0001	2.7994	1.44%
3	Tepozan	Buddleja Cordata	0.01	1.4	3	0.65%	3.13%	0.0004	1.1998	0.78%
4	Chamiza	Eupatorium Glabratum	0.0081	1.0387	45	9.7%	21.88%	0.0041	17.9963	7.8%
5	Fuschia	Fuchsia Thymifolia	0.0114	1.1833	48	10.34%	15.63%	0.0089	19.1961	8.81%
6	Morita	Monnina Ciliolata	0.0059	0.5077	15	3.23%	7.81%	0.0005	5.9988	2.36%
7	Acahuite	Montanoa Tomentosa	0.005	0.41	1	0.22%	1.56%	0	0.3999	0.3%
8	Limoncillo	Quercus Frutex	0.005	0.1075	4	0.86%	3.13%	0.0001	1.5997	0.76%

Figura 4.10 Atributos Ecológicos para arbustos en la unidad de paisaje seleccionada.

Finalmente, las especies registradas por Unidad de Paisaje pueden ser contrastadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Figura 4.11)

Especies y Normas 059 de UDP 364

En este reporte el sistema indica, para el caso de que así sea aplicable, cuales subespecies están incluidas en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es necesario verificar si el organismo reportado pertenece a dicha subcategoría taxonómica. Cuando no se muestra subespecie pero si alguna categoría de riesgo, es porque la especie es el nivel taxonómico enlistado. Si se muestra una especie sin categoría es porque no se haya presente en la NOM.

Ave

No Invasores

#	Comun	Científico	Cantidad	Subespecie Enlistada	Categoría	Distribución
1	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis	2	fumosus	Pr	endémica
2	Halcón Cola Roja	Buteo Jamaicensis(2)	2	socorroensis	Pr	endémica
3	Chipe Rojo	Cardellina Rubra	1			
4	Chara Copetona	Cyanocitta Stelleri	1			
5	Colibrí Orejiblanco	Hylocharis Leucotis	50			
6	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus	7	alticola	Pr	endémica
7	Junco Ojos De Lumbre	Junco Phaeonotus(2)	7	bairdi	Pr	endémica
8	Huilota Comun	Zenaida Macroura	1			

Figura 4.11 Reporte generado para una unidad de paisaje en la plataforma referente a especies señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A manera de control de calidad de la información, sólo es posible ingresar a la plataforma el registro de especies que hayan sido reportadas en los estudios de flora y fauna realizados previamente en la UMAFOR, los cuales fueron tomados como línea base. Si se quiere reportar una especie que no esté en el catálogo se puede hacer mediante una casilla especial como una observación.

En la práctica se espera que estos dos últimos cuadros (Atributos Ecológicos y NOM-059) contribuyan a contar con información más confiable en los programas de manejo y así reducir la probabilidad de una omisión al no reportar una especie en algún estatus de protección y que requiera un manejo especial del hábitat. Por ejemplo, el ejido Llano Grande colinda con los ejidos Llano Verde y Rinconada, los tres se encuentran dentro de la misma masa forestal y son manejados por diferentes PSTF, por lo que se esperaría que una especie reportada dentro de la Unidad de Paisaje que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (caso específico de las aves) se vea reflejada en los programas de manejo de los tres ejidos, de no ser así, se tendría que justificar por qué no fue considerada.

En caso de ya no contar con nuevos registros para esa especie, pudiera ser un indicativo del impacto que tiene el manejo forestal en un predio, en una unidad de paisaje y en la UMAFOR. Para determinar lo anterior se requiere de la acumulación y análisis de información en el mediano y largo plazos, lo cual es viable a través de la plataforma y sería parte de un estudio posterior.

Otro análisis sugerido es contrastar la información generada en diferentes unidades de paisaje y con distintos sistemas silvícolas, coincidentemente los 3 ejidos antes mencionados están manejados bajo el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) y en su programa cuentan con la autorización de cortas totales.

En la plataforma es posible registrar tanto el tipo de método de manejo y sistema silvícola aplicado, así como las prácticas observadas al momento de hacer un monitoreo. Actualmente, la plataforma no cuenta con un mecanismo que relacione directamente el efecto del manejo forestal sobre la biodiversidad; sin embargo, la información se almacena en bases de datos que pueden descargarse en archivos del programa Excel para su estudio posterior.

Otro uso práctico de la plataforma sería el establecer medidas en conjunto para el manejo de plagas, incendios forestales, identificación de corredores biológicos, detección de especies invasoras, registro de afectaciones por fenómenos climatológicos, tala ilegal, o para determinar cuál es el estado estructural y de composición de los bosques manejados, ya que aparentemente el manejo forestal ha favorecido especies como el *Pinus patula* y en cambio los géneros *Abies* y *Quercus* han disminuido sus poblaciones, en los recorridos en campo se observó cómo áreas recientemente aprovechadas con cortas totales, al año inmediato posterior, eran plantadas únicamente con *P. patula*. Por lo anterior, se espera que la plataforma funcione como un sistema de alerta temprana a diferentes factores que influyen sobre los bosques de la UMAFOR.

Complementario al cálculo de algunos índices de biodiversidad que realiza la plataforma, ésta también puede generar un análisis espacial de las unidades de paisaje como puede ser el uso actual del suelo derivado de un proceso de fragmentación ambiental o infraestructura disponible, (Figuras 4.12 y 4.13)

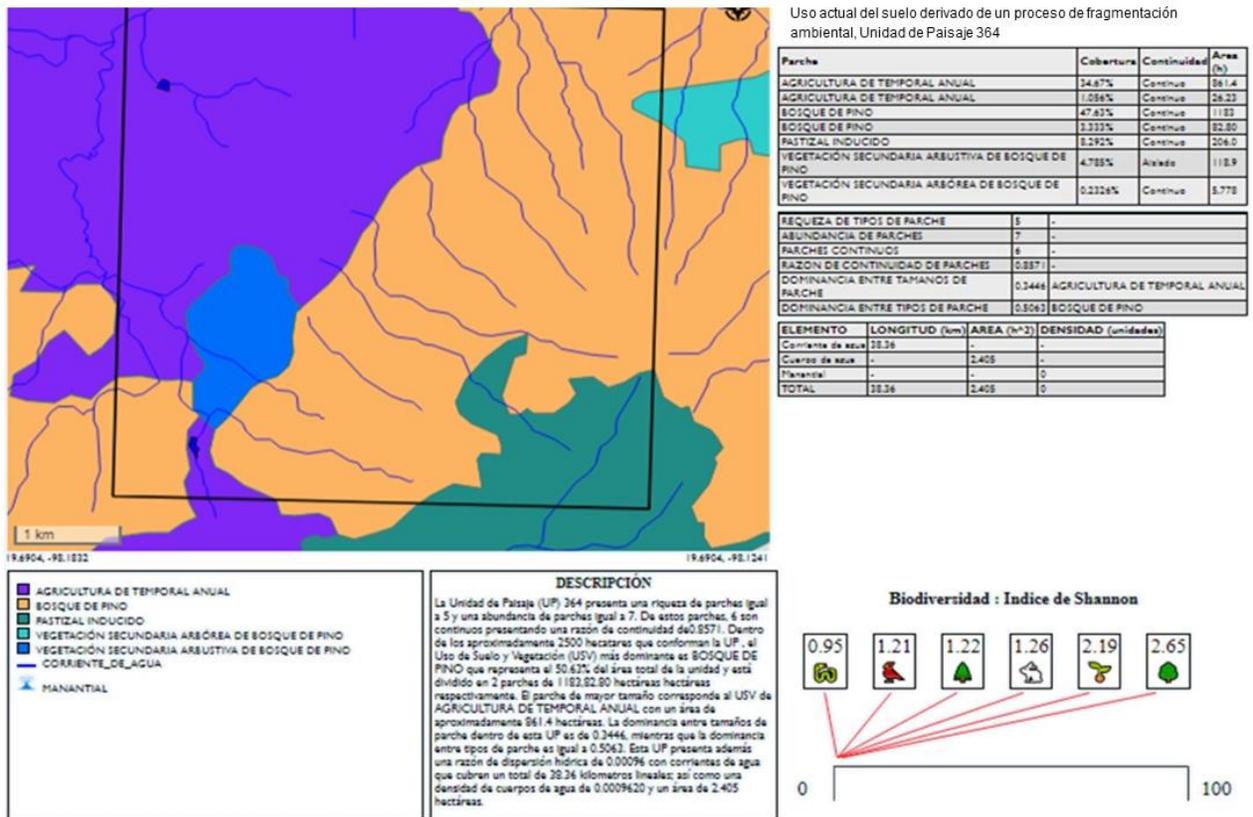


Figura 4.12 Mapa del uso actual del suelo derivado de un proceso de fragmentación ambiental de la unidad de paisaje 364 en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Para realizar los mapas se utilizó información del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

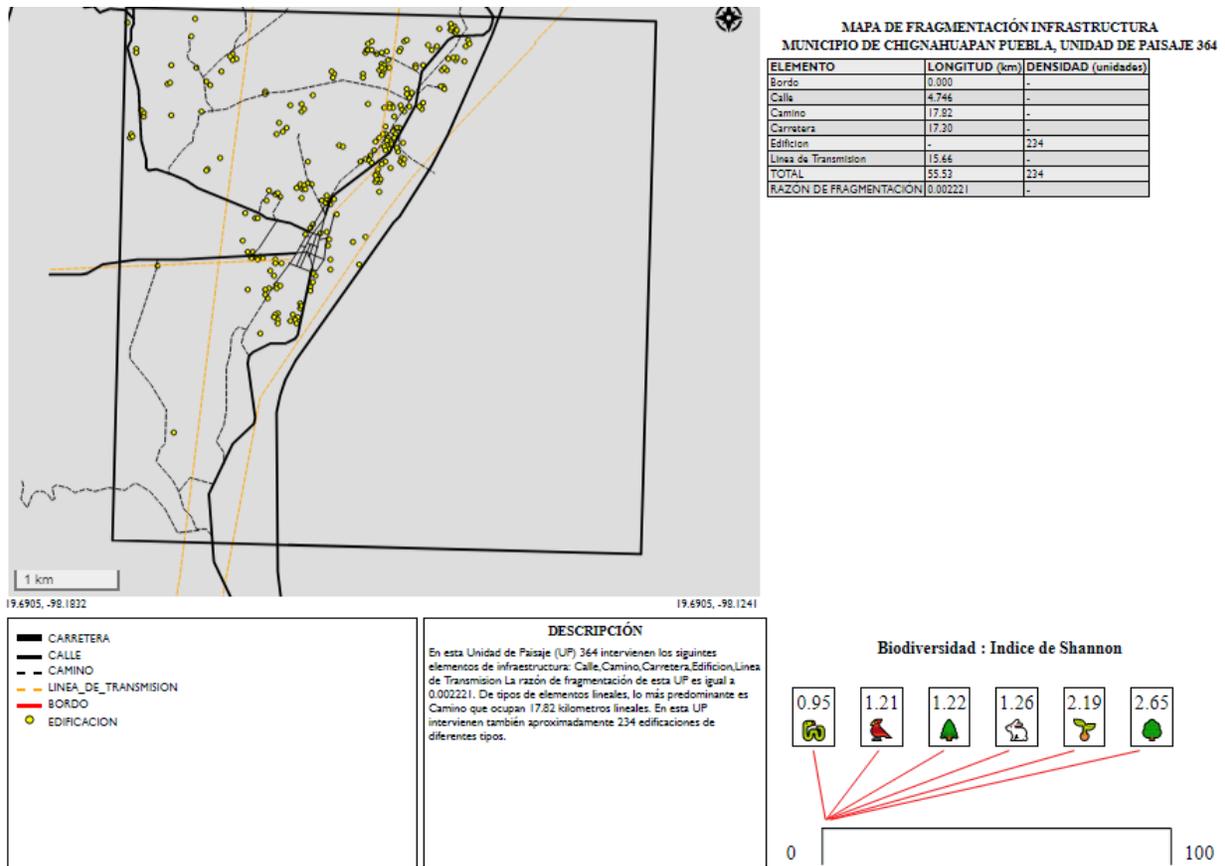


Figura 4.13 Mapa de Infraestructura de la unidad de paisaje 364 en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

4.4 Protocolo de monitoreo Método Transecto Punto (MTP)

El MTP es un muestreo sistemático que se realiza sobre un transecto definido en combinación con puntos de análisis, se enfoca en flora (estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo) y fauna, particularmente en mamíferos (excepto pequeños o voladores) aves, anfibios y reptiles.

Los protocolos MTP y SMC seleccionados para las diferentes escalas de análisis emplean sistemas de monitoreo similares (transectos, cámaras trampa, puntos de observación de aves, entre otras) así como esfuerzos de muestreo idénticos o en un sistema de múltiples, lo que posibilita, tras un breve procesamiento de datos

(rarefacción), hacer comparativa la información y de esta manera aprovechar todo el sistema propuesto (Hernández et al., 2018).

A diferencia del SAR-MOD, el MTP está basado en una línea de monitoreo o transecto; para los mamíferos se colocan 5 cámaras trampa separadas a 500 m una de otra permaneciendo en campo por 30 días, mientras que para las aves se establecen 5 puntos de muestreo que coinciden con la ubicación de las cámaras trampa, registrando individuos que estén en un radio de 30 m; las aves observadas fuera de este radio se anotan en un registro diferente, el tiempo de observación es de 10 min por lectura, realizando dos observaciones por repetición, una en la mañana (entre las 6:30 y las 10:30 am) y otra por la tarde (entre las 16:00 y las 18:30 pm). Para anfibios y reptiles se realizan 4 transectos de 135 m de largo por 6 m de ancho los cuales inician a los 182.5 m después de la cámara trampa. Para árboles y arbustos se utiliza un punto centrado en cuadrante, los cuales están separados entre sí por 62.5 m, dando un total de 32 puntos a lo largo del transecto. Por último, las hierbas se monitorean con una línea de interceptos (Canfield) modificada, a lo largo del transecto se realizan 4 líneas de 15 m cada una iniciando a una distancia de 220 m de cada cámara trampa, tomando una lectura cada 10 cm (600 en total).

El MTP se debe aplicar 8 veces por año mientras que el SMC dos veces por ciclo. La metodología a detalle así como los formatos de registro en campo pueden ser consultados en los Anexos 1 y 2.

El SAR-MOD no contempla el monitoreo de anfibios y reptiles, aunque estos grupos sí fueron incluidos en el MTP ya que los especialistas los consideran como buenos indicadores ambientales. Para ejemplificar su importancia se expone el siguiente caso: colindante a la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán (Sierra Norte) se encuentra la UMAFOR Teziutlán (Sierra Nororiental), ambas unidades cuentan con estudios regionales de flora y fauna realizados con la misma metodología. En Teziutlán se identificó una salamandra endémica de la región y de la cual no se tenía registros desde hace más de 20 años.

A diferencia de la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán, Teziutlán no tiene un desarrollo silvícola tan importante, en la región no hay ningún programa de manejo que incluya prácticas como las cortas totales. Los especialistas que realizaron los estudios de fauna en ambas regiones señalan que un manejo más intensivo, o aplicar cortas totales en el predio donde se registró dicha salamandra pondría en riesgo su existencia ya que su abundancia es de por sí baja según se reporta en el “*Estudio Regional de Fauna de la UMAFOR 2103 Teziutlán, Puebla*” (Wild Forest Consulting, 2017b). Con base en lo anterior, se concluye que prácticas como las cortas totales no pueden ser recomendadas o autorizadas para cualquier sitio, la información generada en los monitoreos puede ayudar a determinar en donde si es conveniente aplicarlas y en donde no.

Con los datos obtenidos hasta el momento no se puede relacionar el efecto real del manejo silvícola sobre la biodiversidad, por lo que concluir que incrementar la producción y productividad forestal tiene un impacto negativo sería algo prematuro. Es importante resaltar que el presente estudio no pretende hacer un juicio sobre los diferentes métodos o prácticas silvícolas, y tampoco sobre el desempeño ético y profesional de los involucrados en la gestión de los bosques en la región. Sin embargo, sí busca reflexionar sobre la importancia de contar con información real que dé sustento a la toma de decisiones; incluir una práctica silvícola específica en un programa de manejo debe estar fundamentado en un estudio y no en intereses económicos, para obtener un apoyo gubernamental, porque lo indique un manual o simplemente por cumplir con estadísticas y políticas públicas.

Para lograr un efectivo manejo integrado del paisaje hay que ser objetivos dejando de lado los estereotipos y posturas diametralmente opuestas como tradicionalmente han sido (en algunos casos) “aprovechamiento” y “conservación”. Uno de los efectos positivos de políticas públicas como la ENAIPROS, al menos en la región, ha sido el de una mayor apertura al reconocer la necesidad de involucrar a diferentes perfiles profesionales al manejo forestal, prueba de ello fue la realización de esta propuesta metodológica. El contar con una metodología estandarizada para el monitoreo de la biodiversidad en bosques bajo manejo en el estado de Puebla, contribuirá a lograr una

adecuada gestión territorial ya que al homogeneizar el método se podrán hacer estudios comparativos para determinar si el manejo ha sido el adecuado o debe reenfocarse.

Una limitante de esta metodología es que sólo se basa en flora y fauna dejando de lado factores como diversidad genética, microorganismos, insectos o suelos entre otros, por lo que sólo se hace una evaluación parcial de la biodiversidad; sin embargo, en este momento, involucrar más variables pudiera significar saturar con actividades que comúnmente no realiza un silvicultor o PSTF.

4.5 Manual de monitoreo MTP

El manual fue creado como un documento de consulta, está basado en los “Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal” con la diferencia de que en el manual se desarrollan detalladamente cada una de las técnicas de monitoreo, los materiales requeridos, la forma correcta de colocar y usar el equipo así como las guías de campo para la identificación de especies. En el documento se describen las formulas y procesos para el cálculo de diversos índices y se encuentran los formatos de campo para la toma de datos de los diferentes grupos a monitorear (Anexo 2).

4.6 Talleres MTP y Para-Taxonomía

Ambos talleres tuvieron como objetivo capacitar a los PSTF que participarían en el programa piloto de implementación del MTP en la UMAFOR, con ello se facilitó el trabajo en campo ya que los colaboradores adquirieron o reafirmaron los conocimientos básicos requeridos antes de salir a campo. Para el primer taller se contó con la participación de 25 personas y para el segundo con 21 asistentes.

4.7 Aplicación del programa piloto

El programa piloto de implementación de la metodología MTP se realizó en 8 bloques de 2,500 ha cada uno. Debido a que el objetivo principal era validar la metodología y que se contaba con un límite presupuestal, sólo fue posible llevar a cabo 1 de las 8 repeticiones de monitoreo que anualmente se deben realizar por cada bloque, de acuerdo a lo indicado en el manual; el esfuerzo de muestreo y el número de personas que participaron en este ejercicio se describen en los Cuadros 4.1 y 4.2.

Cuadro 4.1 Esfuerzo de monitoreo realizado en el programa piloto Método Transecto Punto (MTP) realizado en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán.

Grupo	Técnica de Muestreo	Esfuerzo de muestreo acumulado
Anfibios y reptiles	Transecto	21,870 m ²
Mamíferos	Cámaras trampa	135 cámaras colocadas
Aves silvestres	Puntos de conteo con radio fijo	135 puntos de conteo
Árboles	Punto centrado en cuadrante	864 puntos
Arbustos	Punto centrado en cuadrante	864 puntos
Hierbas	Línea de Canfield modificada	108 líneas

Cuadro 4.2. Número de personas involucradas en el programa piloto del Método Transecto Punto (MTP) en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán.

Grupo	Número de personas
Propietarios	80
Promotores forestales comunitarios	5
Prestadores de servicios técnicos	10
Asesores de Wild Forest Consulting S.C.	11
T O T A L	116

El análisis entre la riqueza de especies reportadas en los estudios regionales de flora y fauna realizados previamente y los del programa piloto se presentan en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Diversidad de especies encontradas en los estudios regionales de flora y fauna y el programa piloto

Grupo	Riqueza de especies en la UMAFOR	Riqueza de especies reportadas en el programa piloto	% registrado
Mamíferos	19	15	78.95
Aves	122	49	40.16
Anfibios	12	1	8.33
Reptiles	22	8	36.36
Árboles	64	35	54.68
Arbustos	104	47	45.19
Hiervas	263	89	33.84
T O T A L	606	244	42.5 %

En apariencia, 42.5% de coincidencias de las especies registradas entre los resultados del programa piloto y los estudios regionales de flora y fauna parece bajo; sin embargo, es importante destacar que el programa piloto solo se aplicó en 1 de las 8 repeticiones que indica la metodología y en tan solo una estación del año (invierno), mientras que los estudios regionales son trabajos elaborados a lo largo de un año. Otra diferencia importante es que para el programa piloto únicamente se monitorearon predios con aprovechamiento forestal mientras que para los estudios regionales se incluyeron todos los tipos de ecosistemas representados en la UMAFOR.

Contar con sólo un monitoreo en invierno pudiera explicar por qué grupos como los anfibios, hierbas y reptiles presentaron los porcentajes de coincidencia más bajos con respecto a los estudios regionales, ya que estos grupos, en la época de invierno, se encuentran ausentes o en estado de hibernación. En el caso de las aves pudiera pasar algo similar ya que algunas de las especies reportadas son migratorias.

La diferencia en el grupo de especies arbóreas pudiera estar relacionada a que el programa piloto sólo se aplicó en predios bajo manejo forestal; sin embargo, con los resultados obtenidos hasta el momento, no puede asegurarse que los predios con aprovechamientos forestales tienen menor riqueza de especies; para llegar a una conclusión de este tipo se deberá seguir realizando los monitoreos en forma continua.

Al término del programa piloto Wild Forest Consulting S.C., responsable del seguimiento en campo, realizó una estimación de costos anuales de monitoreo con el MTP y elaboró una propuesta de mejoras para el protocolo, dicha información se encuentra en el Anexo 4.

Un aspecto a desarrollar en el MTP es un sistema de validación de datos, hasta el momento la información obtenida en los estudios regionales de flora y fauna ha ayudado a respaldar la información generada en el programa piloto, pero para llegar a consolidar aún más esta propuesta hay que asegurarse de contar con información confiable.

Otro resultado de la documentación y validación de esta metodología mediante este trabajo es la de generar un paquete tecnológico que pueda ser transferido a otras regiones del estado. En la fase actual en la que se encuentra la implementación de esta metodología se prevé que sólo tenga un impacto estatal, ya que, como se mencionó es el resultado de la suma de esfuerzos y condiciones propias del estado de Puebla, las cuales difícilmente se pudieran conjuntar en otro territorio, a menos que se lograra que las instituciones gubernamentales la retomen como una política pública de aplicación general.

El uso de la tecnología “Field Map” reducirá el tiempo requerido para el registro de datos en campo, así como para su ingreso a la plataforma MIPPS; sin embargo, los costos de ésta representan una limitante para hacer extensivo su uso. Por el momento la alternativa, en términos económicos, es seguir realizando la toma de datos en forma tradicional.

Con la información generada hasta el momento no se pueden dar conclusiones contundentes sobre el efecto que tiene el manejo forestal sobre la conservación de la biodiversidad (flora y fauna) en la UMAFOR Chignahuapan – Zacatlán, por lo que se deberán seguir realizando este tipo de monitoreos en forma continua y coordinada para que a mediano plazo, mediante la acumulación de datos, se logre concluir si con el manejo forestal aplicado en la región se cumple con uno de los objetivos de la LGDFS que es el de proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales y bosques productivos.

Al recorrer una masa forestal continua sin importar cuantos propietarios haya en ella, se observó la aplicación de tratamientos silvícolas, principalmente cortas de regeneración intensas, que son contrastantes a nivel paisaje.

En la Figura 4.14 se muestra como la parte central de la masa forestal correspondiente a la unidad de paisaje 364, en la cual colindan los ejidos Llano Grande, Llano Verde y Rinconada, ha sido manejada con una intensidad muy alta ya que, en algunos casos, coinciden las cortas totales autorizadas a los diferentes predios haciendo que la superficie intervenida sea mucho mayor a la recomendada; dicho caso fue consultado verbalmente con la autoridad correspondiente (SEMARNAT), con base en su respuesta se concluye que la autorización de un programa de manejo, al menos en la práctica, se hace únicamente analizando la información presentada en forma individual por un propietario y no se revisa tomando en cuenta otros programas de manejo previamente autorizados; dicha forma de trabajar deberá ser evaluada ya que pareciera contradictorio impulsar políticas públicas que contribuyan al manejo integrado del paisaje en una región determinada cuando los instrumentos de planeación se realizan únicamente a escala predial.



Figura 4.14 Aspecto de la masa forestal de la unidad de paisaje 364 vista desde el ejido Rinconada municipio de Chignahuapan, Puebla.

Uno de los objetivos de la plataforma es facilitar al servidor público encargado de la revisión de los programas de manejo forestal ingresados a la SEMARNAT para su autorización, el análisis espacial en el cual se encuentra un predio. Con el tiempo se espera que dicho instrumento de planeación sirva como herramienta de trabajo tanto para el PSTF así como para las autoridades.

4.8 Reunión de presentación de resultados

En la última reunión de trabajo se contó con la asistencia de 20 PSTF, quienes participaron en las diferentes etapas de generación y validación del MTP (Cuadro 4.4). Asesores en Manejo de Recurso Forestales S.C. e ISO BCO Ambiental fueron las únicas consultorías que no acudieron a la última sesión, aunque sí participaron en las etapas anteriores.

Cuadro 4.4. Etapas del proceso de generación y validación de la metodología MTP en la cual participaron los despachos de PSTF de la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Consultoría	Taller SAR-MOD y diagnóstico inicial	Prueba piloto	Sesión de cierre
• Consultoría en Agroforestería y Desarrollo Rural S.C.	✓	✓	✓
• Silvicultura y Manejo de Recursos Naturales S. de P.R. de R.L.	✓	✓	✓
• Silvícola Ocote Real S.C. de R.L. de C.V.	✓	✓	✓
• Unión de Ejidos de Producción, Explotación, Comercialización, Industrialización Agropecuaria y Forestal de la Sierra Norte	✓	✓	✓
• Asesores en Manejo de Recursos Forestales S.C.	✓	✓	
• ISO BCO Ambiental	✓		
• Consultoría en Fomento Ambiental y Desarrollo Social de Comunidades Forestales S.C.*		✓	✓

*Durante el proceso del presente trabajo, personal de la consultoría Unión de Ejidos se independiza y forma la Consultoría en Fomento Ambiental y Desarrollo Social de Comunidades Forestales S.C.

El perfil profesional de los 20 asistentes a la última reunión de trabajo se describe en el Cuadro 4.5, lo cual resulta relevante ya que uno de los objetivos de esta metodología es que sea empleada por los PSTF en la elaboración de los programas de manejo forestal.

Cuadro 4.5. Perfil profesional de los asistentes que respondieron la evaluación de percepción del MTP

Perfil del participante	No. de asistentes
• Biólogo	1
• Ing. Agrónomo	1
• Ing. Forestal / Agrónomo Especialista en Bosques	16
• Ing. en Restauración Forestal	1
• Campesino	1
T O T A L	20

Es importante mencionar que algunas encuestas no fueron respondidas en su totalidad, por lo que los datos que se presentan son relativos al porcentaje del total de respuestas.

En respuesta a la primera pregunta ¿Considera de utilidad la información obtenida con esta metodología? el 100% de los encuestados contestaron afirmativamente; las principales razones identificadas fueron:

- Ayuda a evaluar el impacto del manejo forestal y su relación con la normatividad vigente.
- Conocer los recursos que se tienen produce un efecto de sensibilización sobre la importancia de preservar los ecosistemas.
- Se considera que la metodología es robusta y que los resultados son confiables.

Los resultados de la segunda pregunta, referente a los datos generados, ¿qué decisiones le ayudaría a tomar al momento de realizar un programa de manejo forestal? se muestran en la Figura 4.15. La respuesta que más menciones obtuvo fue “mejores prácticas de manejo forestal para conservación de la biodiversidad” seguido de “áreas de alto valor para la conservación de la biodiversidad”.

Además de las dos respuestas señaladas estaban las opciones de presencia de especies en la NOM 059, y tratamientos o método silvícola, siendo estas últimas dos las que parecerían más lógicas para su elección ya que el objetivo final es que la información

generada sirva de base para elaborar un programa de manejo forestal,; lo anterior puede ser consecuencia de que en los PSTF empieza a cobrar importancia la necesidad de incluir el factor biodiversidad en los instrumentos de planeación pero falta desarrollar capacidades para que los datos no sean vistos únicamente como un anexo o complemento; actualmente, la elaboración de un programa de manejo está más determinado por datos dasométricos y no por la suma de factores que influyen sobre el desarrollo de un rodal.

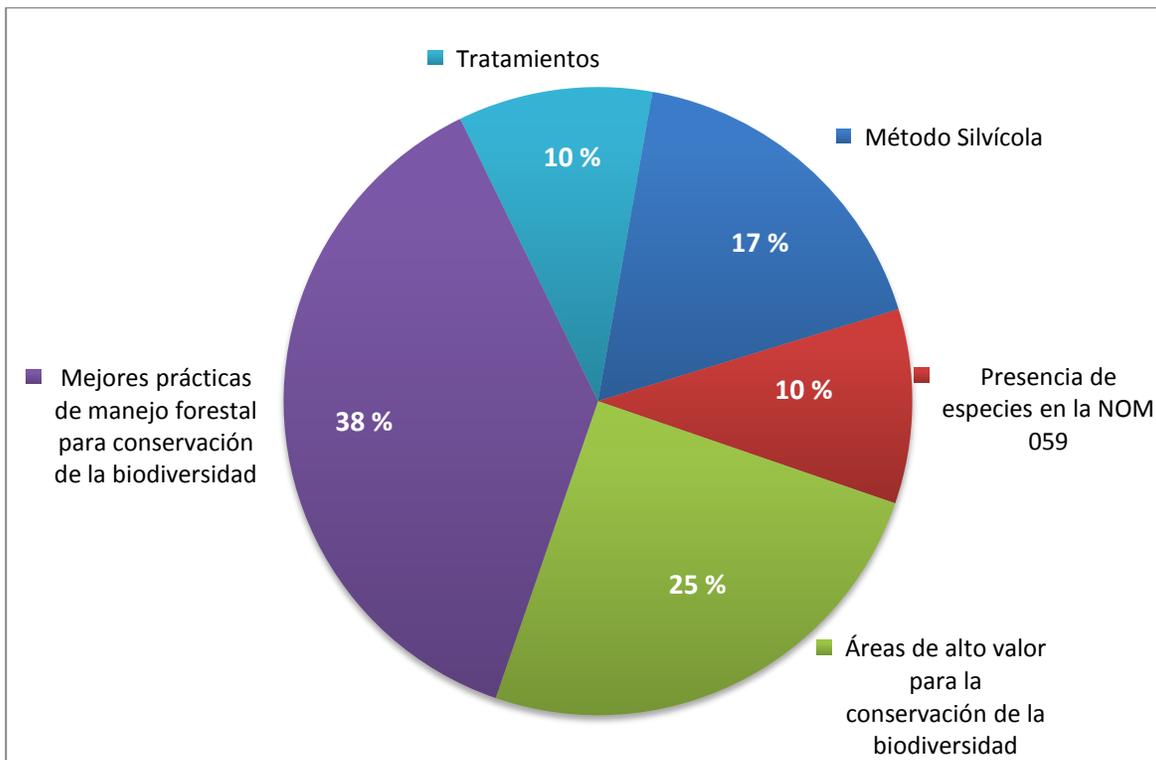


Figura 4.15 Utilidad de los datos tomados en campo al momento de elaborar un programa de manejo forestal.

La siguiente pregunta ¿Cuáles serían las principales limitantes para la aplicación el MTP? (Figura 4.16) da como resultado que el factor más importante es el aspecto económico seguido de contar con personal capacitado, a pesar de los diversos cursos que formaron parte del proceso de generación de esta metodología.

Para entender esta y las siguientes respuestas hay que considerar el perfil de las personas que respondieron la encuesta, en su mayoría Ingenieros Forestales, tanto en

su formación académica como en su desempeño profesional, el monitoreo de la biodiversidad no es la actividad principal para la cual fueron formados, motivo por el cual tienen que recurrir a personal externo a su consultoría para realizar el levantamiento de la información y el análisis de los datos viendo reducidas sus utilidades o incrementando el costo del servicio.

En la práctica un PSTF, en el mejor de los casos, realizaba en promedio dos recorridos al año, uno en estación seca y otro en época de lluvias equipado únicamente con cintas métricas, cuerdas y formatos de campo, motivo por el cual los costos de implementación del MTP les parecen elevados. Es importante tomar en cuenta que en la respuesta no se está considerando que estos predios están dentro de una estrategia de incremento a la producción y productividad forestal lo que representó un aumento en los volúmenes de madera a extraer. Sería interesante tener una evaluación económica, lo cual no se hizo en este reporte, para comparar los ingresos contra los egresos derivados de esta estrategia y determinar el costo económico de la misma.

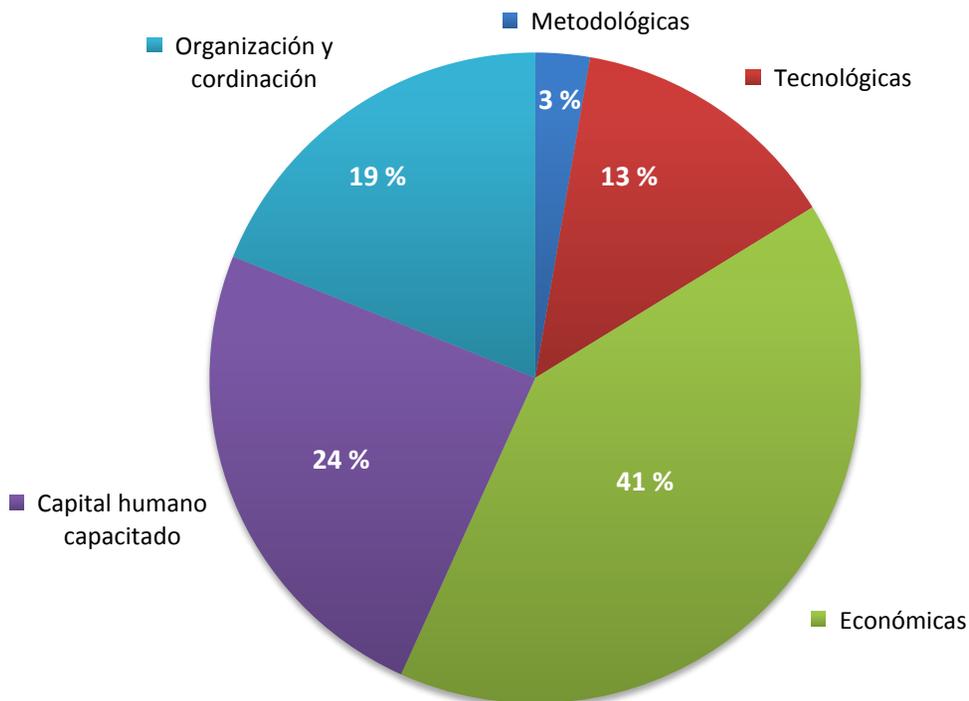


Figura 4.16. Principales limitantes para la aplicación del MTP en la UMAFOR Chignahuapan-Zacatlán, Puebla.

Dentro de las limitantes económicas (Figura 4.17) más importantes, se mencionó que aplicar esta metodología incrementaría el costo de honorarios del PSTF lo cual representa un gasto mayor para el dueño del predio bajo manejo; a la par se ubica el costo total del equipo (desglosado en el Anexo 4).

En el programa piloto, la principal limitante reportada por el equipo de trabajo que supervisó el proceso en cada unidad de monitoreo, fue la coordinación con los PSTF, lo que contrasta con las respuestas de la encuesta que lo situaron como el tercer factor más importante.

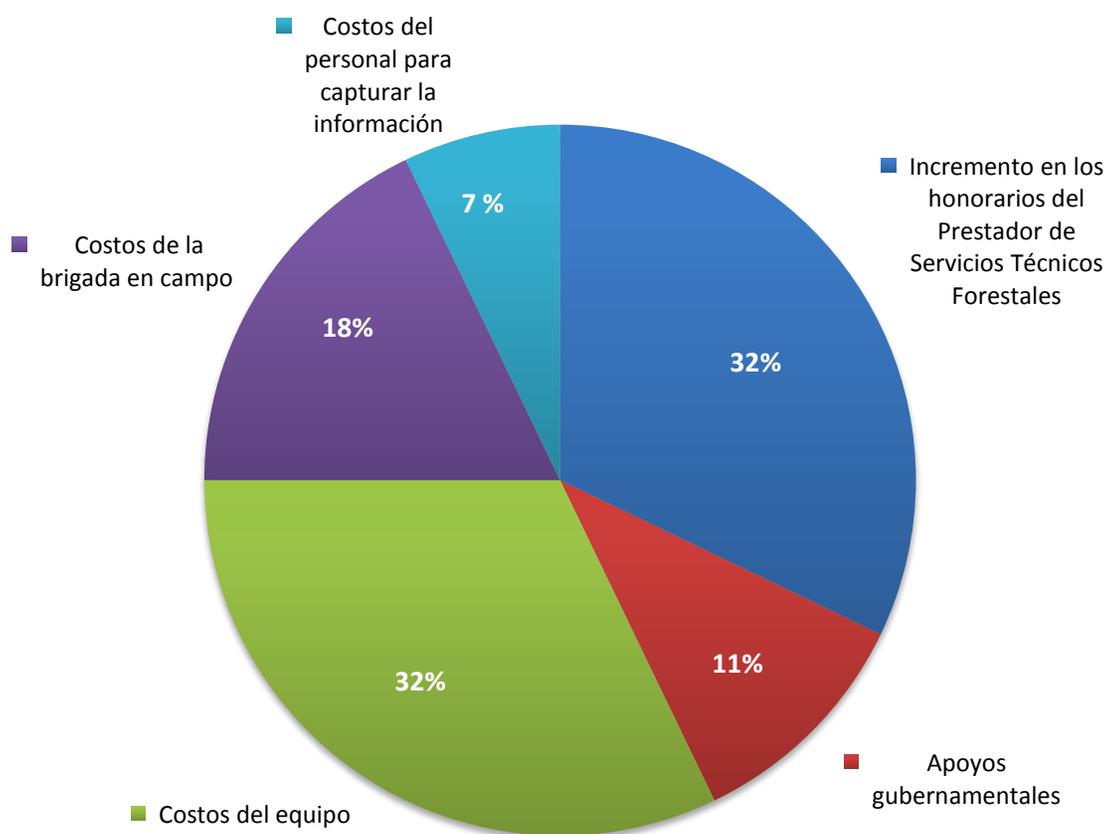


Figura 4.17. Limitantes económicas más importantes para la aplicación del MTP.

Un factor más a tomar en consideración que se presentó durante la implementación del programa piloto fue el extravío de cámaras trampa, a pesar de las medidas precautorias tomadas por los ejidatarios para su resguardo se presume que al menos un par de cámaras fueron robadas en el periodo en que se encontraban colocadas en campo,

trayendo como consecuencia un daño económico y la pérdida de la información. Este equipo fue prestado por el Gobierno del Estado y por la Consultoría encargada del seguimiento en campo, quienes asumieron dichas pérdidas.

Mediante el uso de la plataforma se pueden reducir costos al momento de procesar los datos tomados en campo; en las consultorías forestales de la región el personal operativo, en promedio, gana la mitad que el personal de oficina cuya función es el análisis de la información.

Referente a la limitante del capital humano (Figura 4.18) se puede observar que no sólo es importante la capacitación sino que también falta desarrollar habilidades en campo al igual que en la interpretación de los datos obtenidos.

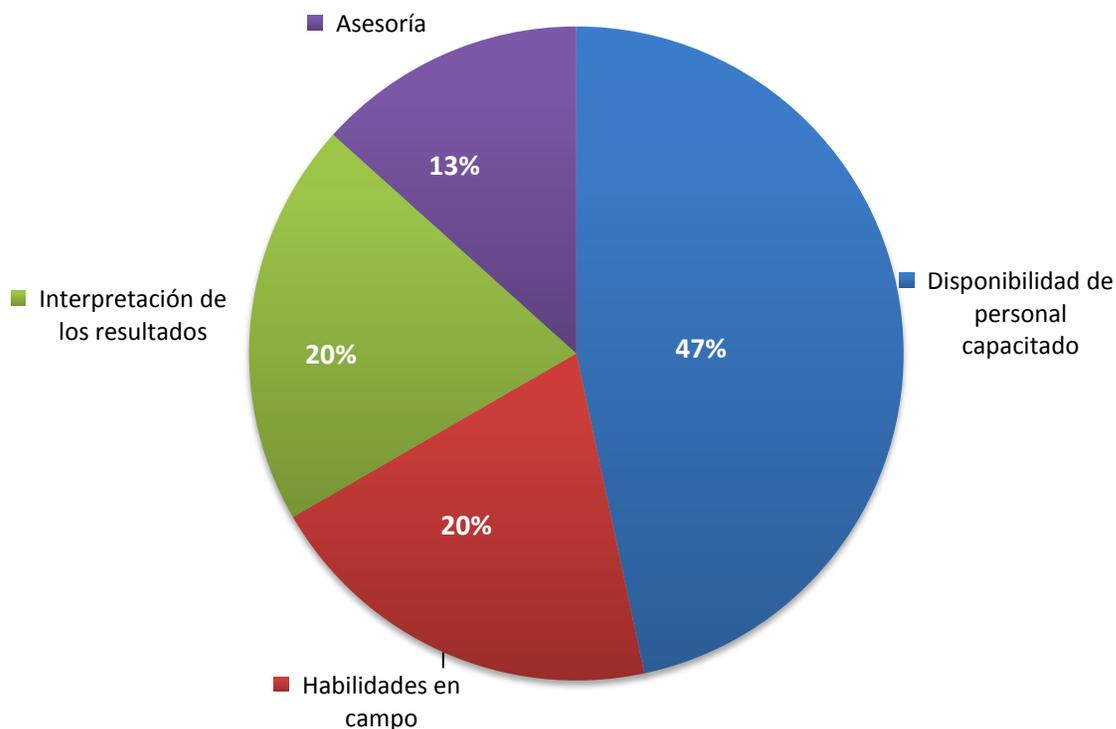


Figura 4.18 Limitantes de capital humano más importantes para la aplicación el MTP.

Monitorear la biodiversidad es una actividad compleja y especializada la cual, idealmente, debe ser realizada por un grupo interdisciplinario ya que una sola persona no tiene todos los conocimientos y habilidades para el registro de los diversos grupos

(árboles, arbustos, hierbas, mamíferos, reptiles, aves, etc.). Por ejemplo, un PSTF en campo es capaz de identificar fácilmente las especies arbóreas, calcular su altura, diámetro, edad e inclusive estimar el beneficio económico que se puede obtener de cada individuo; sin embargo, las mismas destrezas, generalmente, no las tiene para otro grupo funcional; en el extremo opuesto, el especialista en alguna otra área relacionada al monitoreo de la biodiversidad no podrá sugerir una práctica de manejo que lleve a una mejor gestión de los bosques.

Debido a las destrezas y habilidades requeridas para el monitoreo, no se puede esperar que tanto los PSTF como los dueños de predios se conviertan en expertos en dicho tema. Por lo anterior, la consolidación de una brigada regional que sea la encargada de implementar el protocolo en los diferentes bloques o unidades de paisaje puede suplir esta carencia y en cierta medida puede contribuir a que la información generada sea de mayor calidad y también podría ser la encargada de la capacitación y certificación de nuevos participantes.

Una de las principales problemáticas detectadas previas a realizar el presente trabajo fue que “no se contaba con personal capacitado”, motivo por el cual los cursos y talleres fueron una de las líneas de acción más importantes. En la UMAFOR confluyen PSTF con excelentes capacidades para realizar programas de manejo forestal y en otro extremo especialistas en monitoreo de biodiversidad sin embargo, dichas actividades no estaban estrechamente relacionadas entre sí.

Al menos un par de consultorías (Silvícola Ocote Real S.C. de R.L. de C.V. y Consultoría en Fomento Ambiental y Desarrollo Social de Comunidades Forestales S.C.) han incluido el MTP como una práctica recurrente para la elaboración y seguimiento de los programas de manejo forestal en los predios a los cuales asesoran, por lo que pudiera suponerse que están en proceso de ser especialistas en el tema. Sin embargo, ellos aún no se identifican como tal. Una característica en la región es que la mayoría de despachos forestales continuamente contratan profesionistas recién egresados, principalmente del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla y de la Universidad Autónoma Chapingo, siendo ellos quienes en realidad realizan la mayor parte del trabajo tanto en campo como en gabinete lo que lleva a la problemática antes mencionada, en la

formación académica de un Ingeniero Forestal, el monitoreo y análisis de la biodiversidad son temas complementarios.

Paralelo a las capacitaciones con PSTF, está el trabajo realizado por el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla; como ya se ha comentado, actualmente el monitoreo de la biodiversidad con el MTP es parte de sus líneas de investigación, por lo que se espera que a mediano plazo egrese la primera generación de Ingenieros Forestales con las habilidades y conocimientos mínimos requeridos para desarrollar el método de muestreo propuesto.

Los PSTF mencionaron que aplicar esta metodología (MTP) les ayudaría a obtener la autorización de programas de manejo forestal ante la SEMARNAT (Figura 4.19) y en segunda instancia la certificación nacional o internacional.

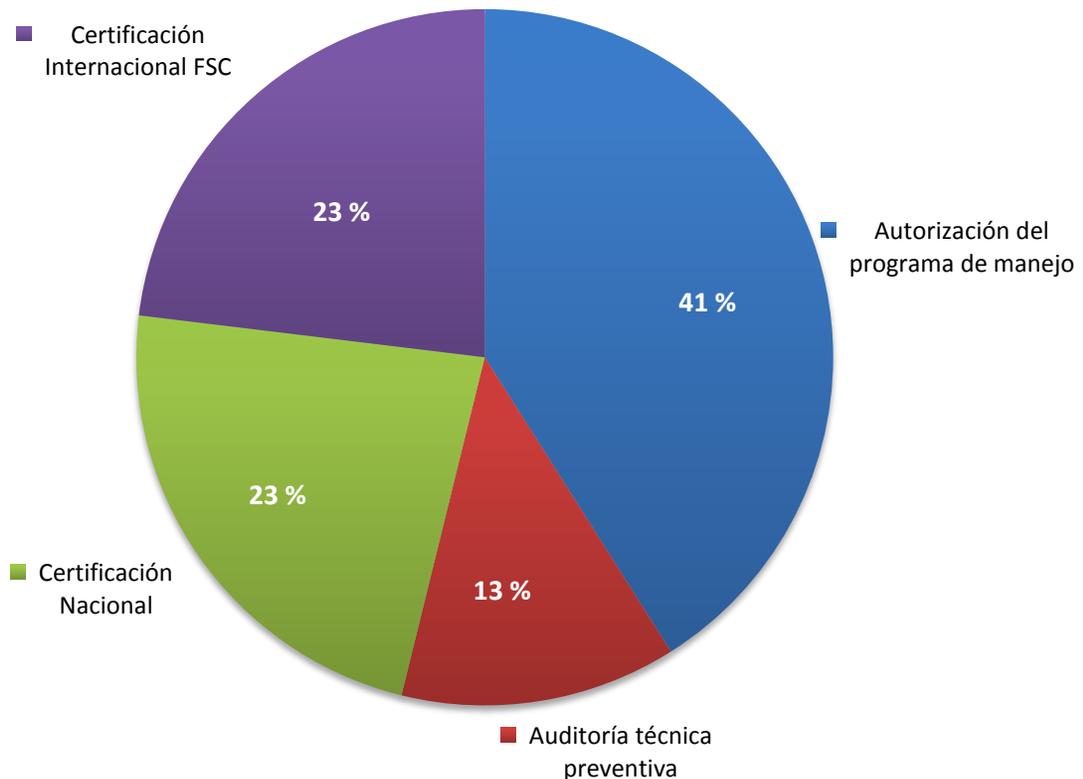


Figura 4.19 Autorizaciones o certificaciones que pudieran facilitarse con la aplicación del MTP

Es importante tener en cuenta que el principal ingreso económico de un PSTF se deriva de la elaboración y ejecución de un programa de manejo forestal, lo cual puede explicar la importancia que tiene para ellos la autorización de un programa. La elección de la respuesta anterior también puede estar influenciada por la ENAIPROS ya que una de las principales motivaciones de los PSTF que colaboraron en esta iniciativa fue cumplir con el requisito de integrar la conservación de la biodiversidad a los programas de manejo forestal para su autorización por la SEMARNAT. La propuesta de un programa de manejo bajo las directrices de dicha estrategia es expuesta ante un comité integrado para tal fin, la evaluación del apartado de biodiversidad es realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En la mayoría de los casos, la biodiversidad era el componente por el cual los programas de manejo eran observados o rechazados ya que se enfocaban más en justificar el incremento a los volúmenes de madera para extraer dejando de lado algunas salvaguardas.

La misma ENAIPROS pudiera ser la razón de las repuestas seleccionadas en segundo lugar de importancia (Certificación Internacional FSC y Certificación Nacional) ya que uno de sus objetivos es aumentar la superficie certificada; sin embargo, para el dueño del predio, esto no llegó a significar una ventaja ya que no se reflejó en acceso a nuevos mercados o en un incremento en sus ingresos económicos obtenidos por la venta de madera. Finalmente, la razón por la cual participaron en la implementación de la metodología fue por ser una condicionante para considerarlos como candidatos a ciertos apoyos gubernamentales.

Una parte fundamental de la metodología propuesta es la generación de información tanto a escala predial como a nivel regional (paisaje). Por lo anterior, se les preguntó a los PSTF ¿cuál era su grado de satisfacción con los resultados obtenidos en la prueba piloto? (Figuras 4.19, 4.20 y 4.21).

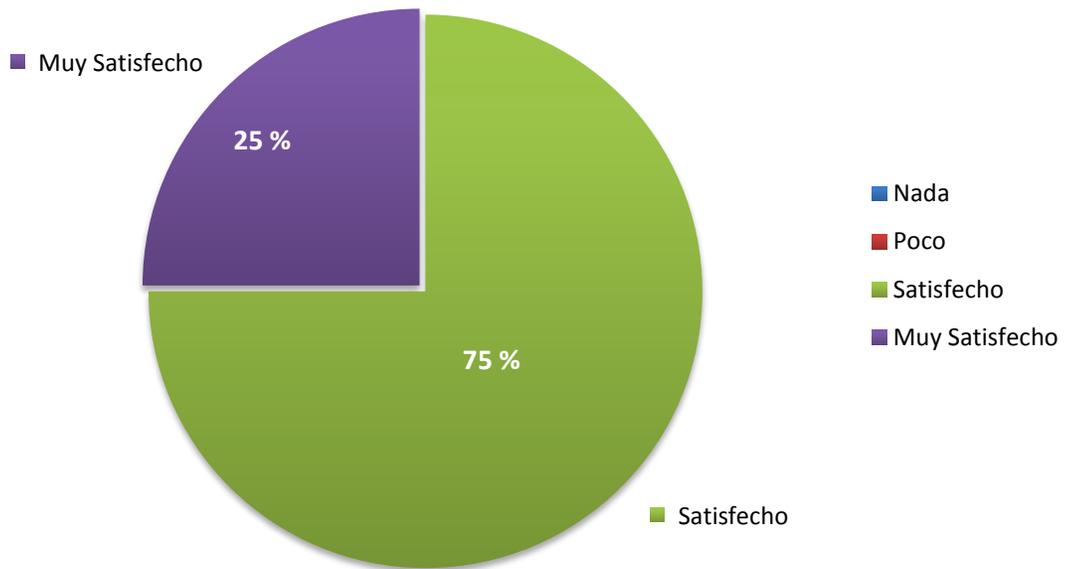


Figura 4.20. Grado de satisfacción referente al proceso desde la generación hasta la implementación del programa piloto de la metodología.

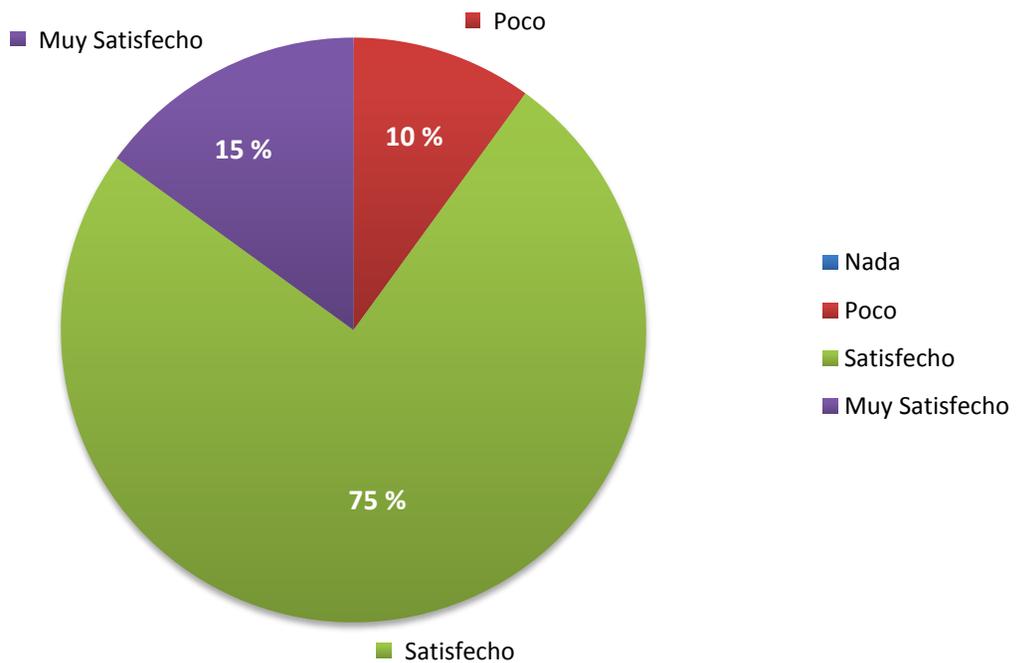


Figura 4.21 Grado de satisfacción referente a la calidad de la información obtenida a nivel predial.

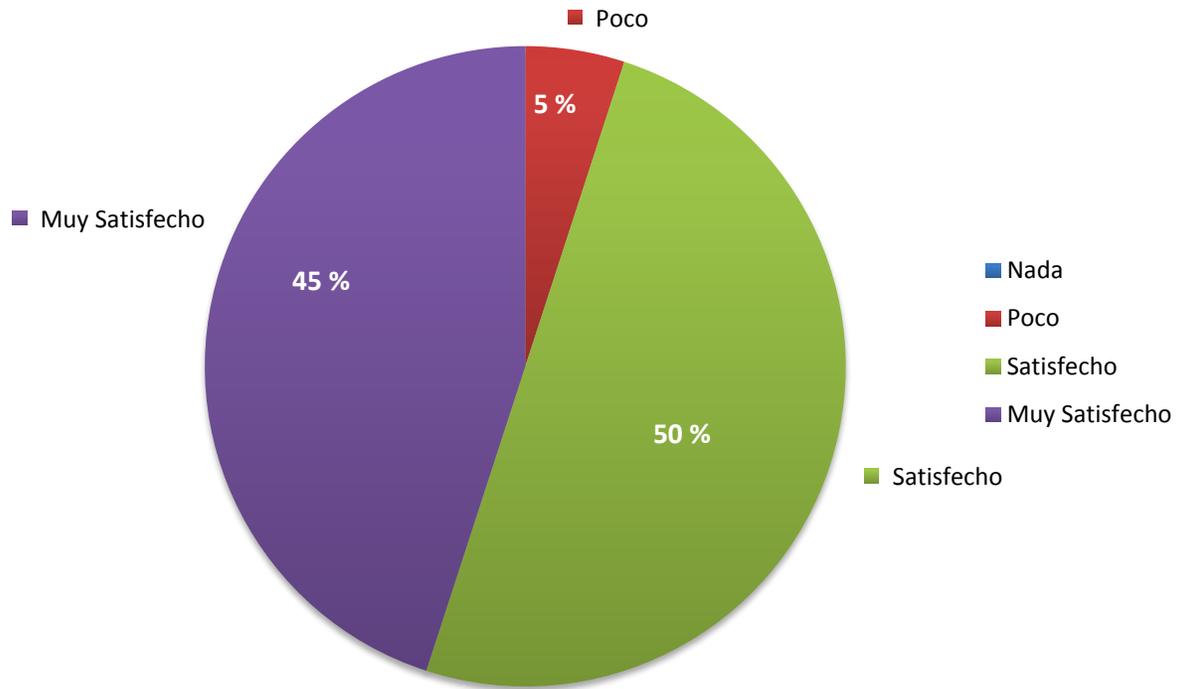


Figura 4.22. Grado de satisfacción referente a la calidad de la información obtenida a nivel regional

Comparando las dos últimas graficas (Figuras 4.21 y 4.22) se puede afirmar que se cuenta con una buena percepción de la utilidad tanto a nivel predial como a nivel regional, por lo que se podría decir que los PSTF encuentran en esta metodología mayor utilidad a escala de paisaje que a nivel predial.

Debido a las características de los predios en la UMAFOR, la metodología aplicada en campo propone una forma distinta de análisis territorial en la cual se debe estudiar al predio como parte de una masa forestal o de una unidad de paisaje y no como un todo; las condiciones de un sitio en particular están fuertemente influenciadas por su entorno, lo que lleva al planteamiento de un nuevo esquema en el que resulta indispensable la colaboración entre los diferentes propietarios y PSTF que pueda tener un bosque. Podría considerarse que la información generada a nivel predial o a escala de paisaje tiene el mismo peso, y que lo que cambia sustancialmente es el enfoque para obtenerla y analizarla. Sin embargo, uno de los objetivos de una encuesta es encontrar posibles mejoras por lo que está será un área de oportunidad para trabajos posteriores.

Dentro de los beneficios de esta metodología está la disminución de esfuerzos individuales, pero en contraparte está la dificultad para la coordinación, y es en este punto donde se retoma la propuesta de integrar una brigada especializada de servicio a los diferentes PSTF.

Finalmente, se preguntó a los PSTF si en términos generales ¿Se cumple con el objetivo de contar con un sistema coordinado y estandarizado para monitorear la biodiversidad y su relación con el manejo forestal?, dando como resultado que la totalidad de ellos respondieron afirmativamente. En este último punto destaca un comentario que sugiere la incorporación de datos dasométricos en el muestreo, propuesta que será incluida como una mejora a los lineamientos avalados por el Consejo Estatal Forestal en Puebla.

4.9 Expectativas de seguimiento

Tanto el MTP como la plataforma se encuentran sustentados en una dinámica de trabajo local, por lo cual no se espera que su implementación se dé más allá de los límites estatales o los delimitados por un ecosistema compartido con los estados colindantes. No se prevé que instituciones públicas federales como la CONAFOR lo integren como una línea de acción, ya que sus reglas de operación son de aplicación nacional y este método difícilmente pudiera tener resultados similares en otras regiones del país.

Las principales expectativas para la continuidad del MTP y la Plataforma son: la adopción por los PSTF, la consolidación de una línea de trabajo e investigación en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla u otros centros de investigación que generen profesionistas capacitados en dicha metodología.

El Gobierno del Estado de Puebla ha manifestado su interés en continuar impulsando esta iniciativa como un mecanismo para crear y consolidar el Sistema Estatal de Información Ambiental, el cual es una atribución de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial, en caso de aprobarse dicha propuesta, el método y la plataforma pudieran ser utilizados como un instrumento de planeación para órganos consultivos como el Comité Estatal de Manejo del Fuego,

Consejo Estatal Forestal, Comité Técnico Estatal del Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable, Comité Estatal de Sanidad Forestal, Comité Intermunicipal de Medio Ambiente o en algún otro por constituirse referente a la Gestión de Recursos Naturales y Biodiversidad.

Tanto la plataforma como el sistema de monitoreo son empleados actualmente por el departamento de Restauración y Rehabilitación de Ecosistemas y el departamento de Ecosistemas Productivos y Bioseguridad de la Secretaría del Medio Ambiente Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial de Gobierno del Estado de Puebla.

5. CONCLUSIONES

Se cuenta con un método estandarizado para el monitoreo de la biodiversidad en predios bajo manejo forestal; sin embargo, para su implementación habrá que trabajar en atender las limitantes tanto económicas como de desarrollo de capacidades.

Para el caso específico de los predios bajo manejo forestal, la implementación de la metodología a mediano plazo, puede llegar a constituir un sistema de monitoreo y evaluación del impacto que tienen las prácticas silvícolas y métodos de manejo en un predio y su repercusión a nivel paisaje. El mayor reto será mantener el interés y la participación coordinada de los involucrados en el manejo del territorio.

El método presenta una limitante metodológica para los predios cuya superficie es muy reducida y que se encuentran aislados o dispersos ya que no se cumpliría con el requisito de la superficie mínima deseada. Se sugiere un trabajo posterior para determinar si esta misma metodología se pudiera adaptar a predios pequeños o en su caso generar alguna modificación.

La plataforma Monitoreo Integrado para la Planeación de los Paisajes Sostenibles (MIPPS) constituye una alternativa de consulta de información y análisis en tiempo real, la cual se pretende sea empleada para una mejor toma de decisiones en la región.

De acuerdo a las opiniones de los PSTF, referente a la utilidad del MTP destaca su practicidad para elaborar programas de manejo forestal, en específico, para determinar las mejores prácticas para la conservación de la biodiversidad, así como para obtener la certificación de buen manejo forestal nacional o internacional.

Se propone desarrollar una línea de trabajo que evalúe los costos reales de cada una de las metodologías de monitoreo de la biodiversidad que actualmente se utilizan en la región con la finalidad de hacer un comparativo que permita decidir el uso de aquella que resulte más eficiente y que cumpla los objetivos, o en su caso, buscar esquemas de financiamiento.

Derivado de la revisión de las diferentes políticas públicas o iniciativas relacionadas al tema de este trabajo se puede concluir que se requiere de un análisis de los mecanismos de fomento como puede ser el caso del Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019 operado por la CONAFOR ya que en sus bases señala que se debe realizar un manejo integral del territorio con una visión de paisaje sin embargo, la forma en que se aprueban los proyectos es a nivel predial. Se pudo observar como en predios colindantes no hay coordinación entre los responsables técnicos, lo cual puede llegar a generar impactos aún mayores a nivel ecosistema. Lo anterior llevaría al cuestionamiento si se cumplió con el objetivo de intensificar el manejo para incrementar la producción y productividad forestal y al mismo tiempo conservar la biodiversidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Barrón J., (2016), Manual de mejores prácticas de de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad de la región centro de México, PNUD. Zapopan, Jalisco México: 55 p.
- Brown E., Dudley N. y A. Lindhe, (2013), *Guía genérica para la identificación de Altos Valores de Conservación*. Red de Recursos de AVC. 76 p.
- CONABIO (2016a), *Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016 – 2030*. México D.F. 338 p.
- CONABIO (2016b), *Desarrollo de capacidades para el monitoreo de bosques en México*. Mexico D.F. 12 p.
- CONAFOR (2013), *Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad Forestal (Enaipros)*. CONAFOR, Zapopan Jalisco México. 63 p.
- CONAFOR (2014), Estudio de cuenca de abasto para la región Chignahuapan Zacatlán, Puebla. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/22/6249Chignahuapan%20-%20Zacatlan.pdf> (Accesado el 15 de marzo de 2018)
- CONAFOR (2019) *Certificación Forestal*. Disponible en <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/certificacion-forestal-59242> (Accesado el 14 de febrero de 2019)
- CONANP. (2013). *Programa de adaptación al cambio climático, Región Central de la Sierra Madre Oriental*. México. 108 p.
- Cortés M., Vargas S., y E. Jardel, (2014), *Guía para Identificar Altos Valores de Conservación en Ecosistemas Forestales de México*, Zapopan Jalisco, PNUD. 52 p.
- Diario Oficial de la Federación (2003), *Norma Oficial Mexicana NOM-061-ECOL-1994*. México. Diario Oficial de la Federación, 17 de octubre. México. 9 p.
- Diario Oficial de la Federación (2008), *Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006*. México. Diario Oficial de la Federación, 17 de octubre. México. 24 p.

- Diario Oficial de la Federación (2010), *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. México. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre. México. 78 p.
- Diario Oficial de la Federación (2015) Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2015 Para la certificación del manejo forestal sustentable de los bosques. México. Diario Oficial de la Federación, 16 de octubre. México 18 p.
- Diario Oficial de la Federación (2018), *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. México. Diario Oficial de la Federación, 5 de junio. México. 69 p
- Forest Stewardship Council (2009), *Estándares Mexicanos para la Certificación del Manejo Forestal al FSC*. 68 p
- García N. y M. Schmidt (2016), *Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad; Monitoreo de la degradación y cambios en la diversidad biológica*. CONABIO, México 224 p
- Guízar N., E. (2016), Estudio florístico de la cuenca de abasto de la región Chignahuapan – Zacatlán. CONAFOR, México 643 p
- Hernández J., A. Gámez, D. Espinoza, O. Tlaxcalteca, y T. González. (2018) *Lineamientos para el monitoreo articulado la biodiversidad (MTP + SMC): sector forestal*. 26 p
- Ramsar (2017), Guía de planificación participativa de la acción y técnicas para la facilitación de grupos. Disponible en https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/outreach_actionplanning_guide_s.pdf (Accesado el 18 de julio de 2017)
- SEMARNAT (2016a) Anuario estadístico de la producción forestal 2016. Mexico, 228 p
- SEMARNAT (2016b) Anuario estadístico de la producción forestal 2015. Mexico, 230 p
- SEMARNAT delegación Puebla (2017). Programas de manejo forestal vigentes en el estado de Puebla, correo electrónico a A. Gámez (alfredo.gamez@conafor.gob.mx) 11 de noviembre de 2017

- Vargas B. (2015), Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México. PNUD. Zapopan, Jalisco México: 90 p
- Wild Forest Consulting (2017), *Estudio regional de fauna silvestre en la UMAFOR 2108*. Chignahapan Puebla, México. 119 p
- Wild Forest Consulting, (2017b), *Estudio regional de fauna silvestre en la UMAFOR 2103*. Teziutlán, Puebla, México. 156 p

7. ANEXOS

Anexo 1. Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal



Propuesta de Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal

Jesús Hernández Castán¹, Alfredo Gamez², Daniel Espinoza², Oscar Tlaxcalteca¹, Tonatiuh Gonzalez³

¹SEMARNAT Delegación Puebla

²CONAFOR Gerencia estatal Puebla

³Wild Forrest Counsultign

PRÓLOGO

El monitoreo de la biodiversidad es un componente que se encuentra presente en diversos marcos regulatorios. Particularmente en aquellos relacionados al sector forestal, a nivel nacional, destacan la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la NOM-152-SEMARNAT “Criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal” y la NOM-061-SEMARNAT “Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal”; a nivel internacional, por citar un ejemplo, están los “Estándares mexicanos para la certificación del manejo forestal – Forest Stewardship Council (FSC)”.

Basándose en lo anterior en México, en el año 2013, surge la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS), la cual está orientada a fortalecer los criterios de sustentabilidad del manejo forestal y a mejorar la competitividad del sector a fin de que la silvicultura se convierta en una oportunidad para mejorar la calidad de vida de las comunidades locales, pero también en una efectiva herramienta que propicie las mejores condiciones y prácticas de conservación de la biodiversidad. (CONAFOR, 2013).

Aun cuando existen leyes y programas de fomento que promueven la conservación de los ecosistemas en nuestra nación, el monitoreo de la biodiversidad, especialmente en predios forestales, es una actividad poco desarrollada siendo escasos los elementos técnicos e información de utilidad en los que, tanto los prestadores de servicios técnicos forestales como las instituciones públicas, pueden basar su toma de decisiones.

El presente documento busca incidir en dicha situación, propone la articulación y unificación de metodologías de monitoreo de biodiversidad algunas de las cuales ya se realizan actualmente en el país, ofreciendo una alternativa para generar información en tres niveles (predio, ecosistema y paisaje), con el objetivo de que los datos recabados (a cualquier nivel) sean compatibles y comparables entre sí, pero además, se puedan vincular a bases de datos nacionales, facilitando su análisis y conduciendo a una mejor gestión territorial en favor del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La elaboración de esta propuesta se basa en estudios previamente realizados, intensos trabajos de sensibilización, talleres, y fundamentalmente en las opiniones de asesores técnicos forestales, de organizaciones no gubernamentales, de organismos educativos así como de expertos en la materia, por lo que puede considerarse como la suma voluntades de personas e instituciones interesadas en la conservación de los ecosistemas del estado de Puebla; a todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

Es el punto de partida de un proceso, y por lo tanto, una iniciativa viva que irá robusteciéndose al paso del tiempo.

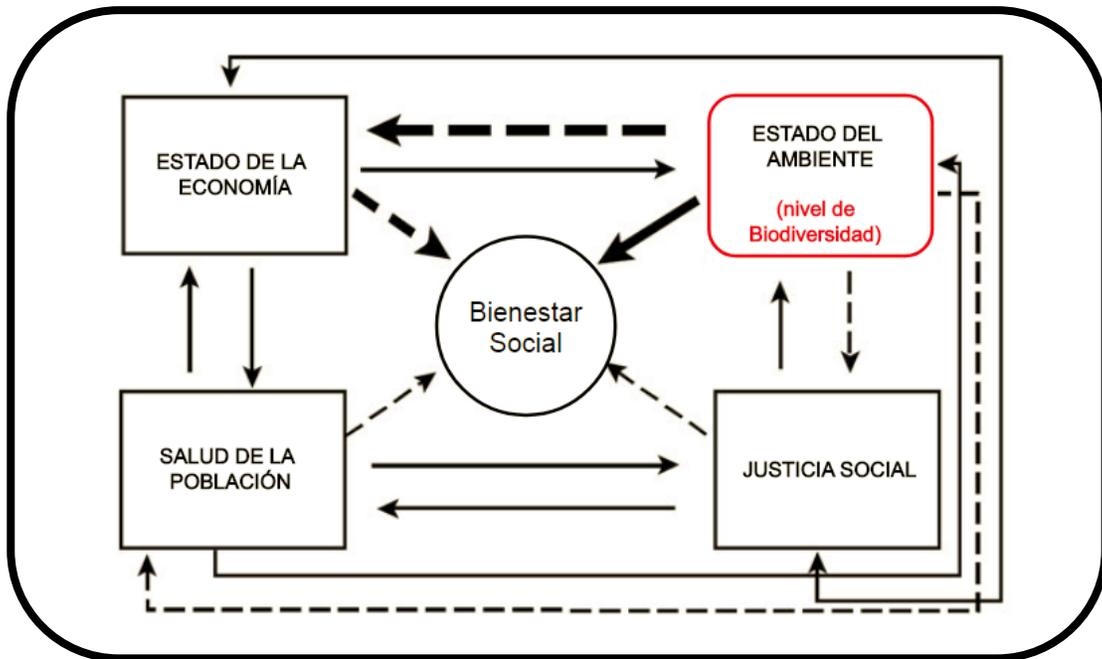
Contenido

Prólogo.....	70
INTRODUCCIÓN	73
Importancia de la biodiversidad.....	73
Enfoque de ecosistemas en la estudio de la biodiversidad.	75
FUNDAMENTOS OPERATIVOS PARA LA PROPUESTA	77
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)	77
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)	78
Programa Nacional Forestal.....	79
Estrategia nacional sobre biodiversidad de México 2016 – 2030 (ENBM)	79
Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad 2013-2018 (ENAIPROS)	81
PROPUESTA DE MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD EN EL SECTOR FORESTAL	82
Generalidades	82
Orientación estratégica	84
Metodología.....	86
Protocolo de muestreo a escala predial (MTP)	87
Protocolo de monitoreo a nivel ecosistema y paisaje (SMC)	89
Operatividad de la propuesta	91
VENTAJAS DE UTILIZAR LA PROPUESTA DE MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD (MTP + SMC) EN PREDIOS BAJO MANEJO FORESTAL.	93
TRABAJOS Y ESTUDIOS CON LOS QUE SE CUENTA ACTUALMENTE	94
CONSIDERACIONES FINALES:	94
BIBLIOGRAFÍA (Literatura citada y referencias generales)	96

INTRODUCCIÓN

Importancia de la biodiversidad

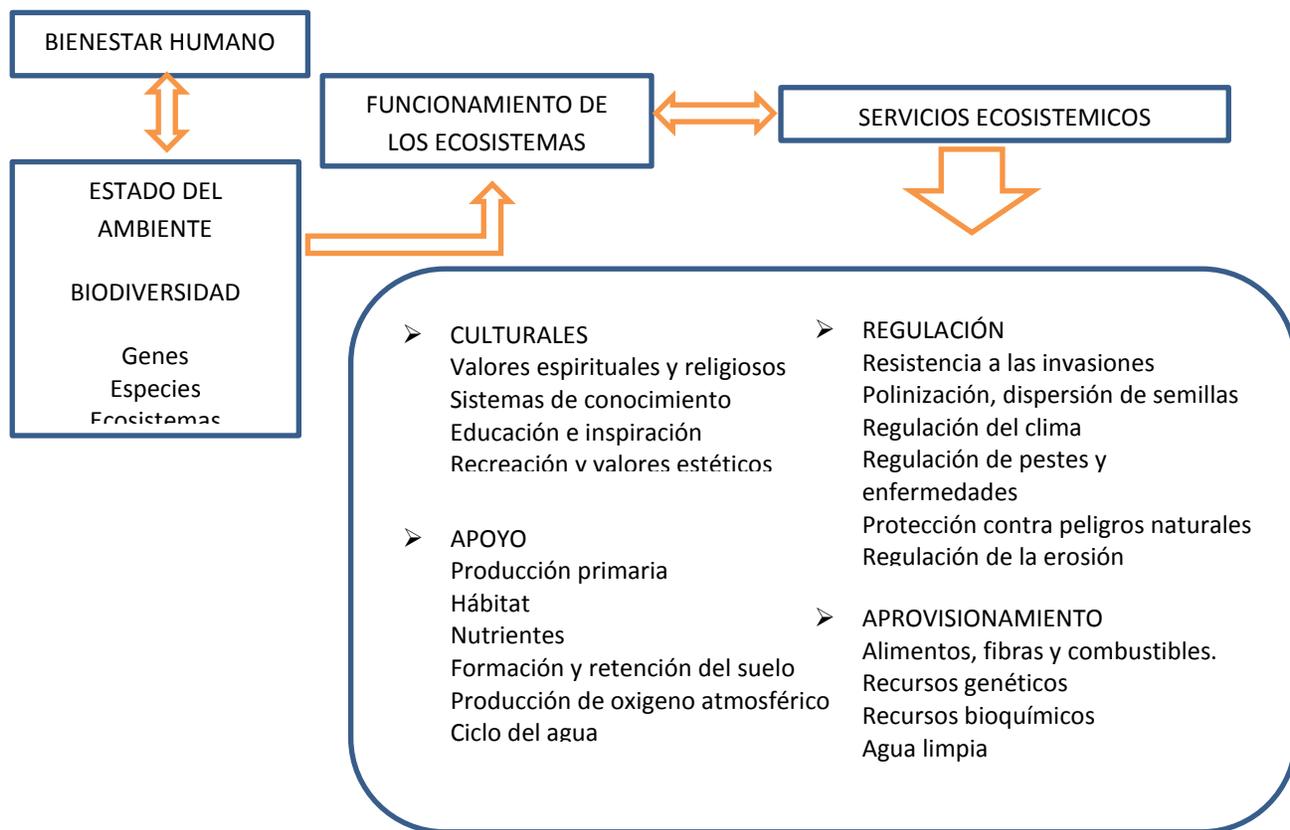
De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), de la cual México forma parte, es trascendental promover políticas encaminadas a aumentar el bienestar económico y social de las personas, reconociendo que la calidad de vida de la población depende de cuatro pilares fundamentales: Estado de la economía, la Salud, Justicia social y el Estado del ambiente; refiriéndose este último a la biodiversidad. Es así que la diversidad biológica debe ser conceptualizada, entre otras acepciones, como patrimonio social, pues es parte constitutiva del bienestar de la población (Simonetti, 2016).



(Kahn et al. 2001, OECD)

La biodiversidad se reitera como un bien cuando de ésta se proveen los recursos y servicios de los cuales la población depende (de manera consciente e inconsciente),

hablándose entonces de “Servicios ecosistémicos”, mismos que se pueden entender como las contribuciones directas e indirectas al bienestar humano a través de los procesos ecológicos que permiten el desarrollo en las diferentes dimensiones sociales, económicas, culturales, políticas, tecnológicas, simbólicas y religiosas (MINAMBIENTE, 2017).



Elaboración propia. Servicios de los ecosistemas y la relación con el bienestar humano, información tomada de:

https://www.researchgate.net/profile/Luciana_Pujol_Lereis/publication/237313097_Biodivers

Los servicios ecosistémicos son por tanto la relación explícita entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano, su conceptualización, aunque ampliamente discutida en cuanto a fundamento filosófico, ha ayudado a orientar o reorientar la gestión territorial que sustenta la calidad de vida en múltiples escenarios de cambio ambiental.

Contextualizando lo anterior, el rol que juega la biodiversidad en el desarrollo humano es de gran magnitud, se estima que el 40 % de la economía mundial yace en la

biodiversidad y los servicios ambientales que los ecosistemas producen, entre los cuales se pueden desatacar la producción de recursos maderables, vegetales y animales comestibles, combustibles, turismo, entre otros.

De particular importancia es la productividad y servicios derivados de los ecosistemas forestales, mismos que en los últimos años han ganado gran importancia y reconocimiento debido a su biodiversidad, la diversificación de productos que generan de manera directa e indirecta, así como las aportaciones estratégicas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

México es considerado como un país megadiverso, pues forma parte de un grupo de naciones que representa el 70% de la biodiversidad mundial (EMBIOMEX, 2016), a pesar de poseer sólo el 1.5% de la superficie del planeta, aloja aproximadamente a un 10% de las especies conocidas (CONABIO, 2012), siendo también un importante centro de origen, domesticación y diversificación de distintos grupos biológicos particularmente vegetales.

La conservación de la biodiversidad representa un gran reto para el país ya que debe garantizar a las futuras generaciones su bienestar a través de servicios ecosistémicos sanos mientras provee a su población actual de bienes suficientes para alcanzar el estado de desarrollo deseado.

Esta situación exige instrumentos legislativos y de planeación nacional que ayuden a proteger, conservar y restaurar la diversidad biológica así como los servicios que de ella derivan, en este sentido el estado mexicano, destacándose por reconocer el valor y la importancia de la biodiversidad, ha elaborado referentes que buscan mantener en un buen estado la salud de los ecosistemas, tales son los casos de la Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad, la Estrategia Nacional de Conservación Vegetal y la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad 2013-2018 (ENAIPROS) (CONAFOR, 2016)

Enfoque de ecosistemas en el estudio de la biodiversidad.

El enfoque ecosistémico para la gestión de la biodiversidad deriva, entre otros referentes, del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), considerado el instrumento más importante en la promoción de la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable del capital natural mundial.

Es en si una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos tendiente a promover la conservación y la utilización sostenible de modo equitativo, está basado en la aplicación de metodologías científicas priorizando su atención en los niveles de organización biológica que abarcan las relaciones entre organismos y su ambiente. Este enfoque demanda adaptabilidad a la complejidad y dinámica de los ecosistemas, es aplicable a cualquier modelo de gestión y de conservación para dar soluciones a situaciones complejas (ANDRADE, 2011).

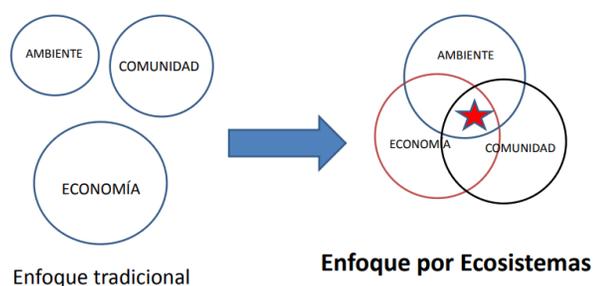
El enfoque ecosistémico contiene doce principios que son complementarios y están relaciones entre sí, de los cuales destacan para el interés de este documento, el principio número cinco, el seis y el principio número siete, a saber (Secretaría CBD, 2004):

Principio 5 del enfoque ecosistémico adoptado en el marco del CBD: Para mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de éstos debería ser un objetivo prioritario.

Principios 6 del enfoque ecosistémico adoptado en el marco del CBD: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.

Principio 7 del enfoque ecosistémico adoptado en el marco del CBD: El enfoque ecosistémico debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.

Asunto de Enfoques



Tomado de: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgioece/2011_sem_pol_pub_pres_01_epeters.pdf

En resumen el enfoque de los ecosistemas o enfoque ecosistémico es un marco conceptual y metodológico que integran las bases del manejo ecosistémico, que tiene como objetivos conservación, uso sostenible y distribución justa y equitativa de los bienes y servicios de la biodiversidad; entre sus principales cualidades, destaca, concebir al hombre, la sociedad y su cultura como componentes centrales de los ecosistemas.

Es por tanto el enfoque que se propone para el abordaje de la presente iniciativa.

FUNDAMENTOS OPERATIVOS PARA LA PROPUESTA

Esta sección aborda los referentes que permiten sustentar institucional y operativamente la presente iniciativa, el marco jurídico aplicable a la misma (no explicitado en el documento) es amplio y consta de leyes nacionales, tratados internacionales y diversos reglamentos.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)

El CDB es el instrumento más importante para conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, fue ratificado por México desde hace más de dos décadas. Busca impulsar acciones para ejecutar buenas prácticas en pro del desarrollo sustentable, tiene por objetivos:

1. La conservación de la diversidad biológica
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica
3. La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El convenio sobre la diversidad biológica fungió como parte aguas para la formulación de instrumentos nacionales, para el cuidado de la biodiversidad y es hoy día parte obligada del marco normativo para éstos.

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018, es el resultado de un esfuerzo participativo de planeación democrática. Sus objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores se alinean con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia. Alineando el compromiso del CBD, así como de otros tratados internacionales, el PROMARNAT a través del Objetivo cuatro promueve la conservación de la biodiversidad:

Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.

Estrategia 4.5 Promover la integración de diferentes esquemas de conservación, fomento a buenas prácticas productivas y uso sustentable del patrimonio natural.

4.5.3 Promover la implementación transversal de la Estrategia Nacional de Biodiversidad de México y las Metas Nacionales que de ella deriven, con todos los sectores de la APF.

Programa Nacional Forestal

El Programa Nacional Forestal 2014-2018 es una gran oportunidad de fortalecer al sector forestal al mismo tiempo que se alinea con las metas y objetivos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, contribuyendo de manera significativa a lograr un México Próspero. El programa se vincula a la biodiversidad mediante el objetivo uno con sus respectivas estrategias y líneas de acción:

Objetivo 1. Incrementar la producción y productividad forestal sustentable

Estrategia 1.3 Integrar la ejecución de mejores prácticas silvícolas y de conservación de la biodiversidad.

Líneas de acción

1.3.1 Desarrollar capacidades, metodologías y técnicas para la ejecución de mejores prácticas para el manejo y conservación de la biodiversidad.

1.3.2 Integrar el manejo de la biodiversidad en los instrumentos de planeación forestal a nivel regional y predial.

1.3.3 Impulsar el establecimiento de un sistema de monitoreo silvícola que considere la biodiversidad.

Estrategia nacional sobre biodiversidad de México 2016 – 2030 (ENBM)

Establece las bases para impulsar, orientar, coordinar y armonizar los esfuerzos de gobierno y sociedad para la conservación, el uso sustentable y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de los componentes de la diversidad biológica y su integración en las prioridades sectoriales del país. Los ejes estratégicos uno y tres se alinean a los objetivos que persigue el CDB de la siguiente manera:

Eje estratégico 1 CONOCIMIENTO

Objetivo: Para el 2030, se ha incrementado el conocimiento y valoración, de la diversidad y de los servicios ecosistémicos, impulsando la investigación científica interdisciplinaria, rescatando e integrando los conocimientos tradicionales e involucrando a la sociedad, con el fin de contribuir a una cultura de aprecio de la biodiversidad, al desarrollo sustentable del país y a la toma de decisiones

fundamentadas para garantizar su conservación, recuperación y uso sustentable, ante el cambio global.

Líneas de acción, acciones y especificaciones

1.1. Generación, documentación y sistematización del conocimiento.

1.1.1. Generar y mantener actualizada la información sobre el estado de conservación y funcionamiento de los ecosistemas.

- Conocer el papel que desempeñan los diferentes grupos funcionales sobre la estructura, la dinámica y el funcionamiento de los ecosistemas y en la provisión de servicios ambientales.
- Establecer estándares y protocolos en la investigación aplicada (manuales y lineamientos) que permitan evaluar el estado de conservación de los ecosistemas y que faciliten el uso de información entre dependencias.

1.4.5. Desarrollar y fortalecer sistemas de monitoreo para el manejo integrado de ecosistemas.

- Diseñar protocolos de monitoreo estandarizados.
- Desarrollar indicadores para el monitoreo de las tendencias de cambio en los servicios ecosistémicos, incluyendo valoraciones económicas.

Eje estratégico 3 USO Y MANEJO SUSTENTABLE

Objetivo: Para 2030, los usuarios de la biodiversidad, en los ámbitos públicos, privado y social, cuentan con las capacidades y oportunidades para que el aprovechamiento de esta sea sustentable y diversificado, mediante una gestión y manejo eficaces. Los productos y servicios obtenidos cuentan con valor agregado y son incorporados en mercados con un enfoque de permanencia, estabilidad y funcionalidad a largo plazo, asegurando que el reparto de los beneficios derivados sea cada vez más justo y equitativo.

Líneas de acción, acciones y especificaciones

3.1. Aprovechamiento sustentable

3.1.1. Incorporar criterios y requerimientos de sustentabilidad para el aprovechamiento de la vida silvestre, forestal (maderable y no maderable), agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola, en los diferentes instrumentos de gestión, incluyendo programas de diversificación y reconversión productiva.

- Considerar las experiencias de conservación de biodiversidad en bosques bajo manejo, evaluando su grado de éxito, además de su productividad respecto a los bienes y recursos de interés humano.

3.1.2. Instrumentar esquemas realistas y efectivos de monitoreo de poblaciones de bajo aprovechamiento, y los métodos para la estimación de tasas de aprovechamiento sustentable y el establecimiento de umbrales de alerta.

- Considerar que el monitoreo es el seguimiento de la población manejada en todos sus aspectos, incluyendo el hábitat.

Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad 2013-2018 (ENAIPROS)

La Estrategia tiene como objetivo principal el promover el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales que permita optimizar la productividad, incrementar la producción, conservar la biodiversidad y transformar y comercializar los productos resultantes de estas acciones en beneficio de los dueños y poseedores del recurso.

COMPONENTE II. SILVICULTURA Y MANEJO FORESTAL

Resultado esperado: Impulsar la ordenación forestal aplicando técnicas silvícolas que permitan optimizar la capacidad productiva de los bosques, conservando la biodiversidad. Los indicadores, metas y líneas base son los siguientes:

Indicadores	Línea base	Meta
Superficie forestal incorporada o reincorporada al manejo técnico con criterios de optimización de la capacidad productiva, ordenación forestal y conservación de la biodiversidad.	68,247 ha	4.6 millones de ha
Superficie bajo manejo forestal ejecutando acciones de intensificación de la silvicultura y prácticas para la conservación de la biodiversidad	68,247 ha	1.14 millones de ha
Superficie forestal certificada en algún esquema reconocido por el Sistema Nacional de Certificación Forestal	826,000 ha	2.5 millones de ha

Indagando en los referentes anteriores, desatacan dos términos importantes alineados al objetivo de la presente iniciativa, los términos que comparten estos documentos son: servicios ambientales y conservación de la biodiversidad*, siendo este el fin último.

*En base a la Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente estos conceptos se pueden definir de la siguiente manera:

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Servicios ambientales: los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano.

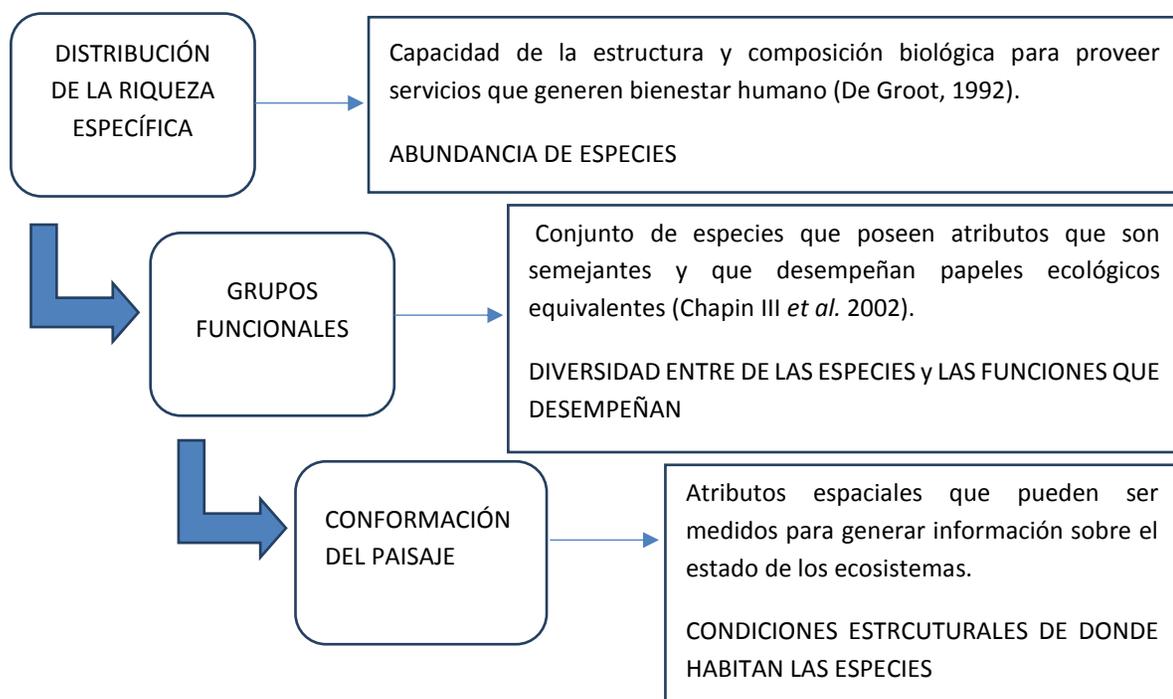
PROPUESTA DE MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD EN EL SECTOR FORESTAL

Generalidades

Ante las tendencias de cambio en el paisaje y sus efectos sobre la biodiversidad, es fundamental conocer el estado que ésta guarda para así tomar decisiones certeras respecto a su gestión, uso y conservación. Particularmente en el sector forestal existe una profunda preocupación sobre los efectos del manejo en las plantaciones comerciales y su relación con la diversidad biológica.

Así entonces se propone un sistema de monitoreo articulado con esquemas de aplicación a distintas escalas pero con un consistente tipo de unidades y esfuerzos de muestreos, el sistema puede ser operado desde una visión modular y comprende 12 días de trabajo efectivo al año, se alinea además a metodologías que ya se están aplicando en el sector ambiental y permite la articulación de información con bases de datos nacionales, posibilita así la generación de diversos análisis en función a las necesidades de las instituciones y los poseedores del territorio.

La propuesta reconoce que entender cómo funciona la biodiversidad y sus relaciones inter e intraespecíficas resulta complejo, por ello adopta un esquema escalar para estudiarla y comprenderla, abordando su estudio a partir de tres elementos fundamentales: riqueza de especies, grupos funcionales e indicadores de paisaje, ello con el objetivo de, en suma, conocer el estado de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad en general.



Bajo este esquema se proponen acciones de monitoreo por cada nivel que permitan conocer los procesos que generan y mantienen a la biodiversidad como un indicador del estado del ecosistema.

Es destacable el enfoque de grupos funcionales debido a que la gran cantidad de seres vivos que pueden coexistir en un ecosistema haría casi inviable monitorearlo todo, siendo posible conocer el estado que guardan los servicios ambientales y analizar indirectamente la biodiversidad estudiando las respuestas de determinados grupos biológicos a cambios en los procesos ambientales, provocados, por ejemplo, por disturbios naturales o de origen humano (Smith et al. 1997; Duckworth et al. 2000; Hooper et al. 2002; Lavorel y Garnier 2002).

El monitoreo de la distribución de la riqueza específica se basa en observar las acciones de manejo y sus impactos sobre la cantidad/ausencia y presencia de especies (pudiendo ser negativos y/o positivos). Pudiendo relacionarse éstos a acciones propias de la actividad forestal como la tala selectiva y el deshierbado, acciones que se relacionan a su vez con procesos como la distribución natural, dispersión, migración, regeneración y sucesión, extinciones locales, muchos de los cuales son comprendidos en mayor profundidad a partir del análisis de grupos funcionales ya explicado.

Por último el análisis de los indicadores de paisaje permite conocer como la actividad incide en los patrones de la estructura del hábitat y la diversidad de éste, lo que se relaciona con el potencial de uso por parte de la biodiversidad y los servicios que de ello se desprenden.

Orientación estratégica

El análisis de los procesos que generan y mantienen a la biodiversidad, mediante los tres elementos ya abordados, puede realizarse con varias orientaciones, es por ello que resulta pertinente tener un objetivo claro de trabajo.

Se enuncian aquí tres preguntas que dan cuenta del porque es necesario realizar el monitoreo de la biodiversidad de la forma planteada y a distintas escalas, también guían la manera en que la información debe integrarse.

1. **¿Cuál es la contribución de los bosques bajo manejo forestal a la conservación de la biodiversidad en el paisaje?**

Objetivo: Esclarecer el rol que juegan los bosques manejados (en su conjunto) dentro de un mosaico de actividades que en suma dan lugar a la biodiversidad de una región.

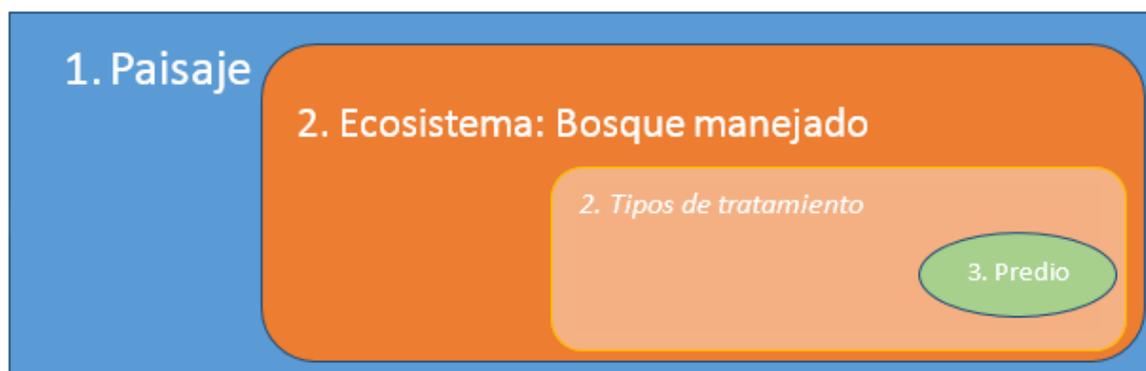
2. **¿Cuál es el efecto de los diferentes tipos de tratamientos forestales sobre la biodiversidad de los bosques bajo manejo?**

Objetivo: Conocer cómo los diversos tratamientos silvícolas influyen la dinámica de la biodiversidad al interior de los bosques manejados.

3. **¿Cuál es el resultado de los tratamientos y actividades complementarias en un predio bajo determinado tipo de manejo forestal, en relación con la diversidad biológica local?**

Objetivo: Saber el efecto que una práctica concreta genera en un predio bajo un tipo determinado de manejo silvícola en relación con la biodiversidad.

Dichos cuestionamientos son referentes que pueden conducir a una mejora en la toma de decisiones. Es importante notar que cada uno está contenido en el anterior, por lo que sólo es posible responderles bajo análisis de escalas espaciales distintas, a saber: Predial, Hábitat (Ecosistema forestal bajo manejo) y Paisaje.



Elaboración propia: Escalas espaciales de análisis de la biodiversidad en la propuesta de monitoreo articulado.

Metodología

Anteriormente se planteó realizar el monitoreo de los tres elementos desagregados de la biodiversidad a tres escalas espaciales (predial, ecosistema y paisaje) tomando como guía las preguntas que se muestran en el apartado de orientación estratégica, a continuación se muestra una tabla donde se conjuga además el indicador propuesto y los índices con los que se pretende medirlo.

Elementos de la biodiversidad a analizar	Interrogante	Escala de análisis	Indicador propuesto	Índice relacionado	Protocolo para colecta de datos
Conformación del paisaje	<i>¿Cuál es la contribución de los bosques bajo manejo forestal a la conservación de la biodiversidad en el paisaje?</i>	Paisaje	Patrones de paisaje. Estructura de hábitat (Horizontal/ Vertical)	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de área de parche en el paisaje (%) (CBD – PNUD, El Salvador) • Riqueza relativa de parches en el paisaje (CBD – PNUD, El Salvador) • Dominancia relativa de parches en el paisaje (CBD – PNUD, El Salvador) • Dominancia relativa entre formas de vida <ul style="list-style-type: none"> • IVI • Índice de diversidad verdadera 	<ul style="list-style-type: none"> • SMC
Conformación del paisaje Grupos funcionales	<i>¿Cuál es el efecto de los diferentes tipos de tratamientos forestales sobre la biodiversidad de los bosques bajo manejo?</i>	Ecosistema: (bosque manejado)	Estructura de hábitat Grupos funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura vertical de la vegetación (PNUD- UNEP-WCMC) • Estructura horizontal de la vegetación (PNUD- UNEP-WCMC) • Dominancia relativa entre formas de vida <ul style="list-style-type: none"> • Abundancia relativa de grupos funcionales (PNUD- UNEP-WCMC) • Dominancia relativa de grupos funcionales <ul style="list-style-type: none"> • IVI • Índice de diversidad verdadera 	<ul style="list-style-type: none"> • SMC • MTP
Grupos funcionales Distribución de la riqueza específica	<i>¿Cuál es el resultado de los tratamientos y actividades complementarias en un predio bajo determinado tipo de manejo forestal, en relación con la diversidad biológica local?</i>	Predial	Grupos funcionales Riqueza de especies	<ul style="list-style-type: none"> • Abundancia relativa de grupos funcionales (PNUD- UNEP-WCMC) • Dominancia relativa de grupos funcionales • Abundancia relativa de especies (PNUD- UNEP-WCMC) • Diversidad relativa de especies (Shannon) (PNUD- UNEP-WCMC) • Wild Bird Index (Reed+ ; BIP, CBD) • Wildlife picture Index (Reed+ ; BIP, CBD) <ul style="list-style-type: none"> • IVI • Índice de diversidad verdadera 	<ul style="list-style-type: none"> • MTP

Fuente: Elaboración propia.

Los índices están a su vez tomados de proyectos específicos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Convenio de Diversidad Biológica, el Centro mundial de conservación y monitoreo así como el programa de Reducción de emisiones por deforestación y degradación ambiental plus así como el *Biodiversity Indicators Partnership*.

Protocolo de muestreo a escala predial (MTP)

Objetivo: generar información que permita conocer la riqueza y dinámica de la flora y fauna en un predio bajo manejo forestal.

Se trata de un muestreo sistemático sobre un transecto definido en combinación de puntos de análisis, se enfoca en flora (estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo) y fauna aunque de ésta última particularmente en mamíferos (medianos y grandes, excepto voladores), aves, anfibios y reptiles.

Para realizar la medición de aves la metodología consiste en establecer cinco puntos de observación a lo largo de 2.5 km lineales, se deberá contar el número de individuos por especie detectada en un radio de 25 metros, la permanencia en estos será de 10 minutos y los sitios estarán separados entre sí por una distancia de 500 metros, cada punto será revisado dos veces al día, una vez por la mañana (entre las 6:30 y 10:30 horas) y otra por la tarde (entre las 16:00 y 18:30 horas) (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996).

Para el realizar el muestreo de mamíferos es necesario distribuir cinco cámaras trampa separadas entre si cada 500 metros, su ubicación es coincidente con los sitios de observación de aves, estas cámaras deben estar programadas para tomar 3 fotos más 1 video por cada evento de captura. La hora de instalación de las cámaras será a las 12pm y deberán estar en funcionamiento en campo durante un periodo de 30 días.

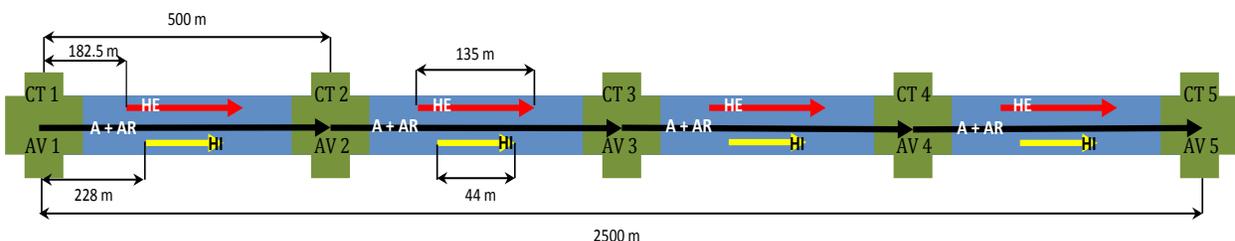
En cuanto a los anfibios y reptiles se deben realizar cuatro transectos de 135 metros de largo por 10 metros de ancho, cada transecto debe iniciar 182.5 metros después de donde se colocó la cámara trampa, será necesario recorrerles a velocidad constante, el registro de los ejemplares se llevará a cabo únicamente dentro del transecto, es

necesario revisar microhábitats donde se pudieran alojar los organismos, se recomienda hacerlo entre las 10:00 y las 16:00 hrs (Foster, 2012).

Para el caso del estrato herbáceo, se utiliza una modificación de la línea Canfield, en la que cada 10 cm se identifican las especies, se mide su altura y distancias que interceptan a la misma. Para la ubicación de las líneas Canfield, se miden 228 m lineales, a partir de cada cámara trampa, desde este punto se traza dicha línea con una longitud de 44 m.

Para los estratos arbustivos y arbóreo, se utiliza la metodología del individuo más cercano a lo largo de cuatro transectos de 500 metros lineales. Dichos transectos corresponden a la separación que hay entre cada una de las cinco cámaras colocadas. Se mide entonces el árbol y arbusto más cercano a línea cada 15.6 metros, se registra la especie, distancia a la línea central, altura total, diámetro normal (1.30 m para los árboles y 20 cm para el caso de arbustos), diámetros de la copa y las tres primeras hojas o ramas más cercanas al suelo (máximo a dos metros de altura). Al final, en cada transecto de 500 m se habrán medido 32 arbustos y 32 árboles.

El protocolo anterior ejecuta de manera conjunta, es decir en un mismo día y se repite una vez por mes a lo largo de los siguientes: bimestres Enero-Febrero, Abril-Mayo, Julio-Agosto y Octubre-Noviembre, preferentemente en la primera quincena de cada caso. El diseño del protocolo sigue el patrón de franja – red, lo cual permite incrementar la eficacia en la generación de registros, debiéndose llevar a cabo en sitios representativos del predio bajo análisis siendo éstos diferentes a través del año, pero no entre años.



Esquema resumen de protocolo de monitoreo predial. CT (cámara trampa), AV (punto de conteo de aves silvestres), HE (transecto para herpetofauna), A+AR (transecto para arbustos y árboles), HI (línea Canfield para hierbas).

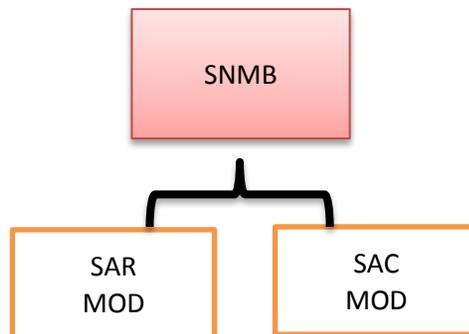
Fuente: Elaboración propia.

Protocolo de monitoreo a nivel ecosistema y paisaje (SMC)

A nivel mundial el monitoreo a escala de paisaje se realiza con sistemas de muestreo coordinado como por ejemplo el Multiple Species Inventory and Monitoring Technical Guide del servicio forestal de los Estados Unidos de Norteamérica, o el sistema de monitoreo de la diversidad Biológica de Panamá.

En México existe un Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB), además de un protocolo establecido para el desarrollo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS). Referentes a partir de los cuales se generan datos en sistemas multianuales que permiten conocer la gestión de los servicios ecosistémicos del país, así como los cambios que ocurren dentro de ellos, ya sea por causa naturales o antrópicas.

Particularmente el SNMB es un sistema que utiliza protocolos de captura de datos de vegetación, impactos ambientales, plagas, especies invasoras, registros extra, mamíferos y aves, entre otros, con esta información puede evaluar las tendencias regionales y nacionales en torno a la biodiversidad. El SNMB está conformado por Sistema de Alta Resolución de Monitoreo de la Biodiversidad (SAR-MOD) y el Sistema de Amplia Cobertura de Monitoreo de la Biodiversidad (SAC-MOD).



Si bien el SNMB y el INFyS se desarrollan por separado lo cierto es que coinciden en gran cantidad parámetros medidos, así como en distribución espacial de puntos de monitoreo.

En conjunto cubren una amplia variedad de condiciones de hábitat y uso de suelo, como pueden ser Áreas Naturales Protegidas, Ejidos, Predios Privados y Sitios de interés para

con duración de 20 minutos, se ejecutan transectos para la búsqueda de huellas y rastros de mamíferos, 3 de 45 metros cada uno. Además se miden los diámetros normales de 32 árboles en cada sitio de análisis, la altura y cobertura de éstos, así como la abundancia y cobertura de arbustos en el lugar de estudio.

Con estos datos, se pueden estructurar análisis descriptivos de la condición estructural del hábitat, la potencia de monitoreo es de un hectárea y cobra un mayor valor en términos de representatividad estadística entre mayor sea la región de análisis, además ello disminuye considerablemente el esfuerzo de muestreo individual de quien ejecuta el procedimiento. Por último la estructura de la información recabada permite homologar los datos con el sistema de monitoreo predial propuesto y ya antes explicitado, lo que incrementa considerablemente las fuentes de información para la robustez de los análisis, además permite la alineación de la iniciativa con los esfuerzos que se realizan a nivel nacional.

El protocolo se ejecuta en el mismo sitio dos veces por año, vez en cada uno de los bimestres Febrero-Abril y Julio-Septiembre, para el caso de la presente propuesta se consideran como fechas idóneas el mes de Marzo para la primera temporada y Septiembre para la segunda.

Si bien existe una malla de puntos definidos para todo el SNMB, la metodología puede ser aplicada en cualquier sitio, si un determinado predio coincide con la malla nacional la información podrá emplearse no sólo para los fines propios del interesado, sino además, para alimentar la base de datos del país, si no es así, la realización de la metodología permitirá mínimamente hacer comparativos entre las zonas bajo el mismo tratamiento metodológico dentro y fuera de la malla, lo que enriquece ampliamente las posibilidades de análisis que lleven a una mejor toma de decisiones.

Operatividad de la propuesta

Aunque puede llegar a pasar desapercibido al inicio, los protocolos MTP y SMC seleccionados para las diferentes escalas de análisis emplean sistemas de monitoreo

similares (transectos, cámaras trampa, puntos de observación de aves entre otras) así como esfuerzos de muestreo idénticos o en un sistema de múltiples (MTP: Transectos de 135 m Vs. SMC: 3 transectos de 45 metros cada uno; MTP: Sitios de observación de aves con permanencia de 10 minutos dos veces al día Vs. MSC: Sitio de observación de aves con permanencia de 20 minutos una vez por evento entre otros), lo que posibilita tras un breve procesamiento de datos (Rarefacción) hacer comparativa la información y de esta manera aprovechar todo el sistema propuesto para tener:

- 1) Base de datos a nivel predial (MTP) : Permite concentrar información relativa a prácticas determinadas en predios seleccionados
- 2) Base de datos a nivel ecosistema/paisaje (SMC): Permite concentrar información relativa a tipos de manejo o la actividad forestal como un todo
- 3) Base de datos integrada (MTP+SMC): Busca unificar los trabajos robusteciendo los datos
- 4) Base de datos de sitios compartidos a nivel nacional bajo el SNMB (SMC): Permite comparar lo que está pasando en predios bajo manejo forestal con predios bajo otros sistemas de gestión de los recursos naturales

El protocolo completo (MTP+SMC) se ejecuta en un total de 12 días al año distribuidos de la siguiente manera:

Mes de ejecución												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Protocolo	MTP	MTP	SMC	MTP	MTP		MTP	MTP	SMC	MTP	MTP	
Tiempo de ejecución	1 Día	1 Día	2 Días	1 Día	1 Día		1 Día	1 Día	2 Días	1 Día	1 Día	
Personal requerido	1 Monitor 1 Guía local	1 Monitor 1 Guía local	3-5 Monitores día 1 y uno el día 2	1 Monitor 1 Guía local	1 Monitor 1 Guía local		1 Monitor 1 Guía local	1 Monitor 1 Guía local	3-5 Monitores día 1 y uno el día 2	1 Monitor 1 Guía local	1 Monitor 1 Guía local	

El equipo requerido para la ejecución es el siguiente:

PROTOCOLO	
MTP	SMC
5 Cámaras trampa	1 Cámara trampa
5 Memorias SD 32G	1 Memorias SD 32G
1 Cinta métrica 100mtrs	3 Cinta métrica 100mtrs
1 Cinta métrica 50 metros	3 Cinta métrica 50 metros
1 Binocular 10 x 40 o superior	1 Binocular 10 x 40 o superior

1 Guía de Aves local o similar	1 Guía de Aves local o similar
1 Gancho herpetológico	1 Grabadora bioacústica
1 GPS	3 GPS
1 Flexómetro	3 Flexómetros
1 Cámara fotográfica	1 Cámara fotográfica
1 Juego de formatos de campo	1 Juego de formatos de campo
1 Cinta diamétrica	3 Brújulas
	3 Clinómetros
	3 Cintas diamétricas

Los costos básicos de operación (sin contemplar la compra de equipo) varían conforme al precio del día de trabajo en cada región y al tipo de transporte empleado para llegar a los sitios así como de que tan alejados estén éstos, sin embargo el número de monitores requerido así como el tiempo de ejecución referido en tablas anteriores permite una estimación gruesa del dato. A manera de referente, en experiencias previas, por un sitio similar al MTP se invierten en honorarios cerca de \$950 pesos y al MSC alrededor de \$2300.

VENTAJAS DE UTILIZAR LA PROPUESTA DE MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD (MTP + SMC) EN PREDIOS BAJO MANEJO FORESTAL

- El muestro predial (MTP) en conjunción con el sistema de monitoreo coordinado (SMC) pueden ser empleados como un mecanismo de alerta temprana para conocer los efectos del manejo forestal en la biodiversidad a nivel de hábitat y/o región, en base a la identificación de la riqueza taxonómica y grupos funcionales.
- El diseño y la escala de análisis reducen la intensidad de muestreo local aminorando costos y tiempo de operación: Muestreo Predial (1Día x 1Persona x Predio/4Bimestres) + Sistema de Monitoreo Coordinado (4Día x 3-5Personas + 1Día x 1Persona x 1Sitio/Año) = 12 días al año.
- Dado que parte del protocolo seleccionado para el monitoreo de ecosistema y paisaje (SMC) es a su vez un componente del Sistema Nacional de Monitoreo

de la Biodiversidad, mismo que se realiza hoy día en concordancia con la malla del INFyS, así como dentro de diversas Áreas Naturales Protegidas, existen datos complementarios para robustecer los análisis.

- Hay esfuerzos similares en otras partes del mundo y se conoce ya la información que estas labores generan por lo que existe una certeza sobre su aplicación y resultados.

TRABAJOS Y ESTUDIOS CON LOS QUE SE CUENTA ACTUALMENTE

- Sensibilización sobre biodiversidad en el sector forestal: 90 técnicos capacitados MSC + 80 MTP (CONAFOR, 2017), 5 punto piloto MSC ya ejecutados.
- Estudios regionales de Fauna UMAFOR Chignahupan – Zacatlán
- Estudios regionales de fauna en bosques productivos.
- Grupo de apoyo (Grupo Interdisciplinario para la Protección de Especies Prioritarias) en disposición de apoyar el proceso.
- Se cuenta con equipo de monitoreo para equipar a 5 brigadas de manera simultánea (Con excepción de las grabadoras bioacústicas).
- Se tiene un grupo focal para el análisis de datos
- Se ha generado un primer acercamiento exploratorio con los encargados nacionales del SMNB y se está en disposición de apoyar el proceso.

CONSIDERACIONES FINALES:

- Realizar análisis que pretendan evaluar la diversidad total de especies y atributos relacionados a la actividad forestal y el paisaje en el que se inserta, puede llegar a ser demasiado costoso y requiere de una alta inversión en horas de trabajo.
- En general diversos estudios demuestran que, cuando no es una actividad central para una organización, emplear de 10 a 12 días al año en tal actividad es, en promedio, algo aceptable (Stork et al).
- Por ello se requiere un balance óptimo entre el esfuerzo de muestreo, la representatividad estadística y la forma de aproximarse a la biodiversidad.

- Si bien establecer un inventario total de especies puede ser un objetivo interesante para algunas instituciones, lo cierto es que analizar la presencia de organismos, su función ecológica y conocer a partir de ello el estado que guardan los servicios ambientales de un macizo forestal puede ser de mayor ayuda al sector, sobre todo considerando los mandatos que tiene.
- El monitoreo o seguimiento es una evaluación periódica para conocer tendencias del comportamiento de un sistema a través del tiempo.
- El monitoreo de la diversidad biológica debe medir y analizar tanto la dinámica natural como la dinámica antropogénica (Galindo Leal 1999).
- A nivel de hábitat la propuesta permite evaluar los efectos del manejo en una comunidad natural.
- A nivel de paisaje la propuesta permite comparar con otras condiciones y esclarecer el aporte del sector para la conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad.
- Permite identificar variaciones en patrones espacio-temporales, lo que puede arrojar alertas tempranas para la toma de decisiones.
- Es necesario que se acumulen datos de por lo menos 3-5 años.
- Una vez identificadas condiciones inusuales es necesario generar análisis o estudios complementarios.
- Ayuda a determinar si condiciones deseables u objetivos planteados están siendo alcanzados (Por ejemplo: Mayor productividad forestal conservando la BD).
- El método puede ser usado como base para estudios regionales o prediales más específicos.

BIBLIOGRAFÍA (Literatura citada y referencias generales)

- ANDRADE A., ARGUEDAS S., VIDES R., *Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico*, CEM-UICN, CI-Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB, 2011, 42 p.
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (1998). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. MÉXICO.
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2003). *LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE*. MÉXICO.
- CONABIO. (2012). *Capital Natural de México: Acciones estratégicas para su valorización, preservación y recuperación*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de CONABIO.
- CONABIO. (2016). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/cbd.html>
- CONAFOR. (25 de Noviembre de 2016). *CONAFOR*. Obtenido de CONAFOR: http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/pdf/Forestal_SP-S.pdf
- CONAFOR. (2013)., *Estrategia nacional de manejo forestal sustentable para el manejo de la producción y productividad* (págs. 6-7).
- Department of Agriculture, Forest Service, Washington Office. 204 p.
- Fedriani, J.M., Suárez-Esteban, A. 2015. Frutos, semillas, y mamíferos frugívoros: diversidad funcional de interacciones poco estudiadas. *Ecosistemas* 24(3): 1-4. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-3.01
- MINAMBIENTE. (4 de Enero de 2017). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura_/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

- Sarukhán, J., et al. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2004). ENFOQUE POR ECOSISTEMAS, 50 p. (Directrices del CDB). Montreal, Canadá
- GORE-RMS - SEREMI MMA RMS. 2013. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago. Licitación 1261-3- LP12/2012. Código BIP N°30096753-0. 145 pp.
- Latham, J.E., Trivedi, M., Amin, R., D'Arcy, L. (2014) Manual de referencia: Monitoreo de la biodiversidad para REDD+. Sociedad Zoológica de Londres, Reino Unido.
- García-Alaniz, N.,y M. Schmidt. 2016. Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 206 pp.
- Manley, P.N.; Van Horne, B.; Roth, J.K.; Zielinski, W.J.; McKenzie, M.M.; Weller, T.J.; Weckerly, F.W.; Vojta, C. 2006. Multiple species inventory and monitoring technical guide. Gen. Tech. Rep. WO-73. Washington, DC: U.S.
- Puerta-Pinero C., Gullison R.E., Condit R.S. 2014. Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá (version en Español). DOI <http://dx.doi.org/10.5479/si.ctfs.0001>.
- R. Prabhu and J. Soberon. *Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity*. (1997) (17th ed.). Jalan CIFOR, Situ Gede, Sindangbarang, Bogor 16680, Indonesia. Retrieved from WWW: <http://www.cgiar.org/cifor>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2009), *Biodiversidad, desarrollo y alivio de la pobreza: Reconociendo el papel de la biodiversidad para el bienestar humano*. Montreal. 52 páginas.

- SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). (2013). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat)*. MÉXICO: SEMARNAT.
- Simonetti, J. (14 de Junio de 2016). Seminario Regional de Ordenamiento y Gestión Territorial para la Conservación. Los Lagos, Chile.
- WWF. 2016. *Informe Planeta Vivo 2016. Riesgo y resiliencia en el Antropoceno*. WWF International, Gland, Suiza.
- N.E. Stork, T.J.B. Boyle, V. Dale, H. Eeley, B. Finegan, M. Lawes, N. Manokaran,
- Serrano Giné, D. (2012). *Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas* (73rd ed.). España: Departamento de Geografía, Universitat Rovira i Virgili. Retrieved from <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/370>.
- Peters, E., & Low Pfeng, A. (2011). *¿QUE ENTENDEMOS POR ENFOQUE ECOSISTÉMICO?* (1st ed.). México: INE (Instituto Nacional de Ecología). Retrieved from <http://www.ine.gob.mx/publicaciones>.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). (2013). *ESTRATEGIA NACIONAL DE MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD (ENAIPROS)*. MÉXICO: CONAFOR.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). (2015). *CRITERIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS PROGRAMAS DE MANEJO FORESTAL*. Zapopan, Jalisco, México.: CONAFOR.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL URBANA*. COLOMBIA: MINAMBIENTE.
- CONABIO, CONAFOR, CONANP, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (2016). *DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA EL MONITOREO DE BOSQUES EN MÉXICO*. MÉXICO: CONAFOR.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. (2016). *ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE BIODIVERSIDAD DE MÉXICO*. MÉXICO: CONABIO.

- Martínez Ramos, M. 2008. Grupos funcionales, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 365-412.
- GONZÁLEZ BONILLA, G., HERNÁNDEZ SILVA, D., MORALES CAPELLÁN, N., & FERNÁNDEZ BADILLO, L. (2016). *MANUAL BÁSICO PARA EL MONITOREO COMUNITARIO DE FAUNA SILVESTRE TERRESTRE* (1st ed.). MORELOS: WILD FOREST CONSULTING S.C.
- GONZÁLEZ BONILLA, G., HERNÁNDEZ SILVA, D., LOPEZ AGUILAR, L., & LOPEZ GARCIA N. (2016). *MANUAL BÁSICO PARA EL MONITOREO COMUNITARIO DE FLORA SILVESTRE TERRESTRE* (1st ed.). MORELOS: WILD FOREST CONSULTING S.C.
- PETEÁN, J. (2008). *Enfoque Ecosistémico, CBD y toma de decisiones*. Lecture, Río Branco, Acre, Brasil.

Anexo 2. MANUAL BÁSICO PARA EL MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD (MTP) SECTOR FORESTAL



*MANUAL BÁSICO PARA EL MONITOREO
ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD
(MTP): SECTOR FORESTAL*

MANUAL BÁSICO PARA EL MONITOREO ARTICULADO DE LA BIODIVERSIDAD (MTP): SECTOR FORESTAL



Giovany Tonatiuh González-Bonilla

Dante Alfredo Hernández-Silva

Wild Forest Consulting S.C.

Jesús Hernández-Castán

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Delegación Puebla –

Alfredo Gámez-Virues

Daniel Espinoza-Vizcarra

Comisión Nacional Forestal – Gerencia Estatal Puebla –

Oscar Tlaxcalteca

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Delegación Puebla –

© Wild Forest Consulting S.C.

© Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales –Delegación Federal Puebla –

© Comisión Nacional Forestal –Gerencia Estatal Puebla–



México, 2018

1. Biodiversidad



*Tierra, aire, agua, fuego: principios de la vida..., Biodiversidad:
principio de la riqueza de la vida. (Karla Sanabria).*

Seguramente hemos escuchado hablar de la diversidad y biodiversidad. Estas palabras son muy comunes hoy en día. Sin embargo, debemos entender bien el significado y la importancia de estas palabras tan sonadas. En nuestro planeta existen diferentes individuos, cada uno con una función distinta, de lo que depende el porvenir de las especies que tenemos.

Nos referimos a diversidad cuando se refiere a que algo es diferente. Por ejemplo, las personas tenemos una forma de pensar distinta a la persona de al lado. Además vestimos y hablamos diferente, tenemos preferencia por un color distinto; hay a quienes nos gusta el color azul o negro, algunos prefieren el amarillo, rosa o café, por mencionar algunos. En cada país hay un idioma que nos identifica, sin embargo, también en México se cuenta con una gran diversidad de idiomas nativos, existen personas que hablan Nahuatl, Chol, Totonaca, Mazateco, Mixteco, Zapoteco, Otomí, Tzotzil, Tzeltal, Maya, entre otros. Por lo tanto, existe diversidad de pensamiento, creencias, formas, tamaños, colores, lenguas, culturas, vestimenta, música, personas, etc. ¿Se imagina usted si todos fuéramos iguales?...

Ya que hemos hablado de la diversidad sigamos ahora con la “**biodiversidad**”. Ésta se refiere a la diversidad de la vida o formas de vida. Ya que “bio” es “vida”. Es decir, seres vivos, como plantas, animales, hongos, bacterias, etc.

En nuestro país existe la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que menciona que México es reconocido a nivel mundial por su gran diversidad de especies de plantas y animales, cabe mencionar que se ha calculado que en nuestro país viven alrededor de 18,000 a 30,000 (26,495 descritas) especies de plantas, se calcula que entre 10,000 a 13,000 son endémicas, las cuales se concentran principalmente en las zonas áridas y semiáridas; ocupamos el quinto lugar en anfibios, el segundo en reptiles, un tercero en mamíferos y el onceavo lugar en aves. Lo que nos hace un país megadiverso. La gran biodiversidad de México se da porque tenemos muchos tipos de climas (cálidos secos y húmedos, templados, fríos secos y lluviosos) y de relieve (desde montañas hasta lugares planos y grandes extensiones de playas). También contamos con muchos tipos de vegetación como

bosques de pino, encino, pino-encino, encino-pino, bosques de niebla, selvas secas y húmedas, matorral, manglares, pastizales nativos, etc.

La biodiversidad se expresa en tres niveles que son: variabilidad genética, número de especies en un lugar y los ecosistemas.

La llamada variabilidad genética son aquellas diferencias que se puede dar entre individuos de una misma especie. Si hablamos de la especie humana, por ejemplo; cada uno tiene un tipo de sangre diferente, en nuestro interior existen los llamados “genes” en donde se guarda la información de nuestro color de ojos, de cabello, tono de piel, estatura, tipo de voz, entre otros. Por lo que la expresión de los genes hace que nos diferenciamos entre las demás personas. Por ejemplo las personas de México somos muy distintas a las que habitan en China, África o Japón a pesar de que somos de la especie humana.

La variabilidad genética es la que hace que algunas especies de plantas y animales sean más resistentes a altas temperaturas o sequías, cambios en la disponibilidad de alimentos, enfermedades y otros.

Cuando una especie presenta mayor variabilidad genética, es más fácil que se adapte a otras condiciones ambientales. Por esto, en una especie que tiene poca variabilidad genética es más probable su extinción.

Un segundo nivel de expresión (organización) es el número de especies que viven en un espacio determinado. Esto se refiere a la variedad o número de especies diferentes. Mientras más especies tenga un sitio, se dice que tiene una mayor riqueza biológica, pero no necesariamente una mayor biodiversidad.

En el tercer nivel de expresión (organización) encontramos a los ecosistemas. Un ecosistema está formado por un conjunto de seres vivos (plantas, animales, hongos, bacterias, etc) que se relacionan entre sí, que viven en un lugar, que tiene condiciones ambientales determinadas de acuerdo a su tipo o estilo de vida como temperatura, luz, agua, suelo, etc. Hay ecosistemas acuáticos: todos los animales y plantas que viven en los mares, océanos, ríos, lagos, pantanos, arroyos y lagunas, entre otros. Como caballitos de mar, delfines, ballenas, distintas especies de peces, tortugas, medusas, cangrejos, entre otros. También existen ecosistemas terrestres que son aquellos en los que los animales y plantas viven en el suelo (dentro o en la superficie). Dependiendo de cada condición tenemos desiertos, bosques, selvas, praderas, etc.

Se dice que los ecosistemas son dinámicos y están “saludables” cuando no hay peligro de que se extinga alguna especie que alberga (por intervenciones directas del ser humano), lo que es muy difícil que exista, ya que con el saqueo y aprovechamiento clandestino e inmoderado ha disminuido el número de organismos de cada especie o han desaparecido las especies. Por lo que algunas especies aumentan en cantidad ya que no hay quien las aproveche, por lo tanto se convierten en las llamadas plagas o invasoras.

Es de vital importancia mencionar también el agua, los suelos, las rocas, ya que contribuyen a la existencia de las especies. En las zonas secas, por ejemplo, predominan los cactus a diferencia de las zonas templadas en donde se pueden apreciar distintas especies de pinos y encinos.

Es importante cuidar a los organismos que habitan en un ecosistema determinado. Ya que cada uno cumple una función específica, por ejemplo las cadenas alimenticias (figura 1.1; en donde la base de toda la cadena alimenticia son las plantas). Un animal se come a otro, a la vez ese a otro y así sucesivamente. Hay microorganismos y hongos que se encargan de descomponer los restos de plantas y animales, por ejemplo la hojarasca y la convierten en abono que es útil para las plantas que se encuentren en el lugar y a la vez existen especies de animales que consumen esas plantas y de eso depende su vida. Por lo tanto todos los organismos ya sean pequeños o grandes son indispensables en la naturaleza, si uno de ellos llegara a faltar, ya no funciona igual el ecosistema, se dice que se rompe el equilibrio o mejor dicho la dinámica del ecosistema.

Las especies animales se comportan y utilizan el hábitat de distintas maneras, incluso existen los llamados corredores biológicos, que se refieren a aquellas áreas en donde transitan los animales para llegar a otro lugar en donde encuentran las condiciones necesarias para su sobrevivencia. Esto sucede con especies como una lagartija a grandes mamíferos como pumas, jaguares, elefantes, jirafas, etc.

En este sentido, las plantas son la base principal de la vida animal; ya que sin ellas no se producen los alimentos, no se generan las condiciones para que un lugar pueda ser habitado (hábitat) por animales o alguna otra forma de vida.

Sin embargo suceden desastres naturales y algunos provocados por el ser humano como los incendios, la deforestación, grandes construcciones, contaminación de suelo, agua y aire, la caza inmoderada de algunas especies, la sobreexplotación de recursos, el uso excesivo de agroquímicos, la siembra de una sola especie (monocultivo), la minería a cielo abierto, entre

otros. Con todo lo anterior estamos provocando la disminución o extinción de muchas especies que habitan en los ecosistemas, incluso de aquellas que no se han descrito o nunca se supo que existieron.

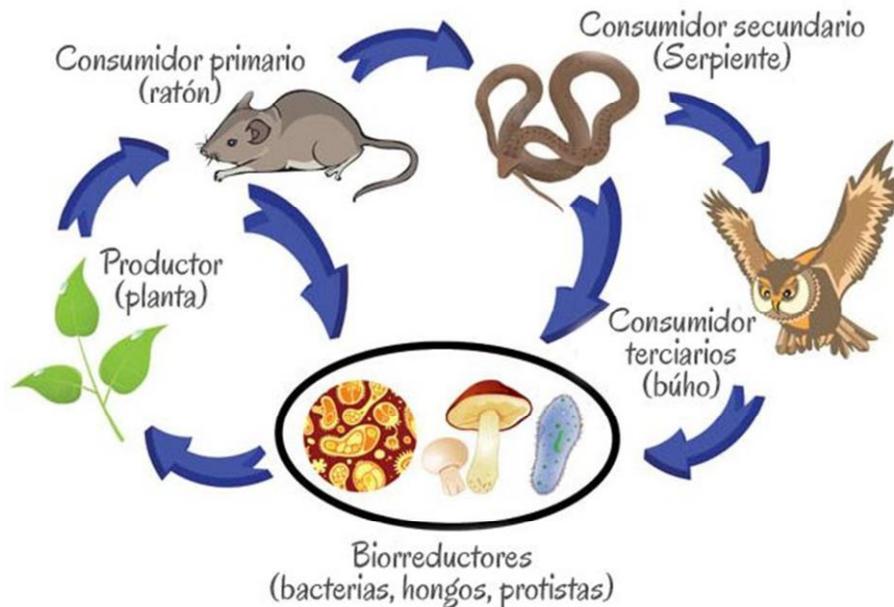


Figura 1.1. Representación gráfica de una cadena alimentaria.

Como humanos debemos procurar la existencia de los animales y plantas que aún tenemos a nuestro alrededor y poner especial atención y esfuerzos de cuidado a las especies que se encuentran en peligro de extinción y evitar que las que aún existen se vayan perdiendo.

La biodiversidad es esencial para la vida y los seres humanos dependemos de ella. Nosotros utilizamos elementos de la biodiversidad en nuestra vida diaria para cubrir nuestras necesidades. También nos presta importantes servicios pues son las plantas las que producen el oxígeno y limpian el aire contaminado, muchas aves, mamíferos e insectos dispersan las semillas de las plantas. Además de que en la actualidad se utilizan los paisajes con una estrategia de turismo, lo que representa ganancias económicas para el ser humano. Otro dato no menos importante es que aquellos que han conservado la mayor parte de la biodiversidad son los pueblos indígenas, estos dependen de los recursos forestales, de la caza y recolección de plantas silvestres, por lo que con la sabiduría ancestral que los identifica han sabido conservar los recursos de sus territorios, para el beneficio de la humanidad.

Un tema muy sonado y que debe ser de interés y preocupación para todos, entre otros; es la tala clandestina y la cacería clandestina. Al realizar estas actividades ilícitas, no estamos respetando

los ciclos naturales de las especies y en el largo plazo van a generar que muchos pueblos desaparezcan por falta de recursos naturales y por lo tanto se generen conflictos sociales, aún más graves que los actuales.

Sin embargo no sólo la fauna está en peligro; también es importante el papel y función de las plantas. Hay plantas como orquídeas y bromelias, que están consideradas como parte de la vida silvestre además de que según la NOM-059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) están consideradas como especies en peligro de extinción.

Es por eso que se han propuesto estrategias de manejo en el hábitat de estas especies para poder darles las condiciones a los habitantes de cada ecosistema y así procurar su sobrevivencia y hacer una caza racional de las especies si las condiciones lo permiten.

Por otra parte, también es cierto que las personas que habitan en zonas boscosas, tienen derecho de aprovechar los recursos naturales con los que cuentan. Es por eso que en México, estos aprovechamientos están regulados por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Vida Silvestre y sus respectivos Reglamentos. Por lo tanto, los aprovechamientos están regulados pero no prohibidos; pero su aprovechamiento ilegal está considerado como un delito y se castiga como tal.

En México existen diferentes esquemas para la gestión y aprovechamiento de recursos forestales y de la vida silvestre, en los que los beneficiarios directos y responsables de su manejo son los propietarios o poseedores legales de esos territorios:

- Programas de manejo forestal maderable
- Avisos de aprovechamiento forestales no maderables
- Documento técnico unificado para el aprovechamiento de recursos forestales
- Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
- Áreas naturales protegidas

DEFINICIÓN DE FLORA

Flora es un término en latín que permite nombrar a la diosa de las flores. Se trata de todas las especies vegetales que se hallan en una determinada región.

El término que nos ocupa procede del nombre de la diosa Flora de la mitología romana que se consideraba la deidad de los jardines, la primavera y las flores. En honor a dicha diosa, cuyo

equivalente en la mitología griega era Cloris, tenía lugar una gran fiesta entre los meses de abril y mayo que era conocida como “Floralia” y que se conformaba por una serie de bailes y bebidas con los que se intentaba festejar la primavera y la renovación del ciclo vital.

La botánica es la disciplina que se dedica a describir las plantas de una zona, estudiando sus características más relevantes, su distribución geográfica, sus momentos de floración, etc. La flora tiene características particulares según el ecosistema y la era geológica de la que forman parte.

Es posible distinguir entre la flora (que se centra en el número existente de especies) y la vegetación (que describe cómo se distribuyen las especies y cuál es su importancia relativa). Esto quiere decir que la flora y otros factores del ambiente son los que establecen las características de la vegetación.

Se puede clasificar, por otra parte, a la flora como flora nativa (originaria de una región, puede crecer sin que el hombre intervenga), la flora de jardín o de la agricultura (cultivada por las personas) y la flora de arvenses (maleza; aquellas especies calificadas como inservibles y por lo tanto, indeseables), sin embargo se han descubierto que muchas arvenses son importantes para el ecosistema e incluso para los cultivos agrícolas.

La flora es utilizada por el hombre para satisfacer diversas necesidades. Ciertas hojas, frutas y semillas se utilizan como comida, mientras que la madera, el caucho y las cortezas sirven para la fabricación de productos o el desarrollo de construcciones. De manera similar, la fauna aprovecha ciertas especies de la flora como alimento, de modo tal que subsiste gracias a ella. Por ejemplo: las vacas (fauna) se alimentan con pasto (flora).

DEFINICIÓN DE PLANTA

Las plantas son organismos autótrofos, es decir, sintetizan su propio alimento, utilizando la energía del sol, el agua y los nutrientes del suelo. Mediante el proceso de la fotosíntesis (figura 1.2) transforman la energía solar en energía química y la almacenan en forma de azúcares (carbohidratos).

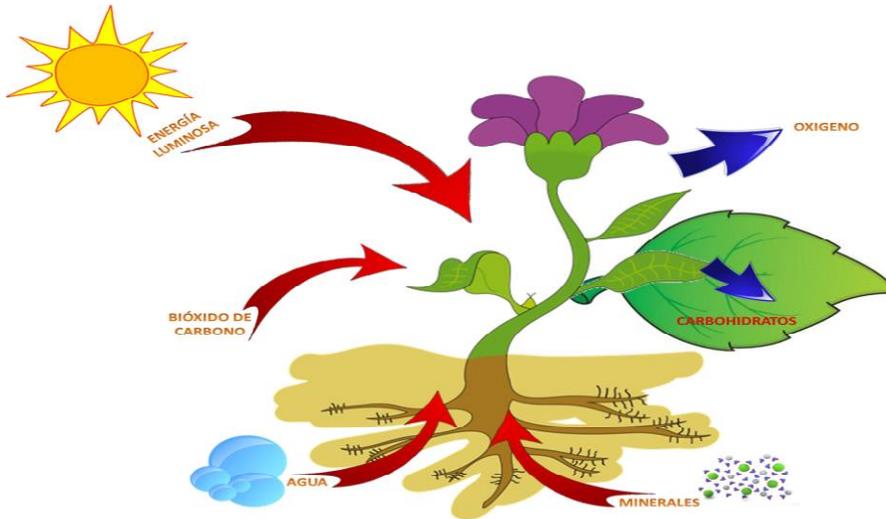


Figura 1.2 Representación de un proceso de fotosíntesis

Las células de las plantas (figura 1.3) se caracterizan por su pared de celulosa y por los cloroplastos, organelos celulares que contienen clorofila, el pigmento verde que lleva a cabo la fotosíntesis. La producción de energía química por las plantas sostiene a la gran mayoría de los organismos en el planeta. Las plantas con sistemas de conducción desarrollados se conocen como plantas vasculares (ejemplo los árboles, las hierbas, los arbustos).

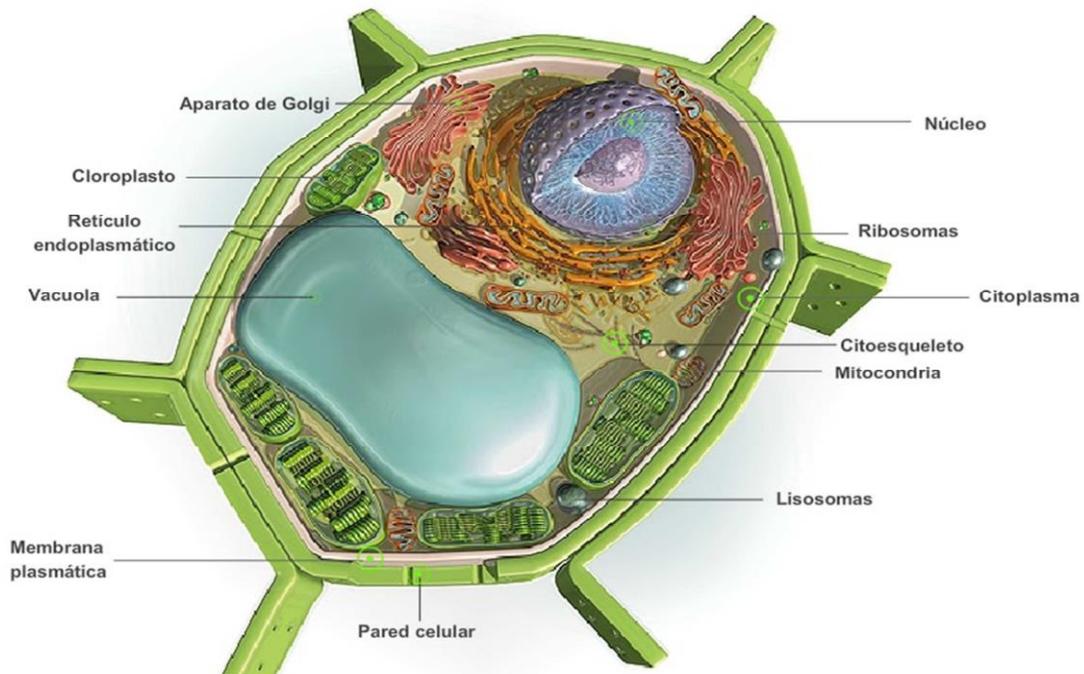


Figura 1.3. Representación gráfica de una típica célula vegetal.

DEFINICIÓN DE FAUNA SILVESTRE

La fauna silvestre, es un elemento de la biodiversidad, representa valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la Tierra. México es el tercer país más mega diverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios. Es prioritario proteger y conservar los ecosistemas y hábitat representativos del país para procurar la sustentabilidad de los recursos naturales y los mexicanos.

DEFINICIÓN DE ANIMAL

Son aquellos seres vivos que poseen movimiento, cumplen el ciclo vital de nacer, crecer, reproducirse y morir, sienten. Se alimentan de sustancias orgánicas presentes en el mundo exterior, que les proporcionan energía, denominándose por ello heterótrofos, ya que no producen como las plantas su propio alimento (nutrición autótrofa). Sus alimentos son las plantas u otros animales, tienen la aptitud, a diferencia de las plantas, de poder desplazarse, mediante el vuelo, el nado, la caminata, saltando o arrastrándose, para conseguirlos. Las plantas no necesitan ese desplazamiento pues no tienen necesidad de atrapar su alimentación, al producirla ellas mismas.

Las células de los animales tienen un diámetro inferior al de las células vegetales y se distinguen de las vegetales por carecer de pared celular y cloroplastos (figura 1.4).

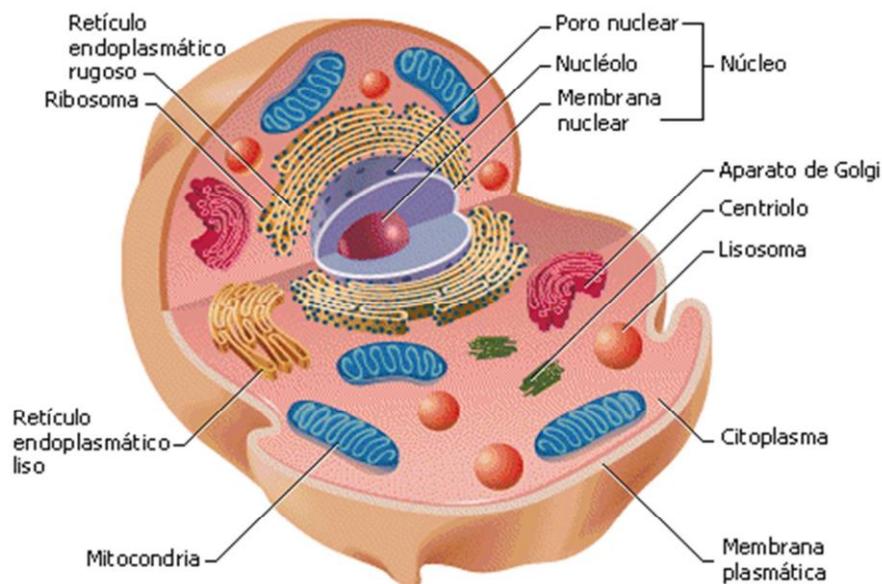


Figura 1.4. Representación gráfica de una típica célula animal.

2. Importancia de los nombres científicos



El uso de nombres científicos elimina la confusión entre pueblos o lugares, los cuales puede tener diferentes nombres comunes para los organismos; así el nombre científico actúa como un código universal. Personas interesadas en los organismos de diferentes pueblos, lugares o naciones

pueden conversar de una especie en especial con la ayuda del nombre científico, evitando la confusión que puede surgir de diferentes nombres comunes.

El nombre científico, es una nomenclatura binomial (nombre compuesto por dos palabras), fue adoptada por el médico y botánico sueco Carolus Linnaeus en el siglo 18. La razón de la interposición del nombre de dos partes era crear un código que identifique más fácilmente especies específicas sin el uso de descripciones largas que pueden estar equivocadas o no ser objetivas.

Un nombre científico, es creado como una sentencia compuesta, que implica el género y el nombre de la especie de un organismo. El nombre del género viene primero y describe una gama estrecha de los organismos dentro de una familia. El género está siempre en mayúsculas. Es seguido por el nombre específico de la especie, que no es fijo y se contrae la identificación hasta el organismo individual. Los nombres de las especies se derivan a menudo ya sea en latín o griego. Los nombres científicos deben ser siempre subrayados (si se escriben a mano en papel) o cursiva (si utiliza la computadora para escribir), finalmente se escribe el autor que descubrió y describió a dicha especie y el año (figura 2.1 y 2.2).

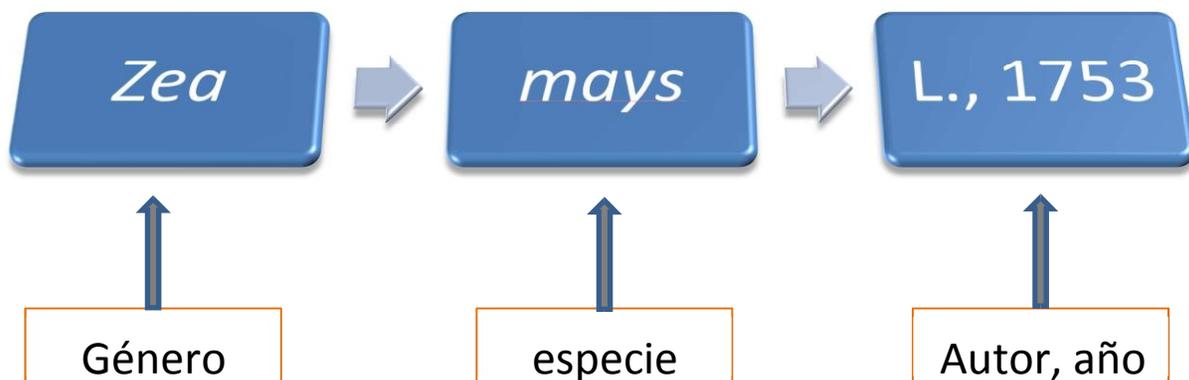
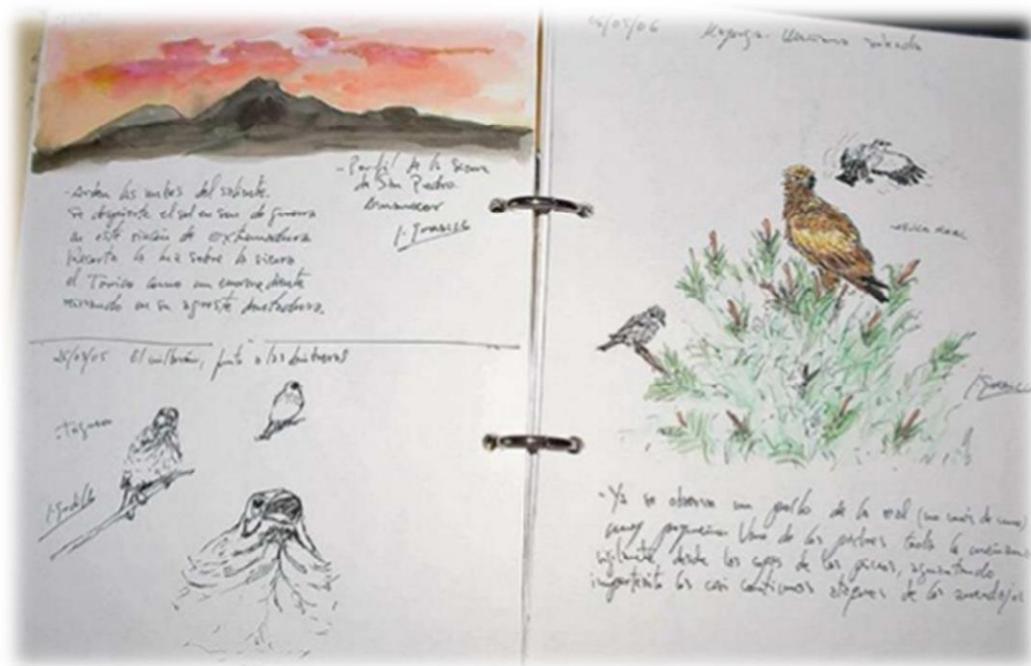


Figura 2.1. Nomenclatura binomial de un nombre científico.



Figura 2.2. Ilustración botánica del maíz (*Zea mays* L., 1753).

3. Muestreo de fauna y flora silvestre en ambientes forestales



ESTRATEGIA GENERAL DEL MONITOREO (MUESTREO)

La Fauna y Flora silvestre, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la Tierra. México es el tercer país mega diverso del mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos, el cuarto en anfibios y en plantas. Es prioritario proteger y conservar los ecosistemas y hábitat representativos del país para procurar la sustentabilidad de los recursos naturales y de los mexicanos.

Los profundos y acelerados cambios ocasionados en los ecosistemas nos obligan a reconocer y apreciar la importancia de la evaluación, la cuantificación y el monitoreo de una serie de aspectos del entorno físico y biológico. Esto permite observar tendencias que sirven para detectar problemas ambientales y de esta manera prevenirlos o resolverlos. Las técnicas de monitoreo aún son deficientes y limitadas en la mayoría de los casos, por lo tanto, es necesario elaborar indicadores y métodos de análisis para muchos aspectos (Pisanty y Caso, 2006).

A pesar de las dificultades y retos para realizar los muestreos y monitoreos de fauna y flora silvestre, cada vez hay mayor sensibilización y reconocimiento, por parte de quienes diseñan políticas públicas y toman decisiones, de la importancia y urgencia de contar con programas específicos de monitoreo que proporcionen datos confiables y comparables sobre parámetros ambientales. A este reconocimiento ha contribuido la actuación de grupos sociales interesados por los recursos naturales y de quienes desde el sector académico coadyuvan al análisis y a la solución de los problemas ambientales.

Para lo cual es importante, considerar antes de salir a realizar un muestreo en campo:

- Definir las características del lugar en donde se realizará el monitoreo.
- Tener en cuenta qué objeto se va a medir.
- Qué cosas interesan medir de ese objeto
- Porqué interesa medir ese objeto.
- Cuándo es conveniente medir ese objeto.
- Cuántos objetos se deberán medir.

- Conseguir los materiales que se utilizarán.

En este sentido, el monitoreo de poblaciones silvestres es la repetición sistemática (a tiempo fijo), periódica de métodos y técnicas de muestreo adecuados para un número suficiente de variables, demográficas y del hábitat, tales que representan adecuadamente las tendencias que se necesita conocer para efectos de conservación y manejo. En otras palabras el muestreo de flora o fauna, es una evaluación puntual y el monitoreo es el seguimiento a largo plazo (por ejemplo acumulación de muestreos durante 10 años) de esa flora y fauna. Así los resultados del monitoreo deben documentar estados sucesivos de cada variable elegida para la población estudiada y su entorno, de manera que la secuencia de esos estados en el tiempo refleje la trayectoria que sigue cada variable elegida

Para que dicha estimación (muestreo o monitoreo) sea útil y confiable debe acompañarse de una medida de precisión que indique la probabilidad de que ésta sea correcta. Para lo cual es necesario establecer una metodología para poder obtener dicha estimación, por lo cual se mencionan los procedimientos básicos a seguir:

- Escoger tipo de muestreo
- Realizar un muestreo preliminar al azar
- Determinar la variabilidad
- Determinar la distribución espacial
- Definir la precisión requerida
- Determinar el número de muestras
- Realizar el muestreo al azar
- Obtener estimación e intervalos de confianza (Galindo y Weber, 1998).

PROTOCOLO MÉTODO-TRANSECTO-PUNTO (MTP)

Dicho protocolo, deriva de los “Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): sector Forestal (Hernández et al., en prensa); el cual tiene por objetivo “generar información que permita conocer la riqueza de especies y dinámica de la flora y fauna en un predio bajo manejo forestal”.

Se trata de un muestreo sistemático sobre un transecto definido en combinación con puntos de análisis, se enfoca en flora (estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo) y fauna silvestre, particularmente en mamíferos (medianos y grandes, excepto voladores), aves, anfibios y reptiles.

Dentro del predio bajo manejo forestal, se distribuyen ocho transectos (a través del año; uno por cada visita al campo) de 2000 metros cada uno (figura 3.1). Es recomendable el trazo en línea recta; sin embargo si las condiciones del terreno no lo permiten, se puede seguir en otra dirección, pero manteniendo la distancia de 500 metros entre cada cámara trampa, así como las distancias de las otras técnicas de muestreo. En el caso de que los predios bajo manejo forestal, sean muy pequeños, se recomienda colocar el mayor número de sitios de muestreo, respetando las distancias; en este sentido, los mismos sitios y transectos se analizaran a través del ciclo de muestreo (año).

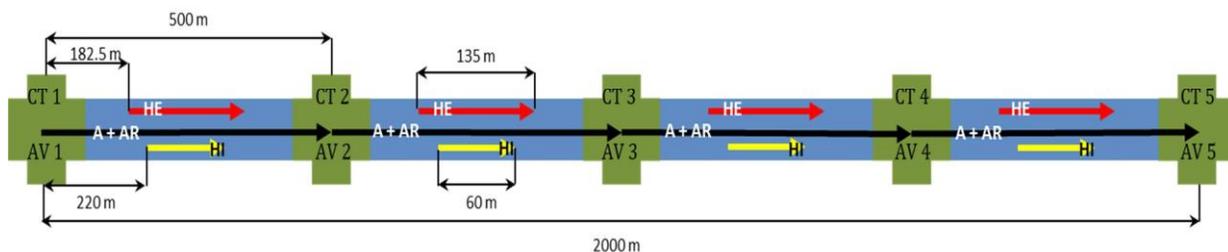


Figura 3.1. Representación esquemática del transecto lineal para el muestreo (monitoreo) de fauna y flora silvestre, mediante el protocolo MTP. CT (cámara trampa), AV (punto de conteo de aves), A+AR (transecto para muestrear árboles y arbustos), HE (transecto para muestreo de herpetofauna), HI (línea Canfield modificada, para muestrear hierbas).

Es importante dejar una marca permanente en cada uno de los sitios en los cuales se realiza el levantamiento de información; en el caso que sean puntos la marca se coloca en centro del mismo, si son transectos las marcas se colocan al inicio y final del cada uno de ellos.

Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles son dos grupos de vertebrados que en México presentan una gran cantidad de especies, muchas de las cuales son endémicas, es decir que son exclusivas de nuestro país y que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo. En el caso de los anfibios, México cuenta con 376 especies (234 especies de ranas y sapos, 137 salamandras y dos cecilias), de las cuales 252 especies son endémicas (Parra-Olea et al., 2014).

En lo que respecta a los reptiles, México alberga 864 especies (417 lagartijas, 393 serpientes, 48 tortugas y tres cocodrilos) de las cuales 493 son exclusivas a nuestro país (Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Por lo anterior, el estudio de estos grupos es importante debido a la alta riqueza de especies (número de especies) que presenta nuestro país, lo que nos coloca en el quinto lugar en riqueza de anfibios y en el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a reptiles. Este patrimonio natural es de gran importancia biológica, ya que estos organismos cumplen importantes funciones en el ecosistema (bosque). Por ejemplo, los anfibios en su gran mayoría son depredadores de insectos, además de que pueden servir como indicadores de la calidad del hábitat, puesto que ciertas especies únicamente habitan en lugares conservados en los que no existe contaminación, de tal manera que su ausencia en ciertos ambientes nos indica que el hábitat ya ha sufrido alteraciones y que ya no es apto para la vida de esos organismos o bien que presenta altos niveles de contaminación.

Los reptiles, por su parte también son depredadores y debido a la gran variedad de tamaños, hábitos y ambientes en los que habitan, pueden alimentarse de gran cantidad de organismos desde pequeños invertebrados e insectos, hasta roedores y aves. Además, al igual que los anfibios son alimento de otros organismos, por lo que cumplen una doble función en el ecosistema, como presas y como depredadores.

Además de lo anterior, la gran cantidad de especies endémicas (exclusivas) que viven en México, representan una importancia aún mayor, puesto que de no protegerlas adecuadamente el riesgo de extinción es muy alto.

Ahora, no solo la riqueza de especies importa, sino también llevar a cabo evaluaciones del tamaño de las poblaciones (¿cuántos animales de cierta especie, habitan en un lugar determinado?), de este modo se puede llevar un control de si éstas están disminuyendo o aumentando, además con información particular de la abundancia de ciertas especies es posible determinar si algunas especies son susceptibles para realizar algún aprovechamiento, por ejemplo de ranas para alimentación o bien en caso de detectar especies con muy pocos individuos es posible plantear proyectos para su reproducción en cautiverio y su posterior reintroducción y aprovechamiento¹.

En campo se realizan cuatro transectos de 135 metros de largo por seis metros de ancho, cada transecto debe iniciar 182.5 metros después de donde se colocó la cámara trampa (figura 3.1), será necesario recorrerles a velocidad constante, el registro de los ejemplares (anexo 1) se

¹ En México, para el aprovechamiento de fauna silvestre existen las “Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre” (UMA) o los “Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre” (PIMVS), amparadas por la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.

llevará a cabo únicamente dentro del transecto, es necesario revisar microhábitats donde se pudieran alojar los organismos, se recomienda hacerlo entre las 10:00 y las 16:00 horas (Foster, 2012).

Mamíferos terrestres (excepto pequeños y voladores)

Los mamíferos comparten al menos tres características que no se encuentran en otros animales: tres huesos del oído medio, pelo y producción de leche por glándulas sudoríparas modificadas llamadas glándulas mamarias. El pelo tiene varias funciones, incluyendo el aislamiento, patrones de color y la ayuda en el sentido del tacto. Todas las hembras de los mamíferos producen leche en sus glándulas mamarias para alimentar a sus crías recién nacidas. Así, las hembras de mamíferos invierten una gran cantidad de energía en el cuidado de cada uno de sus hijos, lo que tiene importantes consecuencias en la evolución, la ecología y el comportamiento de los mamíferos.

Los mamíferos son sin duda alguna, los animales más conocidos y fácilmente identificables en el mundo animal, aunque es imposible hablar de una cantidad determinada de especies debido a la altísima variedad de animales que caen bajo este rubro. Los mamíferos, incluidos el ser humano, comparten ciertos elementos básicos que tienen que ver con el modo de reproducción, de crecimiento, de alimentación y en algunos casos la forma anatómica.

Para efectuar el muestreo de mamíferos es necesario distribuir cinco cámaras trampa separadas entre si cada 500 metros, su ubicación es coincidente con los sitios de observación de aves (figura 3.1), estas cámaras deben estar programadas para tomar tres fotos (12 Mpx) más un video por cada evento de captura. La hora de instalación de las cámaras será a las 12:00 horas y deberán estar en funcionamiento, en campo, durante un periodo de 30 días consecutivos por temporada de muestreo.

Las cámaras trampa, son dispositivos automáticos que disponen de sensor de movimiento, una cámara digital y un mecanismo de flash, led o luz negra (figura 3.2). Las cámaras se instalan en estaciones de colecta, las cuales consisten en una cámara trampa y pueden utilizarse atrayentes o no²; los datos de cada estación de fotocolecta son:

² Debido a la distribución sistemática de las cámaras a lo largo del transecto, es recomendable el uso de atrayentes (sardina en salsa de tomate, maíz quebrado con sal de mar, aroma de manzana e infusión de valeriana).

- Número de cámara (dos letras y tres números; p. ej. WF 769), es recomendable marcar cada cámara trampa con claves diferentes.
- Coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos con al menos un decimal; Datum WGS84)
- Altitud (metros sobre el nivel del mar)
- Fecha de instalación
- Hora de activación (es recomendable tomarse las primeras fotografías y las últimas, con la finalidad de verificar si la cámara estuvo activa).
- Porcentaje de carga de las baterías (se verifica en la pantalla de la cámara).
- Especificar el uso (nombres) o no de atrayentes.
- Nombre de la persona que programó e instaló la cámara. □ Nombre de las personas que integran la brigada.

Las cámaras-trampa se orientan Sur-Norte con la finalidad de evitar ser activadas por la luz del sol y evitar las sombras de los árboles. Se colocan en árboles a una altura entre los 0.3 y 0.5 m, dependiendo de las características topográficas del terreno (figura 3.3). La programación de las cámaras-trampa incluye el registro de la hora y fecha por cada evento fotográfico. La información de las fotocolectas resultante será analizada y organizada en una base de datos, la cual posteriormente se utiliza para determinar abundancia relativa de las especies.



Figura 3.2. Diferentes cámaras trampa y tipo de luz auxiliar.

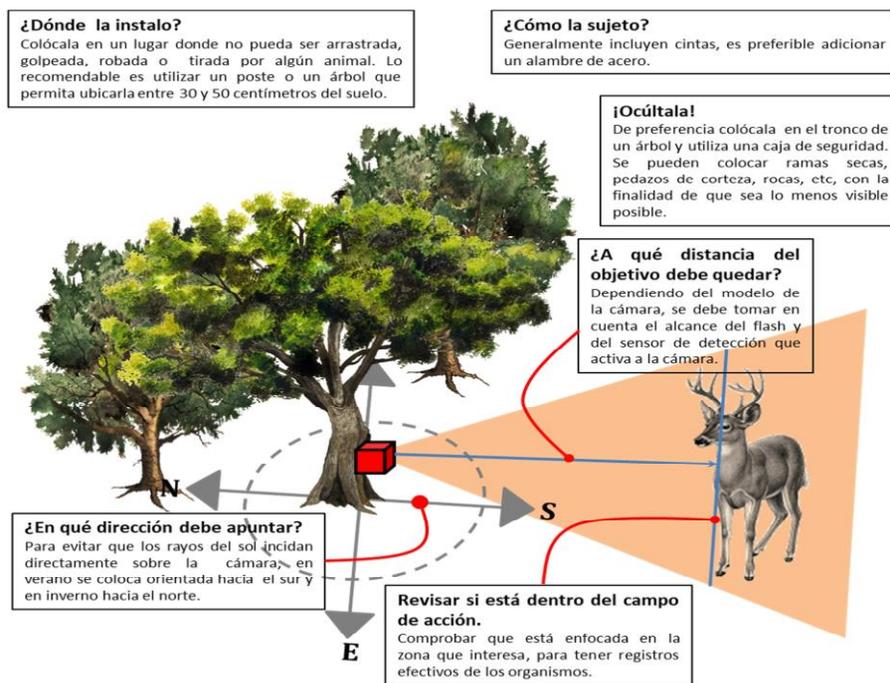


Figura 3.3. Aspectos a considerar para instalar una cámara trampa (estación de fotocolecta).

Aves silvestres

Desde el punto de vista de la ciencia, las aves, son organismos con un alto valor ecológico, social y económico, sin embargo, sus poblaciones han disminuido de manera acelerada, debido principalmente a la pérdida de su hábitat, el comercio ilegal, la contaminación y su uso irracional. El conocimiento generado por las personas, en este caso, los observadores comunitarios, proporciona información importante para la conservación de la fauna y su hábitat, ya que, son los observadores comunitarios quienes se encuentran en contacto con las aves día a día, por lo que, son ellos quienes pueden generar información precisa sobre las comunidades de aves que los rodean.

Las personas que han convertido a la observación de aves en un pasatiempo, podrían disfrutar más esta actividad en sitios, donde se ha realizado monitoreo por observadores comunitarios, quienes, tendrán bajo su cargo conocer: ¿Qué especies de aves hay?, ¿Cuántas hay?, ¿Cuándo se puede observar cierta especie?, ¿Hay especies amenazadas?, ¿Hay especies únicas de la zona?. Lo anterior, con la finalidad de convertir su comunidad en una zona turística importante, donde se puedan desarrollar a futuro nuevas actividades de turismo para aumentar su economía. Los observadores comunitarios de aves, deberán ser personas capacitadas para la identificación

de las especies, así como realizar el monitoreo constante de sus poblaciones y aportar información valiosa para la conservación de las especies y su hábitat.

En los bosques, las aves actúan como transportes móviles que conectan, a través de la deposición de semillas, partes del paisaje con diferentes grados de degradación y calidad de hábitat; incluso zonas del paisaje empobrecidas por perturbaciones humanas reciben semillas tras ser visitadas por las aves.

La función de las aves determina en gran medida la expansión de masas forestales (árboles) y con ella, la de todos sus recursos maderables y no maderables, así como otros servicios del bosque, como la retención de suelos frente a la erosión y la fijación de bióxido de carbono.

El equipo de trabajo del observador

Existen tres herramientas básicas que un observador de aves debe tener a la mano cuando desee realizar dicha actividad, ninguna de las tres herramientas tiene mayor o menor importancia, son complementarias (figura 3.4).

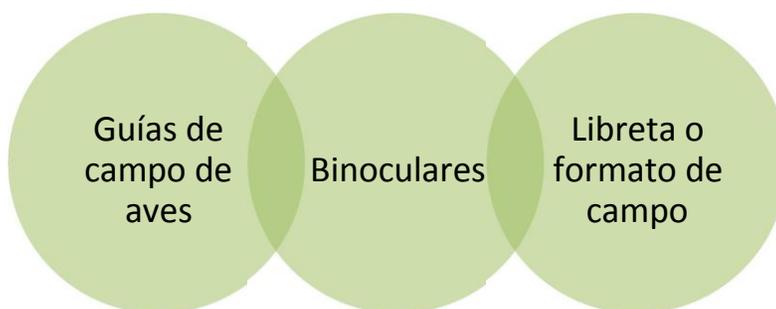


Figura 3.4. Herramientas básicas para realizar la observación de aves.

La guía de campo

Cada una de las guías de campo de aves, tiene información variada sobre las especies de una región, hay aquellas que son específicas de un grupo de países o un país o de un área grande como un tipo de hábitat. Además han surgido guías específicas de una localidad o comunidad, mismas que han sido resultado del trabajo a largo plazo en las comunidades.

Las guías de campo contienen información para los observadores, como la anatomía de un ave, una imagen o fotografía de la especie, el nombre científico y común, así como un recuadro con el mapa de distribución de las especies, que incluye sitios donde se puede encontrar al ave (figura 3.5). Las guías también tienen información sobre la especie, como el tamaño y el plumaje distintivo en juveniles o adultos. Esta información es sumamente importante, ya que nos permite

estar seguros que se trata de la especie que estamos observando y no estamos cometiendo un error al momento de identificarla.

Los binoculares

Los binoculares, permiten observar con mayor detalle las características de las aves. Para elegir unos binoculares ideales que ayuden a una mejor observación hay que tener en cuenta algunos detalles como el aumento, el tamaño y el peso.

En la parte superior o lateral de binocular (dependiendo la marca) se muestran números como: 8x40, 8x42, 10x32, 10x42, esta medida es importante saber que el primer número es el acercamiento, es decir, podremos ver al ave ocho veces “más cerca” (8x) del lugar donde nos encontremos. El siguiente número indica el diámetro en milímetros de los objetivos y es importante ya que determina la cantidad de luz que entra al binocular y la combinación de ambos números determinará la calidad de la imagen del ave que estemos observando (figura 3.6 a).

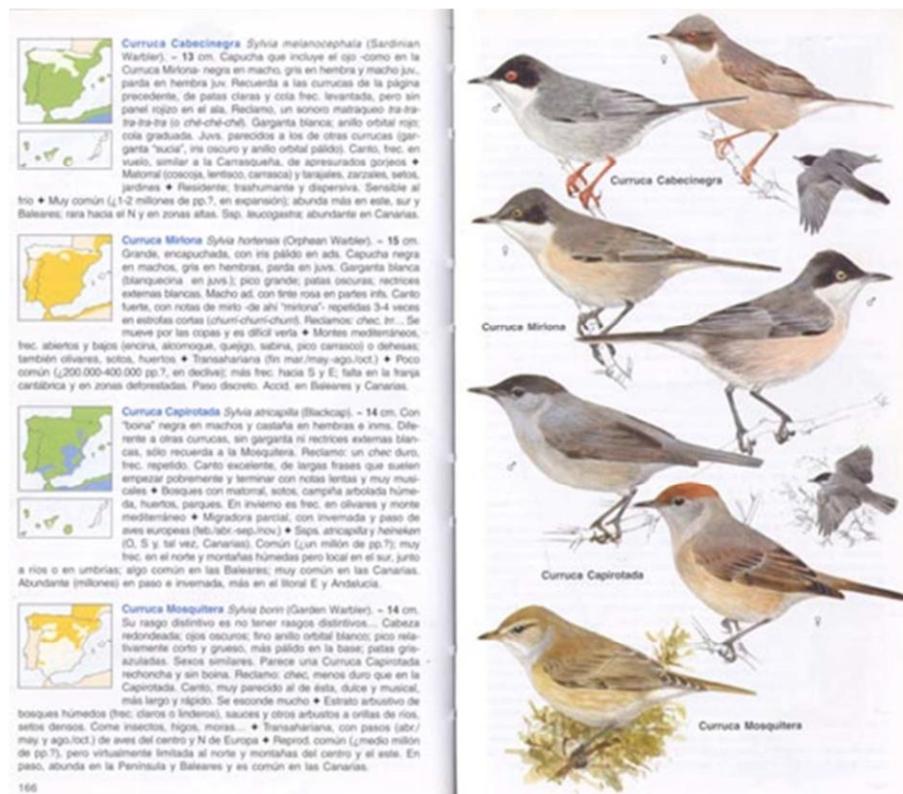


Figura 3.5. Partes de la guía de campo, se muestra una página de la guía de campo de aves.



Figura 3.6. El binocular, a) partes de un binocular y b) tipos de binocular.

Los observadores de aves pueden tener a su alcance dos tipos de binoculares, los de techo y los de porro, ambos tienen diferentes características, los de techo han sido más ampliamente utilizados por los observadores de aves por ser más pequeños y compactos, además de tener lentes de mayor calidad y ser resistentes a la lluvia al polvo y algunos hasta al agua, sin embargo los binoculares de porro también pueden ser muy útiles ya que la finalidad es la misma, observar más cerca al ave (figura 3.6 b).

Antes de comenzar a observar aves, se deben realizar dos ajustes básicos, primero abrir y cerrar los binoculares para que los objetivos queden separados lo suficiente para poder observar (figura 3.7 a), el segundo ajuste se realizará con el anillo de enfoque y el cual permite ver más cerca al ave (figura 3.7 b). Una recomendación para quienes comienzan a utilizar binoculares es encontrar primero al organismo (ave) con la "vista natural" y ya que ubicada, se deberán usar los binoculares.

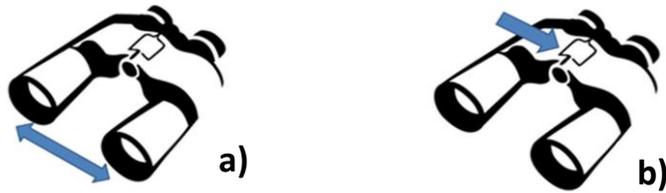


Figura 3.7. Ajustes de los binoculares, a) a la separación de los ojos y b) enfoque.

Libreta o formato de campo

La libreta de campo es una herramienta que será utilizada en todo momento y es importante recordar siempre que información es la que debemos registrar, ya que será fundamental al momento de tomar la información necesaria para obtener la lista de especies del lugar, así como la fecha en la que se observó a la especie (anexo 2).

Identificando a las especies

Para poder llevar a cabo la identificación de las especies, es necesaria la práctica de su observación en campo, así como con las guías de campo ya que a menos que está sea una fotografía puede volverse difícil la identificación. Sin embargo, es importante que como observadores estar completamente seguros de la identificación, se debe ser honesto y estar 100 % seguros de la especie de ave que estamos observando.

Recomendaciones para indicar ¿dónde está el ave?

En las salidas de campo para la observación de las aves, los recorridos se realizan en grupos, la idea es que durante el recorrido todos puedan observar las especies, que se ocultan entre la vegetación, por eso, los instructores deberán poder indicar ¿dónde está el ave?, en los hábitat con mucha vegetación los observadores pueden no ubicar fácilmente a la especie, sin embargo existe un método fácil para las personas.

En el árbol

Pensar que el árbol o arbusto tiene los números del reloj y la ubicación del ave deberá indicarse como la hora más cercana en la que se encuentra el ave percheda (figura 3.8). Por ejemplo, en

el árbol, la primavera (*Turdus migratorius*) está a las 4 y el colibrí (*Cyananthus latirostris*) está a las 10.

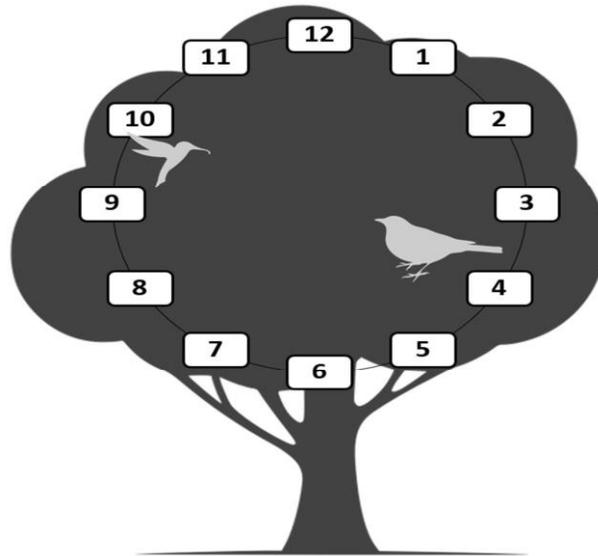


Figura 3.8. Método del reloj en el árbol, la hora más cercana en la que se encuentre el ave determinará su ubicación.

Técnica de muestreo

Para realizar los muestreos de aves, se establecen cinco puntos de observación a lo largo de 2.0 km lineales, se deberá contar el número de individuos por especie detectada en un radio de 30 metros, la permanencia en éstos será de 10 minutos y los sitios estarán separados entre sí por una distancia de 500 metros (en estos sitios también se colocan las cámaras trampa), cada punto será revisado dos veces al día, una vez por la mañana (entre las 6:30 y 10:30 horas) y otra por la tarde (entre las 16:00 y 18:30 horas; Hutto et al., 1986; Ralph et al., 1996).

Árboles y arbustos

La cobertura es toda la capa de vegetación natural que se encuentra cubriendo el suelo, incluyendo el espacio del suelo que ocupan los troncos y la superficie de la copa de árboles y arbustos; es como si pudieran ver desde arriba qué partes del suelo están cubiertas por hierbas, árboles y arbustos. A las áreas de cultivo se les llama coberturas vegetales inducidas, porque fue el hombre quien, por medio de su trabajo, decidió las especies que cubrirían esa superficie del suelo.

La cobertura es un elemento del hábitat que ofrece a la fauna silvestre beneficios fundamentales como son alimento, lugares para el apareamiento, nacimiento y crianza; además de protección, ya sea en caso de cambios climáticos extremos o depredadores, incluyendo al hombre.

Las especies vegetales que habitan en un determinado espacio, tienen un gran valor cultural y económico para los seres humanos; ya que son fuente de productos alimenticios, medicinales, ceremoniales, combustibles y materiales para construcción.

Para los animales es una cuestión de vida o muerte, ya que la cobertura vegetal es su comida. La presencia de diversas especies vegetales y la abundancia de ellas determinan que estén bien nutridos, tengan buen desarrollo para que puedan enfrentar, año con año, la temporada de sequía o de invierno. Además, si los animales están sanos y fuertes, ayuda a que tengan crías más fuertes con mayor posibilidad de sobrevivir y reproducirse.

Por otra parte, la falta de cobertura vegetal tiene consecuencias muy malas para algunas especies; por ejemplo, las crías de venado dependen de la vegetación como única protección (refugio) durante sus primeras semanas de vida, de lo contrario se convierte en una presa fácil de sus depredadores, incluido el hombre.

Para los estratos arbustivo y arbóreo, se utiliza la metodología puntos centrados en cuadrantes (figura 3.9) a lo largo de cuatro transectos de 500 metros lineales. Dichos transectos corresponden a la separación que hay entre cada una de las cinco cámaras colocadas. Dentro de cada transecto, cada 62.5 metros, se identifica un punto de referencia se marca y registra su coordenada, luego se miden los ocho árboles y ocho arbustos más cercanos (dos árboles y dos arbustos por cuadrante), se registra la especie, distancia al punto de referencia, altura total, diámetro normal (1.30 m para los árboles y 20 cm para el caso de arbustos), diámetros de la copa y las tres primeras hojas o ramas más cercanas al suelo (máximo a dos metros de altura) así como el rumbo (azimut) al que se encuentran (anexo 3 y 4).

Al final, en cada transecto de 500 m se habrán medido 32 arbustos y 32 árboles.

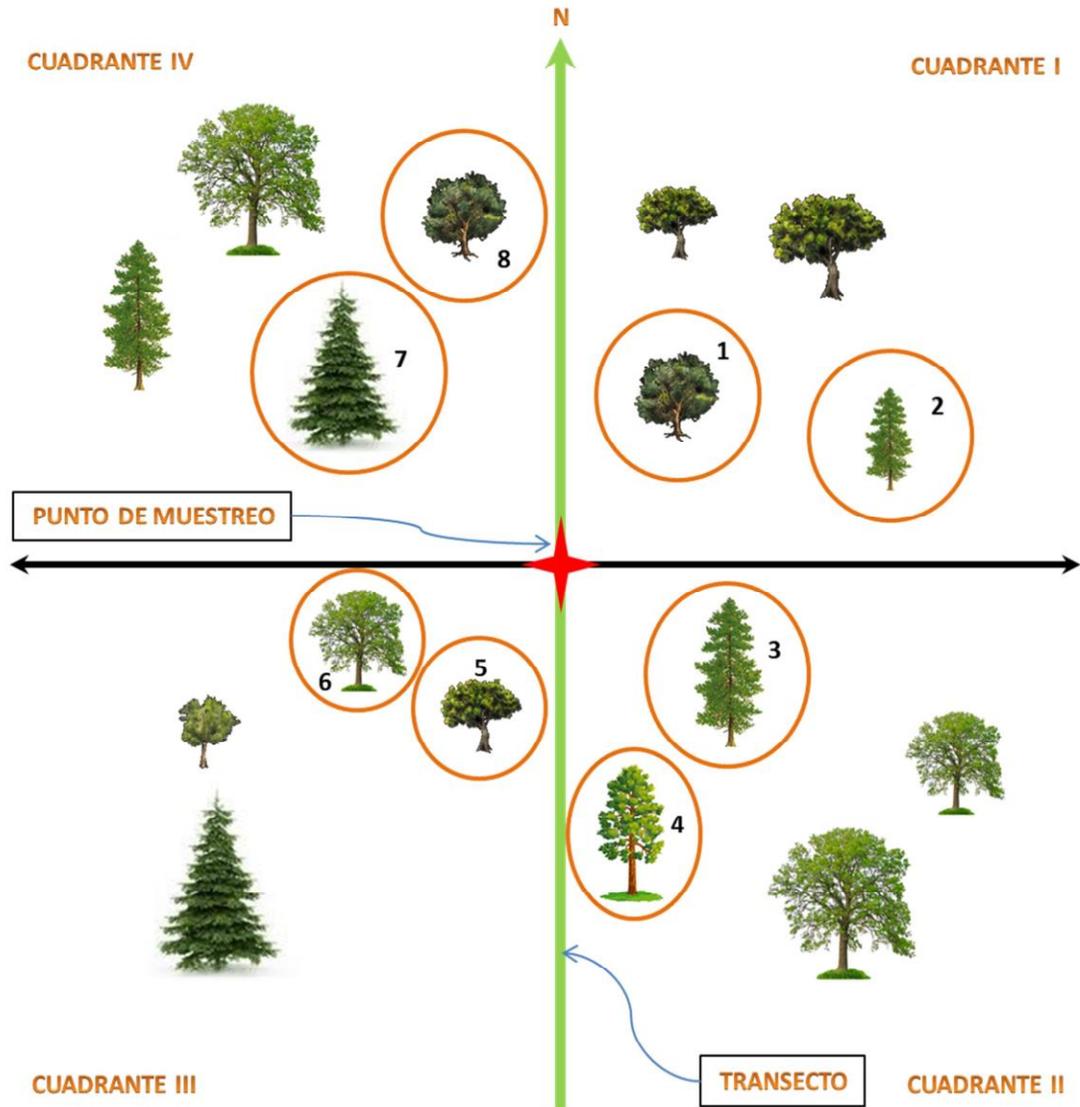


Figura 3.9. Punto de muestreo, de la técnica “punto centrado en cuadrantes”. Las plantas que se miden son las que están más cercanas al punto de muestreo (planta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8), en cada cuadrante.

Hierbas

Se utiliza una modificación de la línea Canfield (línea de interceptos), en la que cada 10 cm se identifican las especies, se mide sus distancias que interceptan a la misma y la anchura máxima de la planta (perpendicular a la línea de interceptos, anexo 5). Para la ubicación de las líneas Canfield, se cuentan 220 metros lineales a partir de cada cámara trampa, desde este punto se traza dicha línea con una longitud de 60 m.

Es importante registrar las distancias interceptadas del suelo desnudo, materia orgánica (hojarasca, frutos, troncos, ramas, etc) y rocas.

Recolecta y preparación de muestras botánicas

La mayoría de las actividades relacionadas con el estudio de las plantas requiere su identificación. La falta de guías de campo que faciliten este proceso, sumado a la gran cantidad de especies en la naturaleza, hace necesario coleccionar las plantas en el campo para poder llevarlas a herbarios e iniciar el proceso de identificación.

Para poder identificar correctamente una planta, es necesario que sea coleccionada correctamente, dependiendo de su forma biológica (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Recomendaciones para realizar colecta de especímenes de flora, dependiendo de su forma biológica.

FORMA BIOLÓGICA	RECOMENDACIONES
Árboles y arbustos	Recolectar ramas con flores y frutos maduros o secos. Si las flores son unisexuales, coleccionar de ambos sexos. Si es heterofilia, tomar las diferentes hojas. Variación morfológica, tomar las diferentes formas. Las porciones u órganos duros, se recolectan en bolsas de papel.
Hierbas	Se recolectan con raíz, tallo, hojas, flores y frutos maduros o secos. Si las flores son unisexuales, coleccionar de ambos sexos. Limpiar las raíces. Variación morfológica, tomar las diferentes formas.
Acuáticas	Recolección en recipientes húmedos. Recolección en bolsas de plástico con algodón húmedo.
Crasas, bulbosas o cactus	Recolección en recipientes húmedos.
Helechos	Recolectar frondes vegetativas. Tomar tallos y raíz.

Material

- Tijeras de podar.
- Cuchillo de monte.
- Martillo o pala edafológica.
- Cinta métrica metálica (flexómetro).
- Bolsas grandes de polietileno (plástico).
- Etiquetas o marcadores indelebles (de preferencia de color azul o rojo intenso).
- Formato (anexo 6) y libreta de campo (en la cual se registran los datos referentes a los lugares de colecta y de las plantas colectadas).
- Papel periódico (hoja doble de 30 x 40 cm).
- Cartón corrugado, con las mismas medidas del papel periódico.
- Guantes de carnaza.
- Lupa.
- Cámara fotográfica.
- Referencia gráfica.
- Vernier.
- Prensa portátil (prensa botánica con su piola; figura 3.10).
- Unidad portátil de GPS.

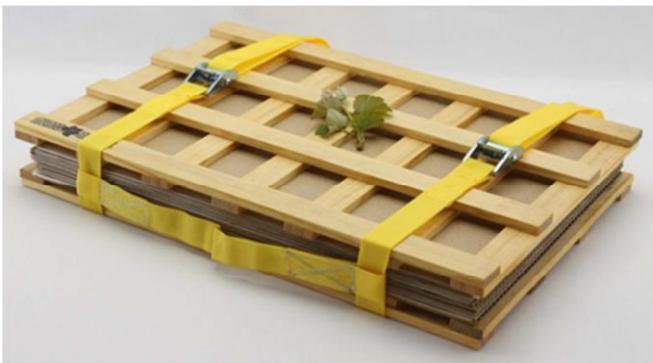


Figura 3.10. Prensa botánica, sus medidas son de 35X45 cm. Los cartones corrugados que se utilicen deben ser de la misma medida que el tamaño de la prensa que se vaya a utilizar.

Colecta

Se debe elegir un lugar a donde se encuentren plantas que se desean estudiar.

Aquí debemos llevar formato o libreta de campo, así como los materiales enlistados en la sección anterior.

Dependiendo de las características de las plantas, por ejemplo: si son leñosas o herbáceas. Se toma la muestra de la planta con las características que se necesitan para una buena muestra de herbario recolectando ejemplares representativos, con flores o frutos o ambos y varios duplicados (se recomiendan de tres a cinco).

Identificación de las muestras

La información asociada a una planta colectada, le proporciona un mayor valor científico. En una gira de recolecta se debe anotar en el formato o libreta de campo la fecha y la localidad visitada en el siguiente orden:

- País
- Estado
- Municipio
- Localidad
- Paraje

Se debe dar una descripción breve del tipo de vegetación o ecosistema. Es importante proveer las coordenadas geográficas y la altitud del sitio, con ayuda de un GPS.

Una fotocopia del formato la libreta es entregada al herbario junto con las plantas colectadas, para la elaboración de la etiqueta que lo acompañará.

Cada planta colectada recibe un número único consecutivo que lo identifica y que también se anota en el pliego de papel periódico. Las anotaciones de la muestra deben proporcionar la información que no es visible de la muestra misma o que se pierde luego de la preservación.

Es importante presentar la mayor cantidad de datos posibles de cada muestra, como por ejemplo:

- hábito o forma de vida; si es una hierba, arbusto, árbol o enredadera; si es epífita o terrestre, etc
- microhábitat o lugar donde crece; en orillas de caminos o senderos, bordes de bosque, sotobosque, bosque secundario, junto a un río, camino o sendero, en un claro del bosque, sobre un árbol aislado potreros o cercas vivas, etc
- plantas asociadas; si se conocen las plantas que están al rededor se anotan los nombres

- tallos y troncos; la altura total aproximada y el diámetro (dap) del tronco, la textura de la corteza y la presencia de exudados después de un corte, la presencia de espinas o aguijones, etc
- hojas, textura; (cartácea o coriácea, etc.) y coloraciones particulares, presencia de exudados o glándulas, presencia de heterofilia.
- inflorescencia; color del pedúnculo o de brácteas, posición (erecta, péndula o inclinada), si es cauliflora
- flores; colores de las partes florales (cáliz y corola), texturas particulares, comportamiento de anthesis (hora en que estaba abierta), observaciones sobre posibles polinizadores, olor de la flor
- frutos; tamaño y forma (cuando fresco), colores, olores y texturas particulares
- nombre común o local; escribir correctamente el nombre local e identificar los usos locales así como la forma de uso.
- duplicados; anotar el número de plantas de la misma especie que se están colectando
- tiempo; se registran las condiciones del estado del tiempo y hora de colecta
- fecha; se registra la fecha (día, mes y año), en que se está realizando la colecta

Todas las anotaciones se realizan en una libreta adicional, sobre detalles de la forma de crecimiento o el hábitat mientras se recolecta la muestra.

La habilidad en la preparación de muestras botánicas se logra con el tiempo y la práctica. Cuando se van a recolectar grupos particulares de plantas, como por ejemplo, palmas, gramíneas u orquídeas, es importante conocer los aspectos morfológicos que son importantes para su identificación, así cuando se está en el proceso de recolecta y preparación poder identificarlos y resaltarlos en las muestras o anotarlos debidamente en la libreta de campo. Para lo anterior, es aconsejable consultar la literatura taxonómica y las claves para la identificación de las especies para familiarizarse con los términos y los caracteres morfológicos importantes de cada grupo o consultar con el personal de un herbario.

Prensado y secado

Se coloca la muestra colectada, con cuidado entre las hojas de papel periódico. Asegurándose que las hojas de la planta estén acomodadas en un sentido haz-envés, para poder observar las formas de las hojas por ambos lados. A continuación se coloca el papel periódico sobre el cartón, cubrir con papel periódico la muestra, luego con cartón y así sucesivamente hasta prensar todas las hojas.

Posteriormente colocar los cartones entre dos rejas de madera resistente y amarrar fuertemente con un cordón (piola). De esta manera ya se tiene lista la planta prensada y se revisa la prensa cada día para determinar cuáles muestras de plantas están secas.

4. Atributos ecológicos de fauna y flora silvestre en ambientes forestales

$$\sum_{i=1}^{\infty} S_i$$

RIQUEZA DE ESPECIES

Los seres humanos dependemos de los recursos de biodiversidad para alimentarnos, obtener combustibles, fibras, medicina, materiales para construir, etc. Es por esto que resulta importante conservar la biodiversidad, pero antes tenemos que empezar por cuantificarla y comparar como cambia a través del tiempo y espacio (monitorear).

La diversidad de especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies.

1. La riqueza de especies se refiere al número total de especies de una comunidad, ecosistema, paisaje o área.
2. La equidad mide la similitud de abundancia de las especies.

Dado que es muy complejo realizar muestreos completos de un área, se suelen obtener estimaciones de la riqueza de especies a través de análisis estadísticos. Que resultan de suma importancia para comprender la estructura de las comunidades y además conservar la biodiversidad.

La riqueza de especies es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en datos de incidencia (presencia – ausencia), sin tomar en cuenta su valor de importancia dentro de la dinámica de los ecosistemas y de su contribución para la transformación del paisaje.

Para la integración de la relación de la riqueza de especies, se consideran dos columnas (figura 4.1) en la que se especifica el Taxón superior (Orden y Familia) y la segunda que contiene el nombre científico. Por otra parte las especies deben aparecer en orden filogenético. Se elabora una relación por cada grupo taxonómico (anfibios, reptiles, mamíferos y aves).

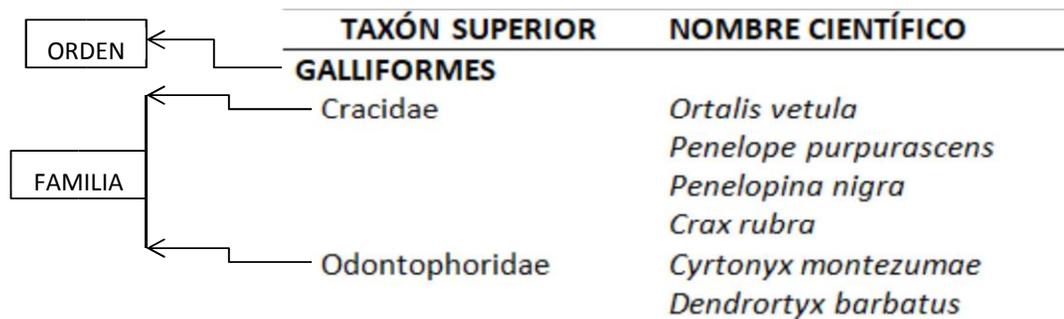


Figura 4.1. Ejemplo para la construcción de la tabla “riqueza de especies”.

DISTRIBUCIÓN Y ESTADO DE RIESGO DE LAS ESPECIES

El estado de conservación se define por categorías en las que se resume la probabilidad de que una especie no se extinga en un futuro cercano. Se utilizan diversos criterios para determinar a qué categoría pertenece una especie, por ejemplo: la superficie en la que se encuentra, si su ambiente natural está intacto o ha sido transformado por el hombre, la densidad (número de individuos por unidad de área), si es o no endémica, entre otros (Chediack, 2009).

Existen diferentes fuentes para consultar el estado de conservación de las especies de plantas y animales y cada una de ellas presenta categorías diferentes que señalan las especies que requieren mayor protección, no sólo conservando a los individuos, sino también los ambientes donde habitan.

Para analizar el estado de conservación de las especies registradas en el predio, se utilizan diferentes fuentes de información, a nivel mundial se utilizará la Lista Roja de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), así como de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). A nivel nacional, el estado de conservación se determinará a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

Actualmente existe una herramienta digital “EncicloVida”, desarrollada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a la cual se tiene acceso a través de la dirección www.enciclovida.mx/validaciones (figura 4.2). Para lo cual basta con realizar un listado con los nombres científicos de los organismos registrados en el predio y utilizar la herramienta, la cual nos va a validar el nombre científico que estamos utilizando, nos indica su distribución (si es endémica o no), estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059, UICN y CITES (figura 4.3).

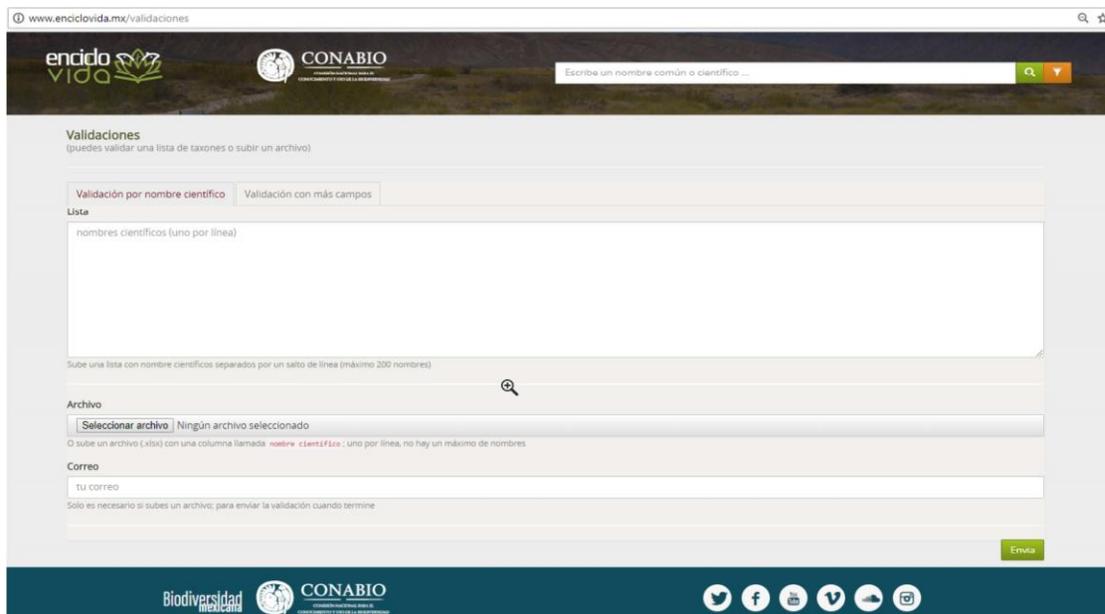


Figura 4.2. Aspecto de la página principal del portal www.enciclovida.mx/validaciones.

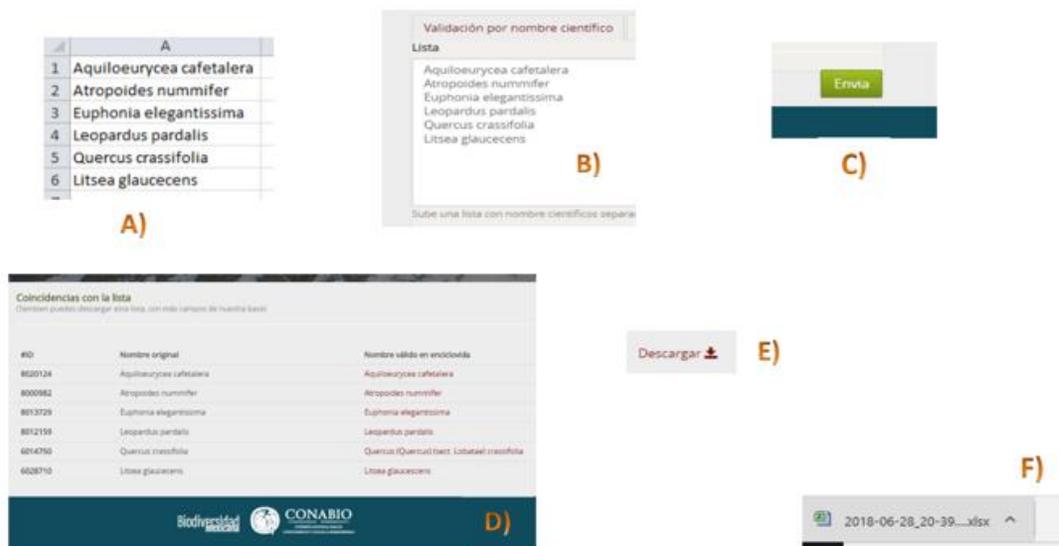


Figura 4.3. Secuencia para verificar un listado de especies con ayuda del portal www.enciclovida.mx/validaciones. A) Elabora un listado de especies (nombres científicos), selecciónala y cópiala en el portapapeles. B) En la ventana principal del portal www.enciclovida.mx/validaciones, pega el listado en el recuadro que aparece debajo de la palabra “Lista”. C) En la parte inferior derecha de la

pantalla, activa el botón “Envía” y espera un momento. D) El portal genera un listado de resultados. E) En la parte superior derecha del cuadro de resultados está el botón de “Descargar”, actívalo y automáticamente se guarda un archivo en formato de Excel™ en tu ordenador (en el sitio que tengas predeterminado para las descargas de la red).

ABUNDANCIA RELATIVA

Para el caso específico de herpetofauna (anfibios y reptiles), del total de registros (organismos observados) se obtiene su abundancia, siguiendo los criterios empleados por (Mendoza-Quijano, 1990; Fernández-Badillo et al., 2011), donde se considera a una especie R = rara, cuando se registran uno o dos ejemplares; M = moderadamente abundante, si se observan de tres a cinco ejemplares y A = abundante, cuando se encuentran más de cinco ejemplares.

Sin embargo, para dar un seguimiento bajo las mismas condiciones a cada uno de los grupos biológicos, definidos para dar seguimiento (anfibios, reptiles, mamíferos³, aves, hierbas, arbustos y árboles) a su comportamiento a través del tiempo; es necesario estimar la abundancia relativa (expresada en porcentaje). La abundancia relativa se calcula a partir del total de registros independientes de una especie sobre el número total de registros de todas las especies de cada grupo biológico:

$$Ar = \left(\frac{\sum R_i}{\sum_{i=1}^n RiG} \right) * 100$$

Abundancia relativa de la especie i, es igual a dividir el total de registros de la especie i entre el total de registros de todas las especies y el resultado multiplicarlo por 100.

Dónde:

Ar = abundancia relativa

Ri = número de registros de la especie i

RiG = número de registros de todas las especies de cada grupo biológico

Los datos obtenidos en campo, se organizan en una matriz con ayuda del programa Excel®, por columnas. Para herpetofauna (anfibios y reptiles): predio, transecto, fecha, número de observación (#), coordenada X, coordenada Y, nombre, especie, hora, sexo, estadio, actividad, microhábitat, tiempo. Para aves: predio, fecha, hora de inicio, hora de fin, número de punto (# PUNTO), transecto, paraje, coordenada X, coordenada Y, pendiente (m), exposición (E), estado

³ Terrestres, excepto pequeños y voladores.

del tiempo, número consecutivo de observación (#), nombre, especie, actividad, tronco árbol, follaje árbol, especie árbol, tronco arbusto, follaje arbusto, especie arbusto, suelo, roca, identificador, observaciones.

En el caso de los mamíferos, muestreados mediante cámaras trampa, se utilizan el número de fotos independientes de una especie sobre el número total de fotos independientes del muestreo; el número de fotos independientes representa los registros, para cada una de las especies. Para que un registro sea independiente de otro, debe de existir un lapso de 30 minutos, como mínimo, sin que se registre la misma especie o el mismo individuo (figura 4.4).

Para integrar la matriz de datos, de la revisión de las cámaras trampa, se utiliza el programa Excel®, por columnas se especifica: número consecutivo de observación (#), municipio, predio, tipo de vegetación (T VEG), identificador de la cámara (ID), coordenada X, coordenada Y, fecha de activación de la cámara trampa, fecha de apagado de la cámara trampa, número de días operables, número de fotos totales, número de fotos efectivas, número consecutivo de la repetición del fototrampeo (FTP), nombre, especie, fecha de captura, hora de captura, número de individuos capturados, número de foto, número de evento o foto independiente, cría, juvenil, adulto, sin poder determinar su estadio, hembra, macho, sin poder determinar su sexo, identificador.

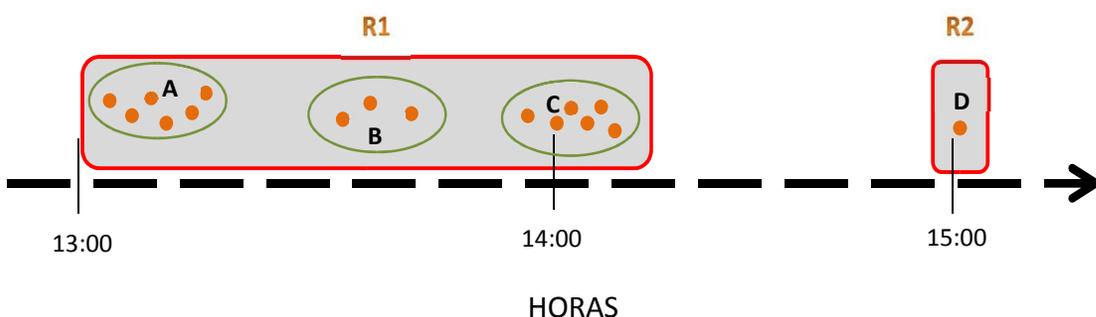


Figura 4.4. Representación gráfica de la distribución de frecuencias de una especie de mamífero silvestre (que no se pueden diferenciar entre individuos), obtenida mediante cámaras trampa. Los puntos anaranjados representan una serie de tres fotografías consecutivas de la misma especie. Por lo tanto las series de grupos A, B y C representan un solo registro independiente (R1) o una fotografía independiente (conformado por tres series, 15 grupos y 60 fotografías), ya que entre las series y grupos no han transcurrido más de 30 minutos. Por el contrario el grupo D, representa un registro independiente (R2) de R1, formado por tres fotografías; ya que está separado por más de 30 minutos del último grupo de fotografías del grupo C. Por lo tanto, tenemos representados únicamente dos registros independientes (R1 y R2).

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (ÁRBOLES Y ARBUSTOS)

El índice de valor de importancia es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie y se calcula (Zarco-Espinoza et al., 2010):

$$IVI=Dr+Pr+Fr$$

Índice de valor de importancia es igual a la suma de la dominancia relativa más la densidad relativa más la frecuencia relativa.

Dónde:

Dr= dominancia relativa (cobertura relativa),

Pr= densidad relativa

Fr= frecuencia relativa.

Dominancia (D)

$$D_i = (AB_i) \left(\sum In_i \right) = (\pi r_i^2) \left(\sum In_i \right)$$

Dominancia de la especie i, es igual a multiplicar el área de la base de la especie i por el total de individuos de la especie i. Dicho de otra manera, multiplicar el valor de Pi (3.1416) por el radio de la especie al cuadrado, el resultado se multiplica por el total de individuos de la especie i.

Dónde:

AB_i = área de la base de la especie i
In_i = individuos de la especie i

π = valor de "pi"

r_i = radio del diámetro de la especie i

Dominancia relativa (Dr)

$$Dr = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \right) \times 100$$

Dominancia relativa de la especie i es igual, a dividir la dominancia de la especie i entre la suma de las dominancias de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

Dónde:

D_i = Dominancia de la especie i

Densidad (P)

$$P_i = \frac{\sum In_i}{A} = \frac{\sum In_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n L}{\sum_{i=1}^n In}\right)^2}$$

Densidad de la especie i es igual al total de los individuos de la especie i dividido entre el área media. El área media es igual a dividir el total de las distancias de todos los individuos entre el número total de individuos de todas las especies y el resultado elevarlo al cuadrado.

Dónde:

In_i = individuos de la especie i

In_i = individuos de la especie i

A = área media

L = distancia del punto de referencia a la base de la planta
 In = individuos

Densidad relativa (Pr)

$$Pr = \left(\frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}\right) \times 100$$

Densidad relativa de la especie i es igual a dividir la densidad de la especie i entre la suma de las densidades de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

Dónde:

P_i = densidad de la especie i

Densidad total (Pt)

$$Pt = \frac{UA}{L^2}$$

Densidad total (número de árboles o arbustos por unidad de área), es igual a la unidad de área deseada a estimar (10000) dividida entre el promedio de todas las distancias (distancias del punto de referencia a la base de cada una de las plantas), elevado al cuadrado.

Dónde:

Pt = densidad total de la muestra

UA = unidad de área deseada a estimar (generalmente se utiliza 10000, lo que equivale a una hectárea)

L' promedio de todas las distancias

Frecuencia (F)

$$F = \frac{S_i}{S_T}$$

Frecuencia de la especie i, es igual a dividir el número de sitios en los que se registró la especie i entre el número total de sitios de todo el muestreo.

Dónde:

S_i = número de sitios de muestreo en los que se registró la especie i
S_T = número total de sitios de muestreo

Frecuencia relativa (Fr)

$$F = \frac{S_i}{S_T}$$

Frecuencia relativa de la especie i es igual a dividir la frecuencia de la especie i entre la suma de las frecuencias de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

Dónde:

F_i = frecuencia de la especie i

El IVI estimado para cada especie podrá asumir un valor entre 0 y 300; la suma de los valores del índice de todas las especies es 300. Con la finalidad de ser más comprensible el valor del IVI, se expresa en porcentaje, para cada una de las especies de la muestra evaluada.

Para integrar la matriz de datos se utiliza el programa Excel®, en el cual se colocan los nombres de las siguientes columnas: predio, fecha, número de punto, coordenada X, coordenada Y, altitud, pendiente, exposición, cuadrante, número de organismo, nombre, especie, distancia, azimut, altura, diámetro normal, diámetro de copa 1, diámetro de copa 2, accesibilidad 1, accesibilidad 2, accesibilidad 3. Los datos son obtenidos del formato de campo (anexo 3 o 4, según corresponda). Tanto árboles como arbustos se analizan por separado.

Una vez integrada la matriz de datos se procede a calcular el área de la base y área de copa de cada uno de los organismos muestreados (figura 4.5).

	K	L	M	R	S	T	U	V
1	NOMBRE	ESPECIE	DISTANCIA	DN	ÁREA BASAL	Diámetro_1	Diámetro_2	ÁREA DE COPA
2	CAZAHUATE	<i>Ipomoea mucocoides</i> Roem. et Schult	1.58	0.02	0.00031416	0.62	0.07	0.03408628
3	CAZAHUATE	<i>Ipomoea mucocoides</i> Roem. et Schult	2.16	0.02	0.00031416	0.64	0.76	0.382017667
4	CAZAHUATE	<i>Ipomoea mucocoides</i> Roem. et Schult	1.42	0.02	0.00031416	0.06	0.05	0.002356194
5	GUAYABILLO	<i>Ruprechtia fusca</i> Fern	1.85	0.01	7.854E-05	0.31	0.22	0.053564155
6	IZTUMECA	<i>Euphorbia Schlechtendalii</i> Boiss.	1.4	0.02	0.00031416	0.43	0.4	0.135088484
7	TLAHUITOL	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) McBride	1.62	0.02	0.00031416	0.27	0.13	0.027567476
8	TLAHUITOL	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) McBride	2.5	0.03	0.00070686	0.5	0.33	0.129590697
9	TLAHUITOL	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) McBride	2.8	0.01	7.854E-05	0.07	0.04	0.002199115

Figura 4.5. Representación de una matriz de datos, que incluye el cálculo del área basal y área de copa de cada uno de los individuos muestreados.

Posteriormente se calcula: la suma de las distancias de todos los organismos muestreados, número total de individuos muestreados, distancia media de todos los organismos muestreados, área deseada a medir, densidad total, área media, número total de sitios muestreados.

Con la ayuda de una tabla dinámica; seleccionar cada una de las especies (etiquetas de fila), agregar la suma de todos los individuos por especie y finalmente el promedio del diámetro normal para cada una de las especies.

Se procede a calcular el respectivo índice de valor de importancia por cada una de las especies.

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (HIERBAS)

Se consideran únicamente aquellas plantas que sean interceptadas (tocadas) por el segmento de la línea o que sean subyacentes o suprayacentes a ella; para cada organismo se registra:

- i. Especie (i).
- i. I_i = longitud interceptada (cm^{iv}), de la especie i .
- ii. M_i = anchura máxima de la planta (cm^{v}), en dirección perpendicular a la línea, de la especie i .

Adicionalmente, debe registrarse la longitud de la línea que es interceptada por el suelo desnudo o desprovisto de plantas.

Con los datos obtenidos, para cada especie, se calcula (Cox, 1974):

N = número total de individuos encontrados

R_i = número total de intervalos en los cuales se presenta la especie i

L_{Ti} = longitud total, interceptada sobre la línea, de la especie i

$$L_{Ti} = \sum I_i$$

M_i^{-1} = sumatoria de los recíprocos de las anchuras máximas, de la especie i

$$M_i^{-1} = \sum \frac{1}{M_i}$$

L = sumatoria de las longitudes de todas las líneas estudiadas.

$$L = \sum_{L=1}^n L_1$$

D_i = densidad de la especie i

$$D_i = (M_i^{-1}) \left(\frac{UA}{L} \right)$$

Densidad de la especie i es igual multiplicar la sumatoria del inverso del ancho máximo de planta de la especie i por el resultado de dividir la unidad de área entre la sumatoria de las longitudes de las líneas estudiadas.

Las unidades del ancho de las plantas (M_i), longitud total de las líneas (L) y “**Unidad de área**” utilizadas en el cálculo deben ser equivalentes. Es decir, si la densidad (D) se desea expresar en individuos por hectárea y L está expresada en metros, en el cálculo la **Unidad de área** será metros cuadrados y el equivalente de hectáreas que se utilizará será 10000 m².

En el cálculo de D_i interviene M_i^{-1} , porque la probabilidad de que una planta sea interceptada por la línea Canfield es proporcional a M_i (Strong, 1966).

D_i' = densidad relativa de la especie i

$$D_i' = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \right) (100)$$

Densidad relativa de la especie i es igual a dividir la densidad de la especie i entre la suma de las densidades de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

C_i = cobertura (o dominancia) de la especie i

$$C_i = \left(\frac{L_{Ti}}{L} \right) (100)$$

La cobertura o dominancia de la especie i es igual a el resultado de la dividir la sumatoria de las distancias interceptadas sobre la línea de la especie i entre la sumatoria de todas las distancias de las líneas estudiadas, multiplicado por 100.

C_i' = cobertura relativa (o dominancia relativa) de la especie i

$$\left(\frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right) (100)$$

Cobertura relativa de la especie i es igual a dividir la cobertura de la especie i entre la suma de las coberturas de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

SV = suelo sin vegetación aparente

$$SV = \left(\frac{L - \sum_{i=1}^n C_i}{L} \right) (100)$$

Suelo sin vegetación aparente es igual a la sumatoria de la longitud de todas las líneas estudiadas menos la sumatoria de las coberturas de todas las especies, el resultado dividido entre la sumatoria de la longitud de todas las líneas estudiadas; el resultado multiplicarlo por 100.

CV = suelo cubierto por vegetación

$$CV = \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i}{L} \right) (100)$$

Suelo cubierto por vegetación es igual a la sumatoria de las coberturas de todas las especies dividido entre la sumatoria de la longitud de todas las líneas estudiadas; el resultado multiplicarlo por 100.

Para calcular la frecuencia de la especie i , se debe considerar que la probabilidad de registrar una especie en un intervalo de la línea Canfield, lo cual está relacionada con el tamaño de cada planta, así como de su abundancia y distribución. Bajo este contexto, es necesario estimar un factor de ponderación (**P**), que se utiliza para obtener la frecuencia ponderada y posteriormente la frecuencia relativa.

P_i = factor de ponderación de la especie i

$$P_i = \left(\frac{M_i^{-1}}{N} \right)$$

Factor de ponderación de la especie i es igual a dividir la sumatoria de los inversos de la anchura máxima de la planta de la especie i entre el número total de individuos de la especie i .

FP_i = frecuencia ponderada de la especie *i*

$$FP_i = (P_i)(R_i)$$

Frecuencia ponderada de la especie *i* es igual al producto del factor de ponderación de la especie *i* por el número total de intervalos en los que se presenta la especie *i*.

F'_i = frecuencia relativa de la especie *i*

$$F'_i = \left(\frac{FP_i}{\sum_{i=1}^n FP_i} \right) (100)$$

Frecuencia relativa de la especie *i* es igual a dividir la frecuencia ponderada de la especie *i* entre la suma de las frecuencias ponderadas de todas las especies; el resultado multiplicarlo por 100.

IVI_i = índice de valor de importancia de la especie *i*

$$IVI_i = (D'_i) + (C'_i) + (F'_i)$$

Índice de valor de importancia de la especie *i* es igual a la suma de la dominancia relativa de la especie *i* más la cobertura relativa de la especie *i* más la frecuencia relativa de la especie *i*.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD VERDADERA

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia).

Uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat es el de Shannon-Wiener, para utilizar este índice el muestreo debe ser aleatorio y todas

las especies de una comunidad deben estar presentes en la muestra. Este índice se calcula mediante la siguiente ecuación (Magurran, 2004):

$$H' = - \sum_{i=1}^{\infty} P_i * \ln P_i$$

Dónde:

H' = índice de Shannon-Wiener

P_i = abundancia relativa

ln = logaritmo natural

Sin embargo los resultados del índice de Shannon, son de difícil interpretación y no permiten su comparación. Dada la importancia que tiene la selección de medidas apropiadas de diversidad, cuando los resultados se utilizan para comparar comunidades o para proponer estrategias para el manejo de los recursos y la conservación biológica; se utiliza el índice de diversidad verdadera de orden 1 (¹D); ya que en él, todas las especies son consideradas en el valor de la diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (García-Morales et al., 2011).

El índice de diversidad verdadera de orden 1 (¹D), se obtiene mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost, 2006):

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left(- \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i\right)$$

Dónde:

¹D = índice de diversidad verdadera de orden 1

H' = índice de Shannon-Wiener

exp = exponencial

S = número total de especies

P_i = abundancia relativa (abundancia proporcional) de la i-ésima

especie ln = logaritmo natural

Este índice se determina para cada grupo de organismos:

- Anfibios.
- Reptiles.
- Mamíferos (terrestres, excepto pequeños y voladores).
- Aves.
- Hierbas.
- Arbustos. □ Árboles.

Para calcularlo, se organizan los datos en una matriz de datos en el programa Excel®, separando entre fauna y flora, en los nombres de las filas se colocan las especies y en las columnas cada uno de los grupos con su respectiva abundancia (número total de registros independientes por especie; figura 4.6). Un software (de libre acceso) que facilita el análisis de datos científicos es “Past” (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>), desarrollado por la Universidad de Oslo.

De la matriz de Excel®, se copian los valores de las abundancias de cada una de las especies; en la ventana de “Past” se pegan dichos valores y se activa el icono “Column attributes”, con la finalidad de especificar el nombre que corresponde a cada columna. Seleccionar todas las celdas (con datos y vacías), de acuerdo con el número de celdas del archivo copiado (proveniente de Excel®). En el menú principal, seleccionar “Diversity”, posteriormente “Diversity indices”, esperar un momento (figura 4.6). El programa, automáticamente, abre una nueva ventana con los resultados, seleccionar “Copy” (figura 4.7) y pegar los resultados en el archivo Excel®.

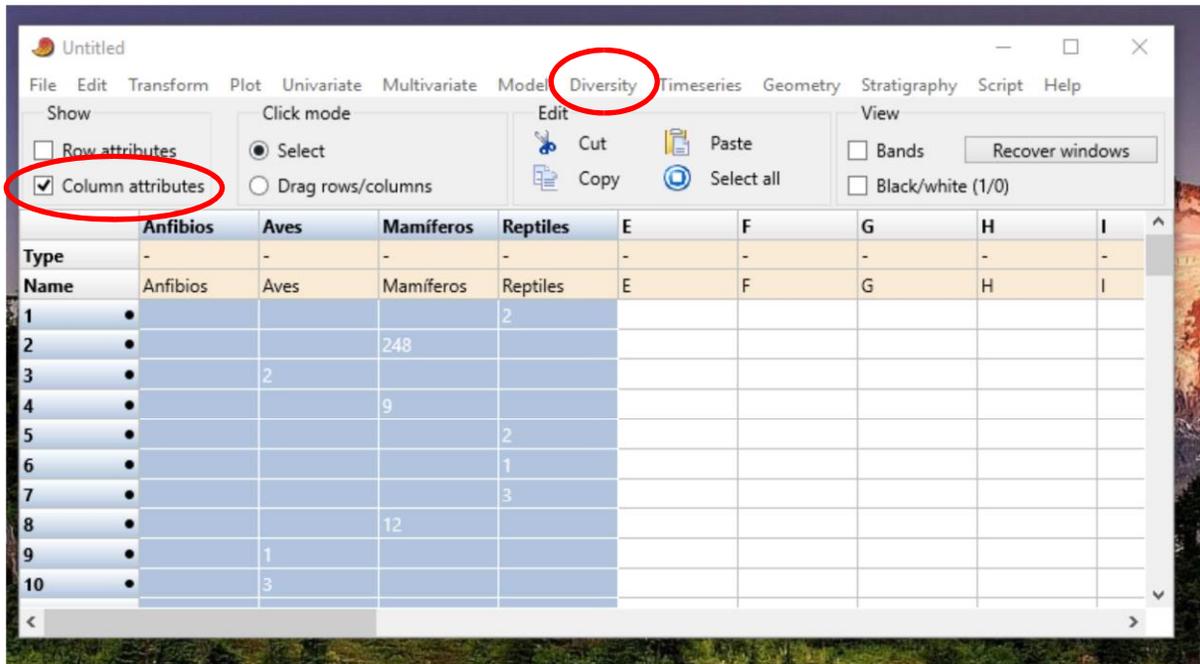


Figura 4.6. Representación de la venta principal del software “Past”, nótese el nombre las columnas.

The screenshot shows the 'Alpha diversity indices' window. It has two tabs: 'Numbers' and 'Plot'. The 'Numbers' tab is active, displaying a table with columns for 'Anfibios', 'Lower', 'Upper', 'Aves', 'Lower', 'Upper', and 'M'. The rows list various diversity indices: 'Taxa_S', 'Individuals', 'Dominance_D', 'Simpson_1-D', 'Shannon_H', 'Evenness_e^H/S', 'Brillouin', 'Menhinick', 'Margalef', 'Equitability_J', 'Fisher_alpha', 'Berger-Parker', and 'Chao-1'. At the bottom, there is a control panel with 'Bootstrap N: 9999', 'Bootstrap type: Percentiles', an 'Unbiased' checkbox, and a 'Recompute' button. There are also 'Close', 'Copy', and 'Print' buttons.

	Anfibios	Lower	Upper	Aves	Lower	Upper	M
Taxa_S	5	4	5	39	35	39	10
Individuals	10	10	10	98	98	98	14
Dominance_D	0.28	0.22	0.42	0.04269	0.03707	0.06018	0.3
Simpson_1-D	0.72	0.58	0.78	0.9573	0.9398	0.9629	0.6
Shannon_H	1.418	1.089	1.557	3.397	3.208	3.464	1.3
Evenness_e^H/S	0.8262	0.6826	0.949	0.7661	0.6755	0.829	0.4
Brillouin	1.013	0.7832	1.123	2.912	2.761	2.97	1.4
Menhinick	1.581	1.265	1.581	3.94	3.536	3.94	0.6
Margalef	1.737	1.303	1.737	8.288	7.416	8.288	1.8
Equitability_J	0.8814	0.7627	0.9675	0.9273	0.8914	0.9486	0.6
Fisher_alpha	3.98	2.471	3.98	23.97	19.48	23.97	2.4
Berger-Parker	0.4	0.3	0.6	0.1122	0.07143	0.1735	0.4
Chao-1	8	4	11	64.5	40.5	70.67	16

Figura 4.7. Representación de la venta de resultados del software “Past”.

Los resultados generados por “Past”, contienen siete atributos ecológicos relacionados con índices de diversidad alfa; sin embargo, únicamente utilizaremos tres: número de especies por

grupo (“Taxa_S”), número de registros independientes o individuos (“Individuals”), índice de Shannon (“Shannon_H”; figura 4.8). Los cuales nos servirán para dar seguimiento a cada uno de los grupos biológicos, a través del tiempo y espacio.

EL ARROYO ZARCO, AÑO 2018

Grupo	Riqueza	Registros	Shannon	¹ D
Anfibios	5	10	1.418	4.129
Reptiles	5	10	1.359	3.892
Mamíferos	10	145	1.542	4.674
Aves	39	98	3.397	29.874

Figura 4.8. Ejemplo del concentrado final de indicadores ecológicos de diversidad alfa de fauna silvestre.
¹D (diversidad verdadera o especies efectivas).

5. Literatura consultada

- Chediack, E.S, 2009. Conceptos generales sobre biodiversidad y manejo de recursos naturales. Pp. 13-27. En: Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿Para qué?. Corredor Biológico Mesoamericano México. S.E Chediack. (Ed.). Serie de diálogos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 90 p.
- Cox, G. W. 1974. Laboratory Manual of General Ecology. Wm. C. Brown Co. Pub. Iowa, USA. 195 p.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México.
- Fernández-Badillo, L.; N. Morales-Capellán e I. Goyenechea. 2011. Las serpientes venenosas del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Flores-Villela, O., y U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 467-475..
- Foster, M. S. 2012. Standard Techniques for Inventory and Monitoring. EN Reptile Biodiversity, Berkeley and Los Angeles: University of California Press. 205-271.
- Galindo, C. y Weber, M. 1998. Manejo adaptativo y conservación. In: El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación. Ediciones Culturales S. A. de C. V., CONABIO. 272 p.
- García-Morales, R., Moreno, C.E. y J. Bello-Gutiérrez. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, Mexico. *Therya* 2(3): 205-215.
- Hernández C., J.; Gámez, A.; Espinoza, D.; Tlaxcalteca, O. y González, T. S/F. Lineamientos para el Monitoreo Articulado de la Biodiversidad (MTP + SMC): Sector Forestal. SEMARNAT Delegación Puebla, CONAFOR Gerencia estatal Puebla, Wild Forest Consulting S.C. 29 p.
- Hutto, L. R.; Pletschet, M. S.; Hendricks, P. 1996. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103 (3): 593:602
- Jost, L.B. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363-375.

- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Maryland, U.S.A. 215 p.
- Mendoza-Quijano, F. 1990. Estudio herpetofaunístico en el transecto Zacualtipan-Zoquizoquipan-San Juan Metztlán, Hidalgo. Tlalnepantla, Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela, y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 460-466.
- Pisanty, I. y Caso, M. 2006. *Especies, espacios y riesgos*. Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT). México, D.F. 239 p.
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martin, T. E.; DeSante, D. F y Milá, B. 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.
- Strong, C.W. 1966. "An Improved Method of Obtaining Density From Line-Transect Data". *Ecology*. 47: 311-313.
- Zarco-Espinoza, V.M., Valdez-Hernández, J.I., Ángeles-Pérez, G. y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 26(1):1-17.

6. Formatos de campo



Herpetofauna (Anfibios y Reptiles), anexo 1

Descripción del formato: herpetofauna (anfibios y reptiles)

PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
VISITA	Escribir el número que corresponda la visita al predio, durante el año.
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
GPS	Escribir el código de identificación del GPS, con el que se toma el track y coordenadas.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
TRANSECTO	Escribir el nombre del transecto o su número consecutivo asignado.
#	Número consecutivo de observación.
ESPECIE	Escribir el nombre común o científico del organismo observado.
HORA	Escribir la hora, en formato de 24 horas. Únicamente aplica cuando se observan organismos vivos.
SEXO	Especificar, si es posible, el sexo (macho o hembra) del organismo a color.
ESTADIO	Especificar si es cría, juvenil o adulto.
ACTIVIDAD	Especificar la actividad que realiza el organismo, al momento de la observación.
MICROHÁBITAT	Especificar en qué lugar se encuentra el organismo al momento de la observación (por ejemplo, bajo roca, bajo hojarasca, bajo tronco, sobre suelo, sobre roca, etc)
TIEMPO	Especificar el estado del tiempo al momento de la observación (por ejemplo, soleado, nublado, medio nublado, lluvia, neblina, etc)
ID FOTO	Escribir el número consecutivo que le asigna la cámara digital, de manera automática, a la imagen capturada
ID GPS	Especificar el nombre del punto (coordenada), con el que se guarda (almacena) en la unidad portátil de GPS.

Aves (Puntos de Conteo), anexo 2

Descripción del formato: aves (puntos de conteo)

PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
VISITA	Escribir el número que corresponda la visita al predio, durante el año.
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
ID GPS	Escribir el código de identificación del GPS, con el que se toma el track y coordenadas.
INICIO	Escribir la hora de inicio del conteo de aves en ese punto, en formato de 24 horas.
FIN	Escribir la hora de término del conteo de aves en ese punto, en formato de 24 horas.
# SITIO	Número consecutivo del sitio o punto de conteo de aves.
TRANSECTO	Nombre del transecto sobre el cual se están realizando los puntos de conteo de aves.
PARAJE	Nombre del paraje en dónde se realiza el punto de conteo de aves silvestres.
COR GPS ID	Especificar el nombre del punto, con el que se guardó en el GPS.
m	Especificar la pendiente promedio del sitio, en grados.
E	Especificar la exposición del sitio, de acuerdo a los puntos cardinales.
TIPO DE VEGETACIÓN	Escribir el tipo de vegetación del sitio (pino, oyamel, encino, pino-encino, encino-pino, pastizal, desprovisto de vegetación, etc).
TS y AC	Especificar el tratamiento silvícola y última actividad complementaria realizada, en el punto de observación.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
ESTADO DEL TIEMPO	Especificar el estado del tiempo (nublado, soleado, con viento, con neblina, briza, lluvia, helada, caída de nieve, etc).
#	Número consecutivo de especie observada.

COMÚN	Escribir el nombre común.
CIENTÍFICO	Obligatoriamente debe de especificar el nombre científico, al momento de entregar el formato.
0 – 5 min	De acuerdo al tiempo de observación, especificar el número de individuos observados (en formato de frecuencias).
6 – 10 min	De acuerdo al tiempo de observación, especificar el número de individuos observados (en formato de frecuencias).
ACTIVIDAD	Especificar la actividad que realiza el organismo, al momento de la observación (acicalándose, perchado, comiendo, volando, empollando, construyendo nido, alimentando polluelos, etc).
# FOTO	Número de fotografía, de acuerdo a la numeración automática de la cámara.
TR	Tronco.
FO	Follaje.
ESPECIE	Nombre común o científico de la especie de planta sobre la cual estaba el organismo observado.
SU	Suelo.
RO	Roca.
OTRO/NOTAS	OTRO Especificar en qué otro micrositio fue observado el organismo (árbol muerto en pie, tronco caído, nido, planta epífita, planta parásita, etc). / NOTAS Algún dato que consideren relevante. Si es posible diferenciar entre machos y hembras, especificar el sexo del organismo observado, si se están alimentando es un grupo monoespecífico o no, etc). Cuando las notas no quepan en el formato anotarlas en la libreta, especificando el nombre del predio, la fecha, el nombre de transecto, el # del sitio y el # de observación.

Descripción del formato: aves (topografía externa)

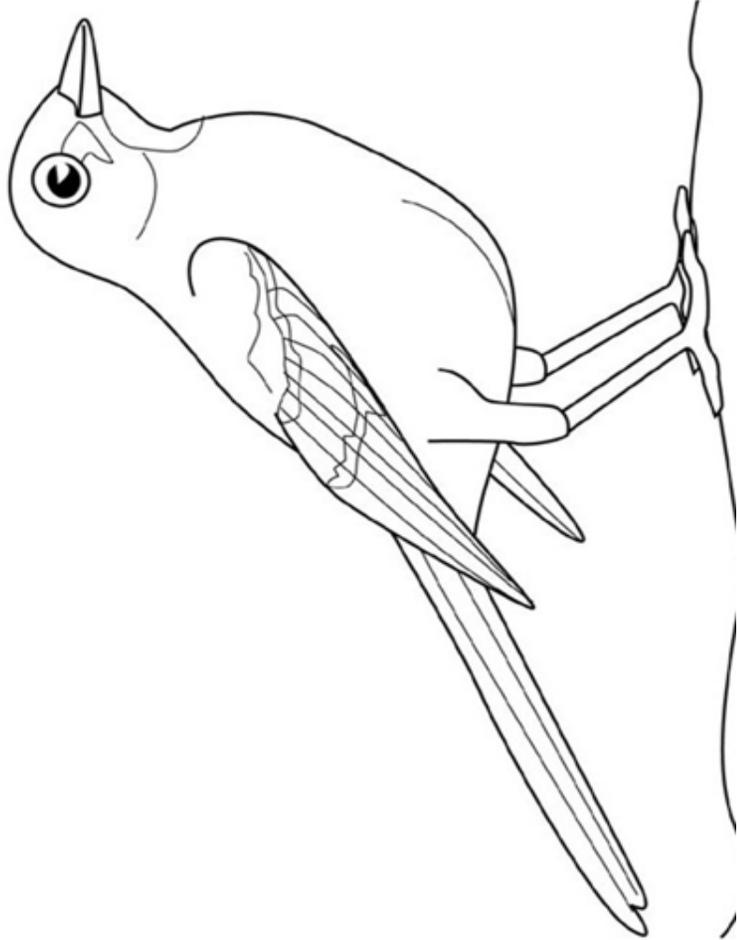
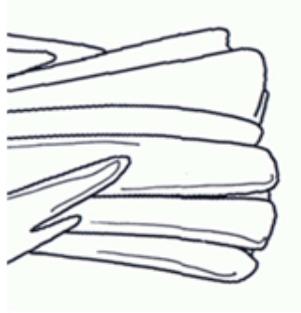
ID IMAGEN	Escribir el nombre del transecto y número del punto (según sea el caso) y el número consecutivo de la observación.
PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
OBSERVADOR	Escribir el nombre de la persona que realiza la observación.

Este formato se utiliza, cuando no es posible identificar al ave o tomarle una fotografía. Se describe brevemente y se dibuja el patrón de coloración o caracteres distintivos que permitan su posterior identificación.

En el formato en el cual se registró el avistamiento (puntos de conteo de aves silvestres); mencionar que el ave se describe en el formato de aves (topografía externa).

AVES (TOPOGRAFÍA EXTERNA)

ID IMAGEN:	PREDIO:	FECHA:
OBSERVADOR:		



Árboles (Punto centrado en Cuadrante), anexo 3

Descripción del formato: árboles (punto centrado en cuadrante)

PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
VISITA	Escribir el número que corresponda la visita al predio, durante el año.
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
GPS	Escribir el código de identificación del GPS, con el que se toma el track y coordenadas.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
N	Número consecutivo del punto de muestreo.
X	Coordenada X, del punto de muestreo.
Y	Coordenada en Y, del punto de muestreo.
A	Altitud (msnm), del punto de muestreo.
m	Pendiente promedio del punto de muestreo, expresada en grados.
E	Exposición del sitio de muestreo, de acuerdo a los puntos cardinales.
ID GPS	Clave con el que se guarda (almacena) el punto de muestreo, en la unidad portátil de GPS.
C	Número del cuadrante en el punto de muestreo
#	Número de cuadrante, dentro del punto de muestreo.
ESPECIE	Escribir el nombre común o científico del organismo observado.
DISTANCIA	Distancia lineal del origen del punto de muestreo a la base del árbol muestreado.
AZIMUT	Ángulo de ubicación (expresado en grados) del árbol muestreado, respecto al norte.
ALTURA	Escribir la altura del árbol (expresada en metros).
DN	Escribir el diámetro normal del árbol (expresado en centímetros), se mide a una altura de 1.30 m.
DC1	Escribir el largo de la copa del árbol observado (expresada en metros).
DC2	Escribir el ancho de la copa del árbol observado (expresado en metros).
ACC1	Escribir la altura de la hoja o rama más cercana al suelo (expresado en centímetros).
ACC2	Escribir la altura de la segunda hoja o rama más cercana al suelo (expresada en centímetros).
ACC3	Escribir la altura de la tercera hoja o rama más cercana al suelo (expresada en centímetros).

ÁRBOLES (PUNTO CENTRADO EN CUADRANTE)

PREDIO:	FECHA:	VISITA:	ID CAM:	GPS:
BRIGADA:				
TRANSECTO:				

PUNTO	C #	ESPECIE	DISTANCIA	AZIMUT	ALTURA	DN	DC1	DC2	ACC1	ACC2	ACC3
N:	1										
X:	2										
Y:	3										
A:	4										
m:	5										
E:	6										
ID GPS:	7										
	8										

Arbustos (Punto centrado en Cuadrante), anexo 4

Descripción del formato: arbustos (punto centrado en cuadrante)

PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
VISITA	Escribir el número que corresponda la visita al predio, durante el año.
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
GPS	Escribir el código de identificación del GPS, con el que se toma el track y coordenadas.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
N	Número consecutivo del punto de muestreo.
X	Coordenada X, del punto de muestreo.
Y	Coordenada en Y, del punto de muestreo.
A	Altitud (msnm), del punto de muestreo.
m	Pendiente promedio del punto de muestreo, expresada en grados.
E	Exposición del sitio de muestreo, de acuerdo a los puntos cardinales.
ID GPS	Clave con el que se guarda (almacena) el punto de muestreo, en la unidad portátil de GPS.
C	Número del cuadrante en el punto de muestreo
#	Número de cuadrante, dentro del punto de muestreo.
ESPECIE	Escribir el nombre común o científico del organismo observado.
DISTANCIA	Distancia lineal del origen del punto de muestreo a la base del arbusto muestreado.
AZIMUT	Ángulo de ubicación (expresado en grados) del arbusto muestreado, respecto al norte.
ALTURA	Escribir la altura del arbusto (expresada en metros).
DN	Escribir el diámetro normal del arbusto (expresado en centímetros), se mide a una altura de 10 cm, respecto al suelo.
DC1	Escribir el largo de la copa del arbusto observado (expresada en metros).
DC2	Escribir el ancho de la copa del arbusto observado (expresado en metros).
ACC1	Escribir la altura de la hoja o rama más cercana al suelo (expresado en centímetros).
ACC2	Escribir la altura de la segunda hoja o rama más cercana al suelo (expresada en centímetros).
ACC3	Escribir la altura de la tercer hoja o rama más cercana al suelo (expresada en centímetros).

ARBUSTOS (PUNTO CENTRADO EN CUADRANTE)

PREDIO:	FECHA:	VISITA:	ID CAM:	GPS:
BRIGADA:				
TRANSECTO:				

PUNTO	C	#	ESPECIE	DISTANCIA	AZIMUT	ALTURA	DN	DC1	DC2	ACC1	ACC2	ACC3
N:		1										
X:	1	2										
Y:		3										
A:	2	4										
m:		5										
E:	3	6										
ID GPS:	4	7										
		8										

Hierbas (Línea Canfield Modificada), anexo 5

Descripción del formato: hierbas (línea Canfield modificada)

PREDIO	Escribir el nombre del predio, según corresponda.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
VISITA	Escribir el número que corresponda la visita al predio, durante el año.
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
TRANSECTO	Número o nombre del transecto, sobre el cual se están trazando las líneas de muestreo.
# LÍNEA	Número consecutivo de la línea de muestreo dentro de su respectivo transecto.
X1	Coordenada en X, del inicio de la línea Canfield.
Y1	Coordenada en Y, del inicio de la línea Canfield.
X2	Coordenada en X, del final de la línea Canfield.
Y2	Coordenada en Y, del final de la línea Canfield.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
#	Número consecutivo del punto (intercepto) de muestreo.
IND	Número de individuo u organismo muestreado.
ESPECIE	Escribir el nombre común o científico del organismo observado.
I	Distancia lineal (sobre la línea) interceptada.
M	Ancho máximo del individuo u organismo al que corresponde la parte vegetativa que intercepta a la línea; se mide de manera perpendicular a la línea Canfield.

Colecta Botánica, anexo 6

Descripción del formato: colecta botánica.

NOMBRE DEL COLECTOR	Escribir el nombre o nombres de las personas que colectaron pensaron las muestras vegetales.
ESTADO	Escribir el nombre del Estado (entidad federativa), según corresponda.
MUNICIPIO	Escribir el nombre del municipio, según corresponda.
LOCALIDAD	Escribir el nombre del municipio, según corresponda.
PARAJE	Escribir el nombre del paraje, según corresponda.
X	Escribir la coordenada en X, del sitio de dónde es colectada la planta o parte de ella.
Y	Escribir la coordenada en Y, del sitio de dónde es colectada la planta o parte de ella.
ALTITUD	Escribir la altura sobre el nivel del mar (msnm), del sitio de colecta.
EXP	Especificar la exposición geográfica del sitio de colecta, de acuerdo a los puntos cardinales.
m	Especificar la pendiente del sitio de colecta (expresada en grados).
ID CAM	Escribir el código de identificación de la cámara con la que se toman las fotografías.
# DE FOTO	Número de fotografía, de acuerdo a la numeración automática de la cámara.
# DE MUESTRAS COLECTADAS	Especificar cuántas muestras de la misma especie fueron colectadas.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
CLAVE	Especificar el año de colecta-iniciales del nombre del colector-número consecutivo de muestra en el año. Por ejemplo 2018-GTG-262.
NOMBRE COMÚN	Especificar el nombre común de la planta.
NOMBRE CIENTÍFICO	Especificar el nombre científico, si se desconoce, el formato se debe completar una vez identificada en laboratorio.
HÁBITO Y FORMA DE VIDA	Especificar si es hierba, arbusto, árbol, enredadera, epífita, terrestre, etc.
MICROHÁBITAT	En orillas de caminos, senderos, bordes de bosque, sotobosque, bosque secundario, junto a un río, en un claro, sobre un árbol aislado, potreros, cercas vivas, etc.
PLANTAS ASOCIADAS	Si se conocen las plantas que están a su alrededor se anotan los nombres.
TALLOS Y TRONCOS	La altura total, diámetro normal, la textura de la corteza, presencia de exudados después de un corte, presencia de espinas o aguijones, etc.
HOJAS (TEXTURA)	Textura (cartácea o coriácea, etc), coloraciones particulares, presencia de exudados o glándulas, presencia de heterofilia, etc.

INFLORESCENCIA	Color del pedúnculo o brácteas, posición (erecta, péndula o inclinada), si es cauliflora.
FLORES	Colores de las partes florales (cáliz y corola), texturas particulares, comportamiento de la antésis (hora en que estaba abierta), observaciones sobre posibles polinizadores, olor de la flor.
FRUTOS	Tamaño y forma (cuando es fresco), colores, olores y texturas particulares.
ESTADO DEL TIEMPO	Se registran las condiciones del estado del tiempo y hora de la colecta.
OBSERVACIONES	Se registra cualquier otro dato que el colector considere relevante.

NOMBRE DEL COLECTOR:

ESTADO:	MUNICIPIO:	LOCALIDAD:	PARAJE:
X:	Y:	A:	E:
m:	ID CAM:	# DE FOTO:	CLAVE:
# DE MUESTRAS COLECTADAS:		FECHA:	
NOMBRE COMÚN:		TRANSECTO:	
NOMBRE CIENTÍFICO:			

HÁBITO Y FORMA DE VIDA:
MICROHÁBITAT:
PLANTAS ASOCIADAS:
TALLOS Y TRONCOS:
HOJAS (TEXTURA):
INFLORESCENCIA:
FLORES:
FRUTOS:
ESTADO DEL TIEMPO:
OBSERVACIONES:

Cámaras trampa, anexo 7

Descripción del formato: cámaras trampa (colocación-revisión)

PREDIO	Escribir el nombre completo del predio.
INSTALADOR	Escribir el nombre completo de la persona que instala la cámara trampa.
BRIGADA	Escribir el nombre completo de los integrantes de la brigada de campo.
TRANSECTO	Número o nombre del transecto, sobre el cual se están colocando las cámaras trampa.
FECHA	Escribir la fecha (día/mes/año), el mes se escribe con letra.
CAM	Escribir la clave de identificación individual de la cámara trampa.
MEM	Escribir la clave de identificación de la memoria de almacenamiento interno de la cámara trampa.
% BAT	Especificar el porcentaje de batería con el que se deja instalada la cámara trampa.
X	Coordenada en X, del punto en donde se coloca la cámara trampa.
Y	Coordenada en Y, del punto en donde se coloca la cámara trampa.
A	Altitud (msnm), del sitio de colocación de la cámara trampa.
m	Pendiente del punto de colocación de la cámara trampa, expresada en grados.
E	Exposición del sitio de muestreo, de acuerdo a los puntos cardinales.
PARAJE	Escribir el nombre del paraje en donde se coloca la cámara trampa.
ATRAYENTES	Especificar el nombre de los atrayentes, en el caso de su uso; en caso contrario especificar que no se utilizaron (NO).
OBSERVACIONES	Escribir alguna observación o manejo que se le haya hecho al equipo (cambio de batería, cambio de memoria de almacenamiento, limpia del sitio, reubicación, cámara mordida, cámara inactiva, retiro de cámara, mal colocada, mal programada, reprogramada, etc).

CÁMARAS TRAMPA (COLOCACIÓN REVISIÓN)

PREDIO:		INSTALADOR:	
BRIGADA:			
TRANSECTO:		FECHA:	

CAM	MEM	% BAT	X	Y	A	m	E	PARAJE	ATRAYENTE	OBS

Anexo 3. Encuesta de percepción para el Monitoreo de la Biodiversidad en Predios Bajo Manejo Forestal

20/05/2019

Nombre:

Profesión:

¿Pertenece a alguna consultoría?: Si No ¿Cuál? _____

Trabaja en forma independiente: Si No

Cuenta con Registro Forestal Nacional (RFN): SI NO

Con base en los resultados mostrados y de su experiencia en campo en el programa piloto de aplicación del Método Transecto Punto para el monitoreo de la biodiversidad en predios bajo manejo forestal.

1. ¿Considera de utilidad la información obtenida con esta metodología?

SI o NO y ¿Por qué?

2. Con los datos generados ¿qué decisiones le ayudaría a tomar al momento de realizar un programa de manejo forestal? (subraye las dos que considere más importantes)

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Método silvícola | <input type="radio"/> Tratamientos silvícolas |
| <input type="radio"/> Áreas de alto valor para la conservación de la biodiversidad | <input type="radio"/> Mejores prácticas de manejo forestal para conservación de la biodiversidad |
| <input type="radio"/> Presencia de especies en la NOM 059 | <input type="radio"/> Ninguno |
| | <input type="radio"/> Otros: _____ |

3. ¿Cuáles serían las principales limitantes para la aplicación el MTP? (subraye las dos que considere más importantes)

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Metodológicas | <input type="radio"/> Tecnológicas |
| <input type="radio"/> Económicas | <input type="radio"/> Capital humano capacitado |
| <input type="radio"/> Organización y coordinación | <input type="radio"/> Ninguna |
| <input type="radio"/> Otras: _____ | |

Dependiendo de su respuesta anterior, elija las 2 principales causas que generan dichas limitantes (solo utilice los 2 cuadros correspondientes a las limitantes que subrayó en la pregunta 3)

Metodológicas		
<input type="radio"/> Conteo e identificación de herbáceas	<input type="radio"/> Conteo e identificación de aves	<input type="radio"/> Conteo e identificación de mamíferos
<input type="radio"/> Conteo e identificación de árboles y arbustos	<input type="radio"/> Conteo e identificación de anfibios y reptiles	<input type="radio"/> Identificación de rastros, huellas y excretas
<input type="radio"/> Fechas de monitoreos	<input type="radio"/> Otros	

Tecnológicas (subraye las dos que considere más importantes):		
<input type="radio"/> Cámaras foto trampa	<input type="radio"/> GPS	<input type="radio"/> Cámaras fotográficas,
<input type="radio"/> Cinta métrica	<input type="radio"/> Cinta diamétrica	<input type="radio"/> Ganchos herpetológicos
<input type="radio"/> Guías de aves	<input type="radio"/> Clinómetro digital	<input type="radio"/> Vernier electrónico
<input type="radio"/> Computadora	<input type="radio"/> Binoculares	<input type="radio"/> Otros

Económicas (subraye las dos que considere más importantes)		
<input type="radio"/> Incremento en los honorarios del Prestador de Servicios Técnicos Forestales	<input type="radio"/> Apoyos gubernamentales	<input type="radio"/> Costos del equipo
<input type="radio"/> Costos de la brigada en campo	<input type="radio"/> Costos del personal para capturar la información	<input type="radio"/> Otros

Capital Humano (subraye las dos que considere más importantes)		
<input type="radio"/> Disponibilidad de personal capacitado	<input type="radio"/> Habilidades en campo	<input type="radio"/> Interpretación de los resultados
<input type="radio"/> Asesoría	<input type="radio"/> Otros	<input type="radio"/>

Organización y coordinación (subraye las dos que considere más importantes)		
<input type="radio"/> Falta de Interés	<input type="radio"/> Comunicación y organización con el o los dueños de los predios colindantes	<input type="radio"/> Comunicación y organización con los demás Prestadores de Servicios Técnicos Forestales
<input type="radio"/> Poca colaboración	<input type="radio"/> Vinculación entre las instituciones públicas	<input type="radio"/> Otros

4. Si aplicara comúnmente el MTP en un predio a su cargo ¿le facilitaría obtener alguna de las siguientes autorizaciones o certificaciones? (subraye las dos que considere más importantes):

<input type="radio"/> Autorización del programa de manejo	<input type="radio"/> Auditoría técnica preventiva	<input type="radio"/> Certificación Nacional
<input type="radio"/> Certificación internacional (FSC)	<input type="radio"/> Ninguna	<input type="radio"/> Otras:

5. ¿Qué tan satisfecho se siente con?

a) el proceso desde la generación hasta la implementación del programa piloto de esta metodología

Nada Poco Satisfecho Muy Satisfecho

b) la calidad de la información obtenida a nivel predial

Nada Poco Satisfecho Muy Satisfecho

c) La calidad de la información obtenida a nivel regional

Nada Poco Satisfecho Muy Satisfecho

6. En términos generales ¿Se cumple con el objetivo de contar con un sistema coordinado y estandarizado para monitorear la biodiversidad y su relación con el manejo forestal?

SI o NO y ¿Por qué?

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4. Estimación de costos anuales de monitoreo con el MTP y elaboración de una propuesta de mejoras para el protocolo

Ciclo de Muestreo

GRUPO/ATRIBUTO	LINEAMIENTOS			SUGERENCIA DE MODIFICACIÓN		
	POR LÍNEA MTP	RCM	EFA	POR LÍNEA MTP	RCM	EFA
Anfibios y reptiles	4 transectos	8	32 transectos	4 transectos	8	32 transectos
Mamíferos	5 cámaras trampa	8	1200 noches	3 cámaras trampa	4	360 noches
Aves silvestres	5 puntos	8	40 puntos	10 puntos	8	80 puntos
Árboles	32 puntos	8	256 puntos	16 puntos	1	16 puntos
Arbustos	32 puntos	8	256 puntos	16 puntos	4	64 puntos
Hierbas	4 transectos	8	32 transectos	4 transectos	8	32 transectos
Longitud de la Línea MTP	2000 metros	8	16000 metros	1000 metros	8	8000 metros

Costo equipo y consumibles

GRUPO/ATRIBUTO	EQUIPO	LINEAMIENTOS		SUGERENCIA DE MODIFICACIÓN	
		COSTO APROXIMADO	EQUIPO	COSTO APROXIMADO	
EQUIPAMIENTO POR LÍNEA MTP					
	5 cámaras trampa	25,000.00	3 cámaras trampa	15,000.00	
	5 tarjetas SD de 16 Gb	1,000.00	3 tarjetas SD de 16 Gb	600.00	
Mamíferos	80 baterías alcalinas AA*	960.00	48 baterías alcalinas AA*	576.00	
	40 sardinas*	1,000.00	24 sardinas*	600.00	
	Atrayentes de olfativos*	800.00	Atrayentes olfativos*	500.00	
	SUBTOTAL 1	28,760.00		17,276.00	
EQUIPAMIENTO POR BRIGADA DE MONITOREO					
Anfibios y reptiles	2 ganchos herpetológicos	1,400.00	2 ganchos herpetológicos	1,400.00	
Aves silvestres	1 binoculares	5,000.00	1 binoculares	5,000.00	
	2 guías de aves	1,500.00	2 guías de aves	1,500.00	
Árboles y arbustos	1 cinta diamétrica	1,700.00	1 cinta diamétrica	1,700.00	
	1 clinómetro digital	3,200.00	1 clinómetro digital	3,200.00	
	1 flexómetro de 8 metros	200.00	1 flexómetro de 8 metros	200.00	
Hierbas	1 cinta métrica de 20 metros	550.00	1 cinta métrica de 20 metros	550.00	
	1 vernier electrónico	350.00	1 vernier electrónico	350.00	
General	1 flexómetro de 3 metros	35.00	1 flexómetro de 3 metros	35.00	
	2 cámaras fotográficas	14,000.00	2 cámaras fotográficas	14,000.00	
	2 gps	16,000.00	2 gps	16,000.00	
	SUBTOTAL 2	43,935.00		43,935.00	
	GRAN TOTAL	72,695.00		61,211.00	

Costos de mano de obra anual por línea MTP

		ENE	FEB	ABR	MAY	JUL	AGO	OCT	NOV	TOTAL	JORNALES	COSTO
LINEAMIENTOS												
CAMPO	Días	1	1	1	1	1	1	1	1	8	40	11,200.00
	Personas	5	5	5	5	5	5	5	5	40		
GABINETE	Días	2	2	2	2	2	2	2	2	16	16	
	Personas	2	2	2	2	2	2	2	2	16		
SUGERENCIA DE MODIFICACIÓN												
CAMPO	Días	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28	7,200.00
	Personas	3	3	4	4	4	4	3	3	28		
GABINETE	Días	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	
	Personas	1	1	1	1	1	1	1	1	8		