

Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México



Al servicio
de las personas
y las naciones



SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



**Manual de mejores prácticas de manejo forestal
para la conservación de la biodiversidad**
en ecosistemas templados de la región norte de México

Este material fue realizado en el marco del Proyecto 00071603 “Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentos basados en el mercado”, el cual es ejecutado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), cofinanciado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y con el apoyo técnico de *Rainforest Alliance* Inc. A.C. (RA)

Las opiniones, análisis y recomendaciones contenidas en este documento no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de su Junta Ejecutiva o de sus Estados Miembros.

Coordinación General del Manual

Unidad Coordinadora del Proyecto “Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentos basados en el mercado”

Autor

Dr. Benedicto Vargas Larreta

Revisión Técnica

M.C. Enrique José Jardel Peláez

Ing. Jaime Bocanegra Gallegos

Diseño Editorial

Edgar Javier González Castillo

Impresión

Impresos Florida S.A. de C.V.

Primera Edición 2013.

Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente 5360. Col. San Juan de Ocotán, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Calle Montes Urales 440 Col. Lomas de Chapultepec Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11000, México, D.F.

Derechos reservados ©.

Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas o almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo de la Comisión Nacional Forestal y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

El proyecto “Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentos basados en el mercado” expresa su agradecimiento a las instituciones y personas que participaron en los talleres de discusión, revisión y validación del presente manual.

- Asociación de Normalización y Certificación A. C. (Ance)
- Asesores Técnicos Forestales de los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco y Puebla
- Asociación de Silvicultores Región El Salto, S. C.
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Durango del Instituto Politécnico Nacional (Ciidir-IPN)
- Colegio de Posgraduados (Colpos)
- Instituto Tecnológico de El Salto (Ites)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Gobierno del Estado de Chihuahua, Secretaría de Desarrollo Rural, Dirección Forestal (SDR)
- Gobierno del Estado de Durango, Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA)
- Protección de la Fauna Mexicana, A. C. (Profauna)
- Pronatura Noroeste A. C. (Pronatura)
- *Rainforest Alliance* (RA)
- Reforestamos México, A. C.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)
- Universidad de Guadalajara (U de G)
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)
- Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)
- *World Wildlife Fund* (WWF)

Contenido

Prólogo	6
Presentación	10
Introducción	12
Cómo usar el manual	14
Consideraciones generales	16
Mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad	21
Prácticas a nivel paisaje	22
Conectividad de hábitats	24
Claros en el bosque	26
Red de áreas de conservación	30
Protección de hábitats en las partes altas de las cuencas	34
Protección de ecosistemas ribereños	36
Bosques antiguos	40
Prácticas a nivel rodal	42
Estructura vertical y horizontal	44
Estructura y diversidad de especies	48
Formación de micro-hábitats	50
Control de actividades recreativas	54
Biomasa residual de la cosecha forestal	58
Prácticas a nivel sitio	60
Protección de áreas de importancia crítica	62
Mantenimiento de árboles secos o con cavidades	64
Limpieza de las áreas de corta	66
Glosario	68
Lecturas recomendadas	74
Anexos	76

Prólogo

“El Salto” es una región forestal que se encuentra en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango. Ahí tenemos una arraigada cultura de aprovechamiento forestal, ya que hace muchos años fue la primera zona del estado de Durango en donde se establecieron industrias forestales que fueron muy importantes a nivel nacional.

Los aprovechamientos forestales iniciaron a fines del siglo XIX con la construcción del ferrocarril que se suponía iba a ser la conexión entre los estados de Durango y Sinaloa, pero cuando la empresa minera encargada de dicha obra se dio cuenta del enorme potencial de negocio que los bosques de la región representaban, se olvidó de la continuación de las vías principales del ferrocarril e inició la construcción de ramales o vías para extraer madera en la parte oeste y sur de la región, en lo que hoy son los ejidos San Pablo y Pueblo Nuevo.

En esa época, la extracción de madera se realizaban con grúas de vapor y el transporte con máquinas también de vapor. El principal centro de acopio era el aserradero “El Salto”. Al principio, la región se pobló con las personas que trabajaban en la construcción de las vías, las mismas que después se convirtieron en mano de obra para las actividades forestales. El derribo se realizaba con sierras conocidas como sardinas, que se usaron hasta la década de los setentas cuando se empezó a utilizar la motosierra.

En esta etapa del aprovechamiento de los recursos forestales, solo se buscaba la rentabilidad económica, no era prioritario el cuidado del bosque, la consigna era aprovechar lo más posible, sin ninguna técnica silvícola; se escogían solo los árboles más gruesos, más altos y más sanos. La gente del campo no participaba en las decisiones, salvo en los casos excepcionales de algunos líderes que empezaban a surgir y que posteriormente fueron integrados como contratistas de la empresa.

Entonces fue cuando los pobladores aprendieron a realizar las actividades de aprovechamiento forestal, tanto las de carácter manual, como el derribo, arrime, carga y transporte, como las de control de la producción y la cubicación de la trocería y madera aserrada, la

gente aprendió a hacer el trabajo, pero los beneficios económicos eran solamente para la empresa.

Como consecuencia del reparto agrario en la región a partir del año 1931, el bosque pasó a posesión de los pobladores que se habían asentado en las distintas localidades de la región, surgiendo hasta el final de los setentas, un total de 20 ejidos, tres comunidades y un número considerable de pequeñas propiedades. Esto cambió la forma de negociar el aprovechamiento de los bosques con la empresa. Ahora cada predio realizaba un contrato de participación y la empresa se comprometía a pagar una cantidad por pie rollo extraído. Esto también dio oportunidad a que muchas personas se involucraran en las actividades de aserío y extracción con puestos de mando, como jefes de aserraderos, de monte, de caminos y de cuadrillas, entre otros, lo que fortaleció las capacidades locales en el manejo y aprovechamiento del bosque.

Por la década de los cuarentas, se había terminado el terreno con pendientes suaves donde se podía llevar a cabo la extracción de madera con máquinas y grúas de vapor, las vías se sustituyeron por terracerías, las máquinas por camiones y las grúas de vapor por las motogrúas con motores de gasolina. Esto dio como resultado llegar a terrenos más accidentados y se instalaron una red de aserraderos diseminados en toda la región. En estos años se empleaba mucho las carretas jaladas por animales para el arrime de trocerías y posteriormente se usó yuntas para arrime y carga. De esta manera, fue el inicio de la aplicación de prácticas de manejo que permitieron la restauración y conservación de los bosques de la región, ya que estos métodos de extracción son más “ecológicos” porque causan pocos daños a la masa residual y en muchos casos más eficientes y económicos, tanto, que aún están en uso.

En la década de los sesentas, se completó la transición y se expidieron la titularidad de los permisos de aprovechamiento a los ejidos, comunidades y predios particulares de la región, lo que ocasionó la quiebra de la compañía. Los titulares de los predios foresta-

les se constituyeron en permisionarios, lo que les permitió comercializar sus volúmenes autorizados al mejor postor. Así se dio el inicio formal de las primeras “Empresas Ejidales Forestales” que fueron apoyadas económicamente por el gobierno federal a través del “Fondo Nacional de Fomento Ejidal”, y que son hasta la fecha, las empresas que constituyen el pilar económico de la región.

A finales de los años setenta, se dio un nuevo enfoque al aprovechamiento forestal con la implementación del Método de Desarrollo Silvícola, que tiene como objetivo asegurar una cosecha anual periódica sin degradar la capacidad productiva del recurso. Para promover la aplicación y adopción de este método, se estableció un predio piloto en el ejido La Ciudad, para llevar a cabo demostraciones de la aplicación de los nuevos tratamientos. Gracias a esto, poco a poco se creó conciencia entre los productores sobre los beneficios del bosque. Este método fue aceptado y hasta la fecha se sigue aplicando en bosques regulares, con algunas adecuaciones técnicas.

Ya en 1988, bajo la perspectiva del Manejo Integral establecido en la Ley Forestal de 1986 y con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que consigna como uno de sus objetivos: “*La preservación y protección de la biodiversidad*”, se instituyó la elaboración de los Estudios de Manejo Integral Forestal en los que se consideran por primera vez los impactos ambientales causados al propio recurso forestal maderable y a sus “recursos asociados”, es decir, al agua, al suelo, a la fauna silvestre o a la belleza escénica, entre otros, y se establece la obligación de identificar y establecer en dichos estudios, las medidas de prevención o mitigación de los impactos identificados. Desde entonces, se incluye en los Estudios de Manejo Integral Forestal (EMIF) que después se convirtieron en Programas de Manejo Forestal (PMF) (vigentes hasta hoy), un capítulo de identificación de los impactos ambientales y de las medidas de mitigación, entre las cuales se plantean acciones de protección y conservación de la biodiversidad.

Para fortalecer el manejo forestal desde esta visión integral, que mantenga e incremente la productividad y al mismo tiempo promueva la conservación de la biodiversidad, la CONAFOR consideró pertinente promover la integración de mejores prácticas en los PMF, considerando a la biodiversidad como un elemento primordial en la conservación de los

ecosistemas. A fin de que las mejores prácticas generen los beneficios esperados, la CONAFOR se dio a la tarea de diseñar el presente *Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad* en ecosistemas templados de la región norte de México.

Una vez que este manual llegue a los silvicultores, se espera que contribuya a mejorar el manejo de los ecosistemas del norte del país, incluida por supuesto, la región forestal de “El Salto”, que siempre ha sido punta de lanza en la aplicación de nuevas tecnologías para que verdaderamente se lleve a cabo: *el manejo sustentable de los recursos naturales*.

El manual contempla tres grandes rubros: el paisaje, el rodal y el sitio, que es en donde se considera que se deben de llevar a cabo las mejores prácticas. Estas prácticas no limitan la posibilidad de que los aprovechamientos forestales maderables y no maderables continúen siendo la principal fuente de ingresos en las regiones forestales del país, sino al contrario, es la forma concreta que tienen los dueños y poseedores de los bosques productivos de contribuir de manera práctica y real a fomentar, proteger y perpetuar los bosques, por medio de su aprovechamiento sustentable para la generación de bienes y servicios tan indispensables en este momento para el bienestar de la sociedad.

Invito a todos a poner en práctica cada una de las actividades propuestas en este manual para generar experiencia en ello y a que le demos continuidad a esta larga historia de aprovechamiento forestal, cada vez más sustentable, estoy seguro que el tiempo dará la razón a quienes creemos que un bosque bien manejado puede ser fuente inagotable de madera, y al mismo tiempo un sitio donde la biodiversidad se conserve a través del tiempo.

Ing. Rufino Meraz Alemán

El Salto, P.N., Dgo., julio de 2013

Presentación

México es el cuarto país con mayor biodiversidad en el mundo gracias a la amplia variedad de climas, condiciones topográficas y ecosistemas. Nuestro país cuentan con 138 millones de hectáreas de vegetación forestal, equivalentes al 70% del territorio nacional; de ésta superficie, 64.8 millones de hectáreas corresponde a bosques y selvas, donde habitan aproximadamente 11 millones de personas que dependen de los recursos forestales para satisfacer sus necesidades económicas, sociales, culturales y ambientales. Particularmente, los bosques mexicanos albergan alrededor del 50% del total de las especies de pino conocidas en el mundo y 33% de las especies registradas para encinos. Sin duda, esta riqueza biológica representa una responsabilidad del país para la conservación y el buen manejo de los recursos forestales.

Históricamente, los aprovechamientos forestales han tenido un carácter extractivo con el objetivo de obtener productos maderables para satisfacer las demandas del mercado sin considerar la implementación de medidas específicas de manejo para conservar la biodiversidad. Por lo anterior, es importante aplicar prácticas de manejo que garanticen conservar nuestro patrimonio natural y que contribuyan en la mitigación del impacto ambiental dentro de las operaciones forestales.

Como lo sugieren algunas investigaciones recientes sobre el rol de los bosques comunitarios en México¹, las áreas forestales bien manejadas constituyen una gran oportunidad para el mantenimiento de la cobertura forestal y la conservación de la biodiversidad. El aprovechamiento forestal sustentable, en este sentido, representa la mejor alternativa de desarrollo comunitario que tienen los propietarios de los bosques en México para utilizar el potencial productivo de los suelos forestales para producir madera sin que implique un cambio de su uso para fines agrícolas o pecuarios, lo que permite en el corto, pero sobre todo en el largo plazo, una reducción en la pérdida ambiental y económica.

Por ello, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) han establecido una relación inter-institucional para consolidar la gestión de políticas públicas orientadas a integrar el manejo de la biodiversidad en las prácticas forestales del país, reconociendo el esfuerzo que todos los actores del sector forestal han realizado para establecer medidas que favorecen la conservación en los bosques bajo manejo.

¹ Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C., "Nueva evidencia: Los bosques comunitarios de México: Protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven paz social", Informe de investigaciones UNAM, CIDE, CIDIR-Oaxaca, IPN y Universidad Internacional de la Florida 2007, p. 2.

Es así y como parte de este compromiso, que la CONAFOR y el PNUD han elaborado el presente “Manual de Mejores Prácticas de Manejo para la Conservación de la Biodiversidad” para que los dueños de los bosques y sus asesores técnicos cuenten con una herramienta que les permita preservar las condiciones requeridas por las especies que cohabitan en el bosque, de tal manera que se asegure que en toda el área bajo manejo, el impacto sobre los ecosistemas se minimice con la aplicación de las mejores prácticas de manejo orientadas a la conservación de la biodiversidad. Con ello, se avanza significativamente en el fortalecimiento de las capacidades comunitarias para realizar un manejo sustentable de sus recursos y al mismo tiempo, se cumple con el compromiso de contribuir a mejorar las condiciones de vida de las comunidades y ejidos poseedores de los recursos.

Esta publicación, además de ser una herramienta para la conservación de la biodiversidad, representa una guía para la instrumentación de estas buenas prácticas en las actividades forestales en el norte del país. Las recomendaciones contenidas en el presente Manual están dirigidas hacia el manejo de la estructura del bosque en tres niveles; paisaje, rodal y sitio para que se realicen prácticas de manejo que permitan preservar o generar las condiciones requeridas por los organismos presentes, además de favorecer el desarrollo óptimo de las masas forestales para la producción.

Así mismo, se promueve el cumplimiento de algunos de los requerimientos establecidos por los estándares de certificación forestal nacional e internacional en términos de conservación de la biodiversidad en bosques bajo aprovechamiento.

De igual forma, este trabajo de sistematización de lecciones y generación de mejores prácticas de manejo, es una aportación valiosa para otras regiones forestales del país, así como de otras partes del mundo, que buscan fortalecer el manejo de ecosistemas forestales productivos a fin de garantizar el bienestar económico, social y cultural de las comunidades rurales e indígenas, y que a la vez sean una herramienta útil de conservación de la biodiversidad y para la provisión de servicios ecosistémicos.

Finalmente, se espera que este trabajo motive la aplicación de las mejores prácticas identificadas y fortalezca la planeación de programas integrales de manejo que garanticen la sustentabilidad del desarrollo regional.

Jorge Rescala Pérez

Director General
CONAFOR

Marcia de Castro

Representante Residente PNUD México
Coordinadora Residente del Sistema de las Naciones
Unidas en México

Introducción

La mayoría de los bosques de producción, alberga una alta biodiversidad que resulta complejo manejarla en términos espaciales, temporales y de escala. Sin embargo, a través del manejo de la estructura, la aplicación del sistema de manejo adecuado y las mejores prácticas aquí planteadas, se favorece la conservación de la biodiversidad en bosques bajo manejo.

Para integrar el manejo de la biodiversidad a las actuales prácticas forestales en los bosques de producción, CONAFOR, GEF, PNUD y RA a través del Proyecto “Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentados basados en el mercado”, elaboran el presente Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad (MMP) para cumplir con dicho objetivo.

El MMP fue diseñado para las condiciones de los bosques templados en la región norte de México pero, contiene prácticas que pueden ser aplicadas para el resto de los bosques templados del país y constituye a la vez, una herramienta de apoyo para la implementación de prácticas en bosques de alto valor para la conservación.

El objetivo del presente manual es sistematizar el manejo de la biodiversidad en las actuales prácticas de manejo forestal de manera voluntaria. Las mejores prácticas de manejo fueron diseñadas para silvicultores y manejadores forestales con la intención de proteger las funciones y los valores de los recursos biológicos durante las actividades de manejo forestal y son compatibles con el impulso de las actividades económicas de los bosques de producción y con los requerimientos de los procesos de certificación forestal.

No todas las prácticas serán aplicables en todos los sitios. De acuerdo con el sistema de manejo y del conocimiento local, algunas de las prácticas propuestas podrían resultar más efectivas en ciertas áreas forestales y podrán ser modificadas para equilibrar las necesidades de las especies, los objetivos del silvicultor y las características del ecosistema. Las prácticas contenidas en el manual serán revisadas en su implementación y evaluadas en su impacto sobre la biodiversidad para incluir nueva información, nuevas perspectivas o nuevas prioridades de conservación en el futuro.

Cómo usar el manual

La función del manual es brindar elementos al silvicultor y a manejadores forestales para mejorar las condiciones de biodiversidad en el contexto del manejo que esté aplicando a su bosque. Se busca que el usuario sea capaz de identificar, comprender e implementar las prácticas de manejo para la conservación de la biodiversidad, al mismo tiempo que alcanza los objetivos de producción establecidos en sus instrumentos de planeación.

Para ello, el manual se ha dividido en dos apartados principales: consideraciones generales y mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad. El primero presenta el marco necesario para implementar las mejores prácticas, mientras que en el segundo se presentan las mejores prácticas de manejo en tres niveles: paisaje, rodal y sitio. Cada práctica incluye: nombre, objetivo, justificación, método de aplicación y beneficios para la biodiversidad. Al seleccionar cualquiera de las mejores prácticas del manual, se deben seguir y cumplir todos los pasos descritos en el apartado “método de aplicación”, a fin de asegurar el objetivo de la práctica.

Es importante que el usuario del presente manual considere de manera práctica la biodiversidad como “toda forma de vida que se encuentra dentro de las áreas boscosas y las funciones ecológicas que desempeña”. Como tal, la biodiversidad abarca no sólo los árboles, sino también las plantas, animales y microorganismos que habitan en zonas forestales y su diversidad genética asociada. Además, la biodiversidad está estrechamente relacionada con la estructura del bosque y con el hábitat de muchas especies animales y vegetales, por consiguiente, las mejores prácticas contenidas en el presente manual, están orientadas a manejar tales estructuras en diferentes niveles para beneficiar el hábitat de las especies de interés para su conservación.



Consideraciones generales

Las consideraciones generales establecen el marco necesario dentro del cual se deben implementar las mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en las diferentes etapas de la planeación y operación forestal. Así mismo, este marco es la referencia para el diseño de nuevas prácticas de manejo.

Estas consideraciones no pretenden guiar todas las actividades del manejo forestal, sino que orientan su implementación para una mejor efectividad en la aplicación de las mejores prácticas de manejo.

Las consideraciones se dividen en tres grupos: el primero se refiere a tratamientos silvícolas; el segundo a las actividades del abastecimiento forestal y el tercero a los caminos forestales y todas se deben apegar estrictamente a la normatividad establecida.

Tratamientos silvícolas

La planeación de los tratamientos silvícolas conlleva el compromiso de la conservación de la biodiversidad, para lo cual se han diseñado las presentes prácticas. Se entiende entonces que ante la intervención de un área de producción con valores biológicos de interés para su conservación, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Abordar explícitamente en los programas de manejo forestal los aspectos de la conservación de la biodiversidad en los procesos de planeación y ejecución forestal, conforme a las normas aplicables y a las prácticas contenidas en el presente manual.
2. Usar el conocimiento local y tradicional acerca de la biodiversidad para incorporarlo en la planeación del manejo forestal.
3. Si un recurso de diversidad biológica es compartido entre propiedades particulares, ejidos, comunidades, municipios o estados, se debe contar con un acuerdo entre las partes, con objeto de aplicar tratamientos silvícolas similares en toda la masa forestal que permita conservar la biodiversidad existente. Se recomienda que dicho acuerdo este plasmado en algún documento que sea respetado por las partes.



Abastecimiento forestal

Durante las operaciones de abastecimiento ocurre una perturbación temporal en el hábitat a nivel de rodal; sin embargo, el apego a las mejores prácticas contenidas en el manual permite la protección del hábitat de la flora y fauna silvestre, incrementa la productividad de los sitios forestales y reduce la pérdida de suelo y la contaminación de los cuerpos de agua. Las consideraciones para esta actividad son:

1. Las operaciones de abastecimiento forestal deberán apegarse a la prescripción silvícola, independientemente del método de manejo utilizado.
2. Antes de marcar los árboles a extraer, identificar la composición y la estructura deseada de la masa residual con base en el tratamiento silvícola prescrito.
3. Aplicar derribo direccional para minimizar daños a la vegetación residual y asegurar los valores de la biodiversidad en el sitio de derribo.
4. No afectar cursos de agua temporales ni permanentes durante la extracción.
5. No utilizar como anclaje (gallo) árboles que permanecerán en el rodal, sólo considerar aquellos marcados para su derribo. En su defecto, tomar previsiones para reducir el daño, sea que usen dispositivos de protección al árbol o que se diseñen formas de anclaje múltiple que abatan el esfuerzo máximo que cada árbol ancla resistirá.
6. El dueño o representante legal tiene la responsabilidad de revisar la aplicación de las mejores prácticas de manejo durante los diferentes procesos de abastecimiento.
7. Cerrar los carriles de arrastre una vez finalizada la extracción y restaurarlos cuando sea necesario.
8. Ningún tipo de maquinaria debe ser operado con fines de extracción dentro de las zonas de amortiguamiento en caminos y cuerpos de agua, así como dentro del área de protección de sitios de anidación, reproducción o alimentación de especies de fauna y en general, de sitios de importancia para la biodiversidad.



Camino forestales

La planeación de la construcción, el mantenimiento y rehabilitación de caminos forestales, es condición necesaria para la implementación de las mejores prácticas, las cuales deben apegarse al cumplimiento de las siguientes consideraciones:

1. Durante la planificación del programa de manejo forestal (PMF) deberá definir áreas de corta concentradas.
2. Planificar un sistema que minimice el número, amplitud y longitud de los caminos para limitar el área total afectada, pero que mantenga el acceso necesario a todo el predio.
3. La red de caminos deberá basarse en la condición topográfica del terreno, en planos y mapas de vegetación, áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, topográficos, áreas de corta e hidrológicos, entre otros.
4. Identificar áreas de valor para protección y/o conservación de la fauna y la flora y

evitar la construcción de caminos en estas zonas.

5. No modificar los cuerpos de agua y cauces en la construcción o rehabilitación de caminos (excepto en vados) que deben ser eficientes y de mínima afectación como lo permita la situación del cauce por cruzar.
6. Controlar los procesos erosivos y la pérdida de suelo mediante la construcción de obras de drenaje que eviten la destrucción del camino y pérdida de suelo.
7. Mantener franjas de amortiguamiento de sedimentos (mínimo 5 m) en ambos lados del camino.
8. Minimizar el uso de los caminos en época de lluvias, en especial en suelos arcillosos y zonas de pendiente pronunciada.
9. Clausurar las brechas de saca una vez concluidas las operaciones de abastecimiento forestal.
10. Señalizar los caminos mediante letreros, indicando si son de paso restringido o prohibido.



Mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad

El conocimiento de las relaciones entre las prácticas de manejo forestal y las necesidades de las especies es de suma importancia, particularmente cuando requiere condiciones especiales de hábitat o para que algunas comunidades completen su ciclo de vida dentro del bosque. Para conservar las especies y hábitats en los bosques manejados, es necesario conocer las características específicas a nivel de paisaje, en la composición y estructura de los rodales con el objetivo de mantener la funcionalidad del hábitat para la mayor cantidad de especies.

Por este motivo, las mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad se diseñaron en tres niveles: 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; 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 a nivel de sitio, con tres prácticas específicas para manejar especies o hábitats.



PNP

Prácticas a nivel **paisaje**

A este nivel, el manejo forestal deberá considerar el tipo, tamaño y configuración de los rodales en el paisaje. La biodiversidad, no importa cómo sea medida, casi nunca se restringe a un rodal. Un organismo se mantiene en el ecosistema debido a que es capaz de usar una combinación de recursos como alimento, cobertura y refugio que están disponibles en el ambiente.

Por lo tanto, el tipo, forma y configuración de rodales son críticos para el desarrollo y permanencia de la vida silvestre.



Con el manejo a este nivel se puede alcanzar un equilibrio entre los diferentes componentes del mosaico forestal, a fin de proporcionar las condiciones óptimas para una amplia gama de especies y poblaciones presentes en los bosques de producción.

Las mejores prácticas que se presentan a nivel de paisaje son seis: conectividad de hábitats, claros en el bosque, red de áreas de conservación, protección de hábitats en las partes altas de la cuenca, protección de ecosistemas ribereños y bosques antiguos.

Conectividad de hábitats

Objetivo

Mantener la conectividad de hábitats dentro y a través del paisaje.

Justificación

La conectividad de hábitats permite el intercambio de individuos entre poblaciones y aumenta la persistencia local y regional de las poblaciones por la diversidad estructural de los rodales, reduciendo así la tasa de extinción e incrementando la tasa de colonización; favorece no sólo movimientos de especies animales, sino también de especies vegetales y flujos de materia y energía. Por ello, la conectividad en las áreas forestales es considerada una estrategia crucial para la conservación de la biodiversidad y para contribuir a la viabilidad de las poblaciones, comunidades y ecosistemas a largo plazo.

Método de aplicación

1 Revisar e identificar especies de plantas y animales que requieren de grandes superficies y condiciones a nivel de paisaje para mantener una conectividad física en el predio, considerando información de:

- Inventario del programa de manejo.
- Estudios de flora y fauna a nivel regional.
- Reportes y publicaciones científicas.
- Conocimiento local.
- Avistamientos.
- Instituciones de investigación.



2 Realizar un análisis de la estructura y composición del bosque a partir de los mapas temáticos del programa de manejo para identificar y determinar los requerimientos de las especies que requieren conectividad:

- Datos del inventario forestal (información dasométrica por cada uno de los rodales).
- Topografía (pendiente, exposición y altitud).
- Tipo de vegetación.
- Clima.
- Cuerpos de agua.
- Tipos de suelo.

3 Generar la cartografía temática correspondiente, donde deberá estar señalado los rodales que se requieren para establecer la conectividad para cada una de las especies tanto de flora como de fauna conforme a los requerimientos de hábitat de las especies de interés, debiendo indicar por lo menos:

- Especies arbóreas.
- Tratamiento silvícola prescrito.
- Labores de cultivo programadas.

Es importante no formar grandes superficies continuas de bosque bajo un mismo tratamiento silvícola para favorecer la heterogeneidad estructural del bosque en el predio, pero sin llegar a excesos donde se tenga más ambiente de orilla que ambiente interior o abierto.

4 Establecer y programar los tratamientos silvícolas considerando los rodales o claros que favorezcan la conectividad. Pueden ser tratamientos selectivos basados en métodos de bosques irregulares o métodos de manejo de paisaje; por ejemplo, cortas de selección en grupos, cortas por bloques y franjas de protección, entre otros.

5 En caso de ser necesario para mantener la conectividad, reforestar con especies nativas para promover la mezcla de especies, estableciéndose principalmente en las áreas identificadas para asegurar la continuidad entre las unidades de manejo en el bosque.

6 Promover acuerdos comunitarios cuando las especies de interés se encuentren en varios predios particulares, ejidos o comunidades, con la finalidad de asegurar las condiciones necesarias para mantener dicha conectividad.

Beneficios para la biodiversidad

- Facilita el desplazamiento de especies de flora y fauna.
- Evita el aislamiento de las poblaciones de flora y fauna.
- Evita la desaparición de sitios para la reproducción y alimentación para especies.
- Favorece la permanencia de las especies de interés.
- Mantiene la variabilidad genética poblacional.
- Mantiene la funcionalidad del hábitat favoreciendo la riqueza y abundancia de las especies.
- Permite el restablecimiento de poblaciones sujetas a degradación.
- Disminuye la vulnerabilidad a procesos de extinción.
- Reduce la susceptibilidad a disturbios naturales.

Claros en el bosque

Objetivo

Mantener y/o formar claros dentro del bosque.

Justificación

Se consideran claros en el bosque aquellos espacios que ocurren de manera natural, por uso agropecuario o aquellos que cuentan con un tratamiento silvícola que abre espacios para promover una mayor regeneración (incluidos tratamientos intensivos).

Es importante mantener una adecuada proporción de áreas arboladas y claros para tener varias estructuras en la vegetación que permita contar con mayor variedad de especies y comunidades. En general, en los bosques de producción son de suma importancia los claros, ya que propician una mayor riqueza de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y fauna asociada a éstas.

Método de aplicación

1 Revisar e identificar especies de plantas y animales con requerimientos de espacios abiertos.



2 Identificar y delimitar los claros existentes así como aquellos rodales que están prescritos con tratamientos silvícolas que promueven la apertura de espacios.

- El tamaño promedio de los claros deberá ser de 0.01 ha, con rangos desde 10 hasta 2,000 m².
- Verificar que la suma del área de claros no sea mayor al 15% de la superficie total bajo manejo.

3 Establecer en el PMF, la prescripción de tratamientos silvícolas selectivos o cualquier otro tratamiento que permita abrir espacios e indicar las especies de plantas y animales que se van a beneficiar con esta acción.

2



3



4 Manejar los claros bajo las siguientes consideraciones:

- Cuando se realice el marqueo, identificar árboles individuales o grupos de árboles distribuidos en forma irregular que promuevan la formación de claros temporales.
- Establecer los claros temporales dentro de las áreas de corta en terrenos con pendientes poco pronunciadas, debiendo asegurar la regeneración.
- No establecer plantaciones o reforestaciones en las áreas de claros naturales (por ejemplo, bajíos, áreas inundables o áreas abandonadas por uso agropecuario), y no destinar esas áreas a uso agrícola o pecuario.
- Regular las prácticas de pastoreo en los claros para cumplir con los propósitos del sitio.

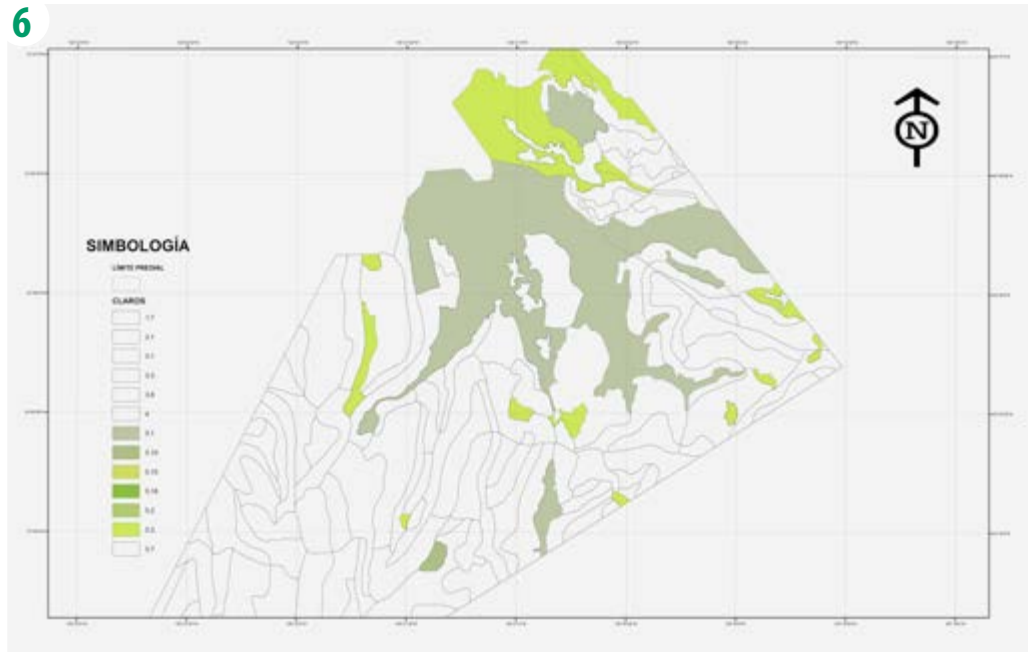


5 En las orillas de los claros se debe asegurar la existencia de tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo). En caso que no se cuente con este tipo de estructura, realizar una reforestación con especies de la región.



6 Generar la cartografía donde se delimiten los rodales con claros y tratamientos silvícolas que promuevan temporalmente, mayores espacios.

6



Beneficios para la biodiversidad

- Incrementa la regeneración de especies de plantas intolerantes a la sombra.
- Facilita el desplazamiento de especies animales.
- Incrementa el hábitat para la reproducción, ocultamiento, descanso y alimentación de especies de interés.
- Mantiene las funciones ecológicas en el ecosistema forestal.
- Mantiene la variabilidad genética poblacional.
- Disminuye la vulnerabilidad a procesos de extinción.

Red de áreas de conservación

Objetivo

Crear una red de áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad.

Justificación

En los bosques en producción es importante identificar si se cuenta con altos valores de conservación para la biodiversidad. Para lograr este objetivo, se requiere que los manejadores y silvicultores determinen y delimiten su ubicación de tal manera que puedan constituirse en una red local y/o regional para la conservación de la biodiversidad.

La red de áreas de conservación dentro de los bosques bajo manejo es fundamental para permitir movimientos regulares de la fauna durante la búsqueda de alimento, de refugio o de reproducción, durante los movimientos estacionales, recolonización y también como respuesta a las presiones en sitios perturbados.

Método de aplicación

1 Identificar las especies y hábitats de importancia para la conservación a nivel de rodal a través de:

- Información proveniente del inventario forestal del predio.
- Consultas a los habitantes locales para identificar si tienen especies o hábitats de interés para su conservación.
- Consultas con especialistas acerca de la presencia de especies o ecosistemas raros, amenazados o en peligro.
- Consultas en la Conanp, Conabio, WWF, UICN, CITES, BirdLife International, estudios regionales de flora y fauna y reportes científicos.
- Información de la existencia de ecosistemas que proporcionen refugio para especies endémicas o en peligro en alguna época del año.
- Información de la existencia de sitios intactos con representación de la mayoría de la riqueza de especies de la región.
- Información de la presencia de bosques mesófilos de montaña, bosques alpinos, relictos de cualquier bosque templado viejo ya sea intacto o primario; hábitats raros, amenazados o en peligro.



2 Las acciones a realizar en las áreas que se identificaron para la conservación son:

- Delimitar en campo las áreas identificadas.
 - Señalar que se trata de un área de conservación, mencionando las especies presentes en ésta, con una descripción respecto a la importancia de su conservación.
 - Excluir estas áreas del aprovechamiento con fines comerciales.
 - No llevar a cabo actividades de corte y extracción en las áreas de conservación.
- Durante la fase planeación para la extracción y el diseño de la red de caminos, éstos no deberán afectar las áreas destinadas para la conservación de la biodiversidad.
 - Planear la aplicación de mejores prácticas de manejo contenidas en el presente manual que permitan mantener los atributos de las especies o hábitats de interés para su conservación.



2



3 Generar la cartografía correspondiente que permita identificar los rodales que conforman la red de áreas de conservación.

Beneficios para la biodiversidad

- Contribuye a tener áreas de interés local, regional, nacional o global para la conservación de la biodiversidad.
- Facilita el desplazamiento de especies animales.
- Evita la desaparición, reducción, o fragmentación de hábitats.
- Favorece la conectividad entre fragmentos de hábitat dentro de un mismo ecosistema.
- Mantiene la variabilidad genética poblacional.
- Disminuye la vulnerabilidad a procesos de extinción.
- Mantiene funcional los procesos biológicos de las especies.

Protección de hábitats en las partes altas de las cuencas

Objetivo

Proteger la estructura y las funciones de las partes altas de las cuencas.

Justificación

Las principales causas de deterioro de las partes altas de las cuencas son la deforestación de las orillas de los cauces, la cosecha mal diseñada o mal ejecutada en pendientes fuertes, los carriles de arrastre establecidos a lo largo de la pendiente, la construcción de caminos mal diseñados y los incendios forestales. Ello hace necesario definir prácticas específicas para la realización de las actividades de manejo, de manera que se asegure una adecuada protección de las partes altas.

Método de aplicación

1 Identificar durante la planeación del manejo forestal, los límites de las partes altas de las cuencas y generar la cartografía correspondiente.

2 Establecer una zona de amortiguamiento de 100 m y una de exclusión de 25 m a cada lado con respecto al límite central de la parte alta de la cuenca.



A partir del límite de la zona de exclusión y hasta los 100 m, aplicar tratamientos selectivos o cortas de baja intensidad los cuales deberán de estar especificados en el PMF. Delimitar en campo con colores diferentes, la marca de los 100 m y 25 m, haciendo visible la marca.

3 Las actividades que se pueden realizar en las zonas de amortiguamiento son:

- Retener árboles muertos en pie y árboles que sobrepasen el dosel superior en la zona de protección de la cabecera de la cuenca.

- Construir brechas corta fuego para proteger la vegetación de las partes altas de la cuenca.
- Realizar obras de conservación y restauración de suelos, así como de reforestación cuando los impactos de la extracción hayan sido considerables.
- No aplicar fertilizantes, pesticidas u otros productos químicos dentro de estas zonas.
- Controlar el pastoreo y reducir la carga animal.
- Si se trazan caminos en la parte alta de la cuenca, deberán ser diseñados con base en especificaciones técnicas de bajo impacto, con especial énfasis en obras de drenaje para la conducción del agua.
- Los rodales que se encuentren la parte altas de la cuenca, prescribir tratamientos silvícolas selectivos que permitan la permanencia de los estratos completos. Solo aplicar cortas de saneamiento cuando se requiera.
- No contaminar fuentes y cursos de agua con basura u otros productos, tales como preparaciones de productos fitosanitarios, fertilizantes, aceites, combustibles, entre otros.

3



3



Beneficios para la biodiversidad

- Provee calidad del agua para especies tanto de flora como de fauna.
- Recarga de mantos acuíferos.
- Minimiza el riesgo de sedimentación.
- Mantiene la cobertura arbórea.
- Proporciona hábitat para una amplia variedad de especies terrestres.
- Promueve una mayor diversidad de estructura del bosque, tanto vertical como horizontal.
- Protege hábitats y sitios de importancia crítica para especies de flora y fauna presentes en la parte alta de la cuenca.
- Mitiga los efectos de las operaciones del manejo forestal en los cuerpos de agua.

Protección de ecosistemas ribereños

Objetivo

Proteger la estructura, biodiversidad y las funciones ecológicas de los ecosistemas ribereños.

Justificación

Las áreas ribereñas (también llamadas zonas riparias) corresponden a una franja de dimensión variable adyacente a un cauce. Estas áreas se caracterizan por contener ecosistemas ecológicamente ricos, diversos, dinámicos y complejos. Las condiciones de alta fragilidad de vegetación, animales, suelo y configuración topográfica, hacen necesario un régimen distinto de manejo para estos sitios.

Método de aplicación

1 Identificar y ubicar las corrientes temporales y permanentes del predio, así como las especies de plantas o animales que se beneficiarán con esta práctica.

2 Clasificar las corrientes de agua con base en criterios de orden:

- Primer orden las de la parte más alta y que no tienen afluentes;
- Cuando se juntan dos corrientes de primer orden se genera una de segundo orden, y así sucesivamente.

3 De acuerdo con esta clasificación, se determina el ancho de la zona de amortiguamiento:

- Primer orden el ancho será de un mínimo de 20 m;
- Segundo orden 40 m;
- Tercer orden 60 m;
- Cuarto orden en adelante 100 m.

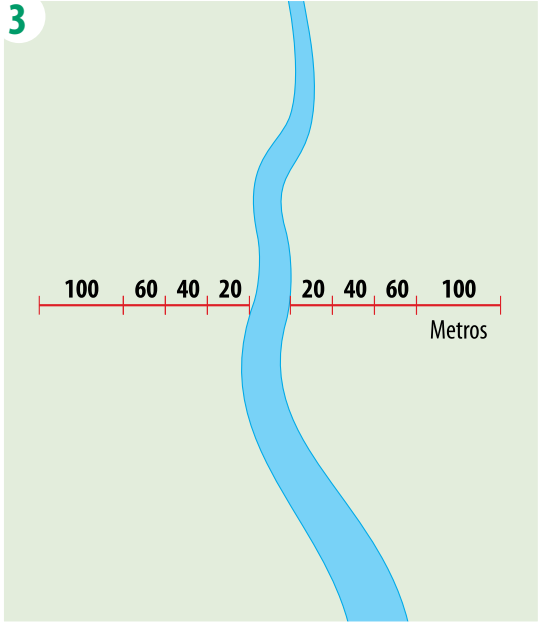
Se pueden modificar estas medidas del ancho de la zona de amortiguamiento de acuerdo a una serie de factores físicos:

- Pendiente de la ladera adyacente (en pendientes mayores de 50% el ancho mínimo debe aumentar al doble para todos los órdenes).
- Fragilidad del sitio, que se determina por la erodabilidad del suelo (incrementar el ancho de zona de amortiguamiento un 30%).
- En quebradas donde las laderas tengan una pendiente mayor de 50%, la zona de amortiguamiento deberá extenderse hasta donde la pendiente sea menor a ese porcentaje.

1



3



3



4 Generar la cartografía correspondiente donde se identifique las corrientes temporales y permanentes del predio, indicando el tipo de orden que corresponde y el ancho de las zonas de amortiguamiento donde se aplicarán tratamientos silvícolas que aseguren una cobertura mínima del 80%.

5 Las actividades que se pueden realizar en las zona de amortiguamiento son:

- Cortas selectivas de árboles individuales o grupos de árboles, siempre y cuando se garantice una cobertura forestal continua de al menos 80%, aplicando derribo direccional.
 - En las corrientes de primer orden no debe realizarse la corta de arbolado; en estos sitios el manejo debe ser especialmente cuidadoso de usar la ingeniería, maquinaria, época y métodos de trabajo compatibles con el volumen de arrastre de sedimentos.
 - Cuando se encuentre la zona ribereña dentro del plan de cortas, deberá respetarse la zona de amortiguamiento del cauce en el sitio, y asegurar que los trabajos del aprovechamiento forestal no afecten las corrientes.
 - Cuando se requiera cruzar las corrientes, construir puentes y vados temporales.
 - No usar los cauces de las corrientes como caminos.
 - Si se va a construir caminos, deberá ser con especificaciones técnicas de bajo impacto; usar técnicas de extracción de acuerdo con las características del sitio, evitar el transporte de productos forestales en épocas de lluvia, no usar productos químicos, y no instalar campamentos en las zonas de amortiguamiento.
- Reducir al mínimo la exposición y compactación del suelo durante la ejecución de las actividades de extracción, de tal forma que se proteja la vegetación y la capa de mantillo.

6 No construir caminos de cualquier tipo a menos de 50 m de cauces permanentes, excepto los tramos de vado, que deben ser perpendiculares a la corriente y en puntos rocosos que generen el mínimo de turbidez al cruzar vehículo.

7 Mantener vegetación arbórea que cubra los cauces de los arroyos con una distancia de 50 m, alternados a lo largo del cauce para que proporcione cobertura con la finalidad que regule la temperatura del agua, disminuya la tasa de evapotranspiración y cree condiciones diversas de hábitat para la fauna, tanto acuática como terrestre.

8 Estabilizar los taludes de las orillas de los arroyos manteniendo la vegetación presente y con prácticas de conservación de suelos.

9 Evitar la presencia de ganado en los cauces para prevenir su contaminación. Si esto no es posible, se recomienda establecer abrevaderos retirados de la zona de amortiguamiento.

10 No realizar labores de manejo forestal que impliquen riesgos de contaminación del agua, del suelos o disturbios negativos en la zona, como la limpieza de maquinaria, instalación y operación de campamentos.

5



8



Beneficios para la biodiversidad

- Protege las funciones y valores de la biodiversidad en las áreas ribereñas.
- Es un filtro efectivo para la retención de sedimentos.
- Favorece la infiltración del agua en el suelo.
- Mantiene la sombra del cauce, lo cual a su vez, favorece el mantenimiento de la temperatura del agua.
- Estabiliza las riberas de los cauces de agua, mejorando la calidad del hábitat para diversas especies.
- Provee alimento y hábitat para una amplia gama de especies.
- Provee diversas condiciones de hábitat para una gran variedad de comunidades acuáticas. Hojas, frutos e insectos que caen del dosel forestal aportan gran parte de la base alimenticia de las especies acuáticas.
- Mantiene franjas de bosque como hábitat residual y corredor biológico disperso que brinda opciones de conectividad para formas de hábitat compatibles con la zona ribereña.
- Provee protección a diversas especies que acuden a beber agua en los cauces.

Bosques antiguos

Objetivo

Proteger la integridad de rodales viejos o sobremaduros que albergan organismos altamente especializados.

Justificación

Los bosques antiguos o sobremaduros son aquellos que se encuentran en etapas sucesionales tardías, cercanas a la longevidad máxima de las especies arbóreas dominantes y presenta una alta diversidad. Los rodales de árboles maduros y sobremaduros son hábitats importantes, en particular para las especies que requieren bosque viejo y material en descomposición para su permanencia.

Actualmente, los bosques antiguos son muy escasos en el paisaje y con poca superficie, muchos de los cuales se localizan en zonas muy elevadas o en terrenos inaccesibles; de ahí la importancia de diseñar estrategias para su conservación.

Método de aplicación

1 Identificar las áreas de bosque con características de viejo crecimiento o que muestren poca o ninguna evidencia de disturbio en el pasado a nivel rodal. Estas áreas deberán estar segregadas del aprovechamiento.



Las áreas inaccesibles o de difícil acceso pueden ser constituidas como sitios con enfoque prístino o en su caso, legados.

2 En caso que no existan áreas con bosque antiguo, deberán mantenerse rodales que presenten características de un bosque en etapas sucesionales tardías, tales como dominancia de especies tolerantes a la sombra, árboles vivos con diámetros grandes y material leñoso en descomposición.



En estos rodales deberán prescribirse tratamientos silvícolas selectivos que permitan crear dichas condiciones y estructuras.

3 Elaborar una ficha técnica que sea parte del instrumento de planeación que contenga la descripción ecológica del rodal (especies, edades, área basal, diámetro, altura y condición) que permita contar con información para establecer rodales sobremaduros, facilite la selección de tratamientos silvícolas y ayude a crear este tipo de bosques.



4 Delimitar una zona de amortiguamiento de 25 m, para proporcionar protección de los efectos de borde y ampliar el área del bosque antiguo en el futuro.

5 Generar la cartografía correspondiente donde se identifique los rodales que reúnan las condiciones de bosque antiguo y aquellos que puedan constituirse como tal.

6 Garantizar que no se construyan caminos dentro de las áreas de bosque antiguo, pero cuidar que tengan los accesos necesarios para casos de contingencia. Evitar la cosecha y otras alteraciones dentro de estas áreas.



7 Realizar acciones de protección contra incendios, plagas, enfermedades y actividades antropogénicas.

Beneficios para la biodiversidad

- Preserva la variabilidad genética vegetal y animal propia de ambientes funcionalmente viejos.
- Mantiene la calidad de hábitat para la supervivencia de algunas especies de flora y fauna características de bosque antiguo.
- Mantiene la integridad ecológica.
- Mantiene la salud de los ecosistemas.
- Contribuye a mantener componentes frágiles de la biodiversidad forestal.
- Evita la desaparición de especies propias de ambientes viejos.



PNR

Prácticas a nivel **rodal**

El manejo forestal determina la composición y estructura del rodal, la cual se logra a través de la aplicación de tratamientos silvícolas con objetivos de sustentabilidad en cada uno de los elementos que lo componen. Las mejores prácticas de manejo son una combinación de tres componentes: a) condición actual del rodal, b) condición futura del rodal y c) tratamientos silvícolas, mismos que están relacionados con el hábitat de especies de plantas y animales.



Estas prácticas sirven de insumo para el análisis y el desarrollo de los programas de manejo forestal, por lo que se recomienda prestar especial atención en la selección del tratamiento silvícola adecuado para alcanzar la condición futura deseada del rodal.

Las mejores prácticas que se presentan en este manual a nivel de rodal son cinco: estructura vertical y horizontal, estructura y diversidad de especies, formación de microhábitats, control de actividades recreativas y biomasa residual de la cosecha forestal.

Estructura vertical y horizontal

Objetivo

Mantener una diversidad estructural en rodales para lograr una amplia variedad de estratos y coberturas.

Justificación

La estructura vertical es el grado en el cual los árboles y otras plantas se distribuyen en estratos (pisos) dentro de un rodal, mientras que la estructura horizontal se refiere a la heterogeneidad de las especies.

El grado de diferenciación estructural varía con el tipo de bosque y se determina por la disposición de formas de crecimiento (árboles, enredaderas, arbustos, hierbas, musgos, líquenes y epífitas), por la distribución de las especies que alcanzan diferentes alturas, diámetros y características de copa, y por árboles de la misma especie, pero de diferentes edades y tamaños.

En general, conforme mayor es la diferenciación estructural de un bosque, mayor es la diversidad de especies, por dos razones principales; primera, un sitio más complejo contiene más tipos de micro climas y micro hábitats para más especies; segunda, una estructura más compleja, soporta más tipos de plantas y animales, y proporciona fuentes de alimento más diversas para una mayor variedad de consumidores. Mantener rodales de un amplio rango de edades y variedad de estructuras, o conseguir estas condiciones estructurales de los rodales futuros a través del manejo forestal, tendrá efectos positivos para la biodiversidad.

Método de aplicación

- 1** Caracterizar la estructura vertical y horizontal de los rodales con los índices presentados en el Anexo 1 y generar la cartografía correspondiente (incluyendo el tratamiento silvícola prescrito).
- 2** Identificar en la cartografía generada, los rodales que presentan la mayor diversidad en edades y estructuras, procurando que en este tipo de rodales se aplique un método de manejo para masas irregulares.
- 3** Seleccionar los árboles que serán extraídos de tal forma que no disminuya la estructura horizontal en el rodal, pero tampoco se degrade la calidad del arbolado.
- 4** Mantener durante la ejecución de los tratamientos silvícolas, grupos de árboles representativos de las condiciones iniciales del rodal en términos de composición de especies y distribución de diámetros.

1



2



3

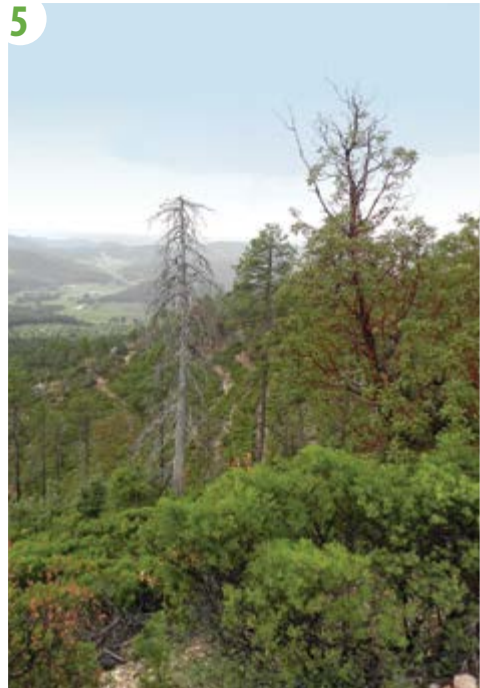


5 Retener árboles superiores, en especial los muertos, despuntados, defectuosos o de especies no comerciales, y mejor si tienen copas grandes, deformes o frondosas, siempre y cuando estos árboles no sean fuentes potenciales para plagas o enfermedades.

El número o porcentaje de árboles retenido dependerá de las condiciones del rodal, pero desde el punto de vista de la biodiversidad, entre mayor sea el número de árboles retenidos es mejor y la cantidad de individuos dependerá de los requerimientos de cada especie.

6 Aplicar aclareos suaves y frecuentes creando aperturas en el dosel. Cuando se utilice el método de manejo regular para mejorar la estructura vertical en el rodal, seleccionar árboles para dejar durante el aclareo con el fin de mantener o incrementar la diversidad, tanto en la riqueza de especies como en el tamaño de los árboles.

7 Cuando se aplique el método de manejo regular, retener durante la corta de liberación algunos árboles padre para producir un rodal por lo menos, con dos estratos.



Beneficios para la biodiversidad

- Coexistencia de una amplia diversidad de plantas y animales que ocupan diferentes nichos, los cuales son definidos por la separación vertical. Por ejemplo, muchas aves permanecen siempre en el dosel superior, mientras que otras raras veces dejan el suelo.
- Presencia de especies de fauna en todos los estratos.
- Mayor producción de hojas, flores y frutos, por lo que son atraídas algunas especies de aves e insectos.
- Mantiene la cobertura para una amplia variedad de especies de fauna silvestre.
- Mantiene estables los microclimas al interior del rodal.
- Provee protección contra depredadores naturales de algunas especies.
- Mayor cantidad de biomasa y superficie foliar que provee una amplia variedad de hábitats que son usados por aves, pequeños mamíferos, especies epífitas e invertebrados.
- Aumento del uso selectivo del dosel por especies de aves. Algunas especies de aves rapaces usan los árboles por encima del dosel superior como sitio de anidación o punto de avistamiento para localizar a sus presas; algunas especies de halcones prefieren sitios abiertos en la parte superior del dosel para cazar; otras especies de aves, como las granívoras encuentran su alimento en la parte de la copa expuesta a la luz solar, mientras que otras lo encuentran en la parte baja de las copas donde la corteza agrietada de los árboles es más abundante.
- Mayores oportunidades de alimentación, anidación, reproducción y protección.
- Incremento del uso en el dosel por parte de la fauna silvestre conforme aumenta el tamaño de los árboles. Algunas especies de aves prefieren árboles pequeños, mientras que otros, como algunos búhos, requieren árboles más grandes.
- Un dosel con una estructura vertical diversa, puede proveer oportunidades de alimentación, anidación y protección que de otra manera no estarían disponibles en rodales compuestos de un solo piso y de una sola especie.
- Provee una mayor capacidad en biomasa para mitigar los efectos del cambio climático a una escala mayor.

Estructura y diversidad de especies

Objetivo

Mantener la composición de especies arbóreas apropiada de acuerdo con la etapa de sucesión del rodal.

Justificación

La estructura y diversidad de especies se refiere a la combinación y proporción de especies nativas que constituyen un rodal. Las especies arbóreas influyen el medio ambiente de diversas maneras, una de ellas es que crean diferentes condiciones de hábitat para la regeneración, para las plantas del sotobosque y para algunas especies animales. Estos factores no sólo tienen efecto en el establecimiento de la regeneración de árboles y plantas herbáceas, sino también en la distribución y abundancia de invertebrados, anfibios, pequeños mamíferos y microorganismos en el suelo.

Método de aplicación

- 1** Caracterizar la estructura y diversidad de especies de los rodales con los índices presentados en el Anexo 1 y generar la cartografía correspondiente (incluyendo el tratamiento silvícola prescrito).
- 2** Identificar en la cartografía generada, los rodales que presentan la mayor estructura y diversidad de especies y verificar que el tratamiento prescrito en el rodal no modifique sustancialmente su estructura.
- 3** Durante el marqueo del arbolado a derribar, cuidar que se mantenga la composición y proporción de especies en la unidad de manejo.
- 4** Verificar que la corta se realice en la totalidad de los árboles marcados conforme al tratamiento silvícola prescrito.
- 5** Ajustar el marqueo si durante el derribo se dañan árboles no marcados.
- 6** Antes de realizar la extracción, los operadores deberán realizar una inspección visual para determinar si se encuentran especies de plantas o animales de interés para su conservación, con el fin de programar las intervenciones silvícolas en tiempos diferidos para que no sufran afectación al momento de realizar el aprovechamiento, o en su caso, tengan la movilidad para buscar hábitats temporales.

1



6



Beneficios para la biodiversidad

- Evita la desaparición de especies vegetales y animales.
- Mantiene la cobertura para algunas especies de fauna silvestre.
- Mantiene las condiciones apropiadas para un amplio rango de especies de flora y fauna.
- Mantiene las características funcionales y estructurales del ecosistema.
- Controla la distribución y abundancia de las poblaciones.
- Contribuye a la conservación de la diversidad genética.
- Mantiene las fuentes de alimento para la fauna.
- Evita el desplazamiento de algunas especies animales.
- Reduce la susceptibilidad a disturbios naturales.

Formación de micro-hábitats

Objetivo

Mantener material leñoso grueso para crear condiciones de micro-hábitat sobre el suelo.

Justificación

El material leñoso sobre el suelo (tocones, raíces y árboles secos o parcialmente secos en pie) se considera en descomposición cuando presenta alguna etapa de degradación. Este material se compone de una gran variedad de residuos que se acumulan de forma natural o se depositan después de la extracción forestal. Desempeña un papel clave para contribuir al funcionamiento y la productividad de los ecosistemas forestales, al mantenimiento de la biodiversidad y al almacenamiento de carbono; así como a mantener el ciclo de nutrientes del suelo, los flujos de energía, los procesos hidrológicos y la regeneración natural de los árboles.

Con la aplicación de esta práctica de manejo, se fomenta la disponibilidad de hábitats de calidad en los bosques naturales templados para una gran cantidad de pequeños vertebrados, invertebrados, aves que anidan en cavidades, así como un número importante de líquenes, briofitas y hongos.

Método de aplicación

- 1 Cuantificar el material leñoso en descomposición en el rodal conforme a la metodología indicada en el Anexo 2 para establecer una carga hasta 60 ton/ha en las áreas de corta.
- 2 Mantener en el sitio material leñoso en diferentes grados de descomposición, de acuerdo a la clasificación siguiente:

Grado de descomposición 1

La corteza está intacta, todas las ramillas presentes; madera dura cuando se golpea con el pie.

Grado de descomposición 2

Parte de la corteza ya no está presente así como muchas de las ramas más pequeñas; madera todavía dura cuando se golpea con el pie; piezas uniformemente distribuidas y de preferencia mantener su posición original, buscando siempre que su orientación sea paralela a la pendiente.

Grado de descomposición 3

La mayor parte de la corteza no está presente, así como la mayoría de las ramas de menos de 2.5 cm de diámetro; madera todavía dura cuando se golpea con el pie.

Grado de descomposición 4

Similar al grado 3 pero la albura está podrida; la madera suena hueco cuando se golpea; probablemente se pueda quitar la madera de la parte extrema de la troza cuando se golpea con el pie.

2.1



2.2



2.3



2.4



Grado de descomposición 5

El tronco está enteramente en contacto con el suelo; fácil de desintegrar cuando se golpea con el pie.

3 Mantener en el sitio piezas mayores de 30 cm de diámetro y mayores de 4 m de longitud. Cuanto mayor sea el diámetro de los árboles muertos sobre el suelo, mayor será su valor para la fauna silvestre.

4 Preseleccionar durante el marcado, árboles mal conformados o dañados que una vez caídos proporcionen cobertura, alimento y protección a la vida silvestre.

5 Cuando se requiera hacer manejo del fuego, deberá apegarse conforme a la NOM-015-SEMARNAT-SAGARPA-2007 en las áreas donde la carga de combustibles presente un riesgo para la presencia de incendios. Ésta deberá armonizar con los objetivos del aprovechamiento con la meta de carga de combustibles clasificada por tipo de combustible (reducir finos, aumentar gruesos hasta lograr la cantidad ideal).

6 Generar la cartografía correspondiente donde se identifique a nivel de rodal, la carga de material leñoso (en toneladas), el tipo de grado dominante de descomposición así como la planeación del uso del fuego para manejar la carga de combustibles.

2.5



3



Beneficios para la biodiversidad

- En general, cuanto más amplia es la distribución de material leñoso en descomposición sobre el suelo, mayor es la diversidad y tipo de hábitats.
- Proporciona hábitats para microorganismos, insectos y una gran variedad de vertebrados, así como para musgos y algunas plantas vasculares.
- Sirve de refugio, descanso, anidación y reproducción, así como cobertura y sitio de alimentación para diferentes especies.
- Modifica el flujo y la morfología de las corrientes de agua, creando una mayor diversidad de hábitats.
- Funciona como puente natural en el cruce de ríos y otros cuerpos de agua.
- Mantiene fuentes de alimento para la fauna.
- Facilita la conectividad ecológica.
- Aumenta la heterogeneidad del paisaje en la micro-escala.
- Mantiene substrato y abundancia de micorrizas.

Control de actividades recreativas

Objetivo

Mantener control de las actividades recreativas y turísticas que se llevan a cabo en las áreas bajo manejo.

Justificación

Los bosques producen bienes como los productos maderables y no maderables y una amplia gama de servicios ambientales. Algunos bosques pueden contener sitios de singular belleza escénica o de interés cultural que representan atractivos espacios para la recreación. Cada vez es más común el turismo de naturaleza en bosques bajo aprovechamiento forestal; sin embargo, esta actividad, si no es regulada, puede generar impactos negativos sobre algunos recursos como el suelo, el agua, la vegetación y la fauna silvestre.

Los bosques bajo aprovechamiento forestal que contienen sitios con atractivos turísticos pueden representar la oportunidad de diversificar las actividades productivas; sin embargo, es necesario llevar a cabo prácticas de regulación de las actividades recreativas con el propósito de hacer compatible el manejo con fines de producción, la recreación y la conservación de la biodiversidad.

Mantener control de las actividades recreativas, aunque no elimina las posibilidades de disturbio puede minorar los efectos negativos sobre la biodiversidad. Por lo tanto, se deben establecer sitios específicos para tales actividades y establecer mecanismos de vigilancia con el fin de asegurar su control.

Método de aplicación

- 1** Incluir en el programa de manejo forestal los objetivos específicos de gestión, protección y conservación de las áreas con potencial recreativo.
- 2** Apegarse a lo establecido en la NMX-AA-133-SCFI-2006, que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo.
- 3** Describir el recurso enfatizando los atractivos recreacionales, su uso y estado actual. Las áreas susceptibles de utilizarse para actividades recreativas, serán aquellas que no presenten condiciones de fragilidad, que no constituyan hábitat de especies vegetales o de fauna amenazadas, o que representen peligro para los visitantes por las actividades de manejo y aprovechamiento que ahí se realicen.
- 4** Identificar con base en la descripción de la condición actual, la problemática que la actividad representa para el suelo, el agua y la biodiversidad. En este mismo sentido utilizar un modelo de identificación y descripción del problema - determinación de causas potenciales - estratégicas y acciones de manejo.
- 5** Identificar, delimitar y ubicar en la cartografía, considerando el inventario de recursos, el conocimiento local, especialistas y trabajadores de campo, sitios con potencial recreativo por la presencia de especies de interés de observación, belleza escénica del paisaje, por la presencia de sitios arqueológicos o monumentos históricos y por el interés cultural.

6 Determinar la capacidad de recepción de visitantes que de manera simultánea puedan permanecer realizando actividades, sin provocar daños permanentes en las áreas que se hayan determinado como susceptibles para la realización de actividades recreativas.

7 Identificar y programar medidas de conservación del recurso recreativo y los recursos asociados con especial énfasis en la biodiversidad.

8 Diferenciar las clases de servicios, por ejemplo si se permiten animales, transportes automotores fuera de los caminos, bicicletas, música, comer o caminar en el bosque sin necesidad de senderos, cazar o coleccionar (con reglas y bajo permiso cuando sea requerido), definir si habrá guías o personal de vigilancia y si sus servicios son opcionales u obligatorios.

9 Dividir el área en zonas de uso para la recreación, evitando el acceso a las áreas de operaciones forestales, excepto cuando tal visita es parte del servicio ofrecido, y de alto grado de fragilidad e interés para la conservación de la biodiversidad.

10 Limitar el acceso a cuerpos de agua, corrientes y humedales.



11 Identificar las áreas factibles en las cuales se va a construir o desarrollar infraestructura para la atención a visitantes.

12 Trazar senderos para caminar o transitar en bicicleta, cuidando que la construcción impacte lo menos posible la cobertura arbórea y herbácea, evitando que se provoque erosión.

13 Permitir actividades recreativas de alto impacto que se realicen con motocicletas o vehículos todo terreno sólo en sitios designados para tal fin.

14 Establecer sitios de observación de fauna y de especies vegetales en lugares estratégicos donde existen oportunidades de observar los organismos motivo de la visita, y en caso de construir infraestructura en estos sitios, la observación deberá ser acorde con los elementos que integran el paisaje.

15 Establecer áreas de estacionamiento de vehículos.

16 Colocar letreros para guiar a los visitantes donde se indique en qué áreas no se permite transitar o hacer ruido para no molestar a las especies de fauna.

17 Colocar recipientes para la recolección de basura orgánica e inorgánica.

18 Establecer mecanismos de vigilancia para asegurar el control de las actividades recreativas conforme a su diseño, respecto a los riesgos para el sitio y la biodiversidad, y manteniendo amplios niveles de seguridad personal de los visitantes.

19 Señalizar entradas y salidas mediante letreros preferentemente de madera o biodegradables y con un diseño acorde con los elementos del paisaje.

20 Establecer señalética respecto a los valores de conservación de las especies de interés dentro del predio bajo manejo como medio de difusión y promover la importancia de conservar la biodiversidad a nivel de especies o hábitats.

21 Elaborar la reglamentación para el uso del área y hacerla del conocimiento de los visitantes.

11



12



19



Beneficios para la biodiversidad

- Difusión de los valores de la biodiversidad dentro del predio bajo manejo.
- Evita la presencia de visitantes en sitios y momentos que podrían causar impactos negativos en sitios frágiles.
- Garantiza que los hábitats frágiles no sufran disturbios por efecto de actividades recreativas.
- Mínima alteración de los hábitats de especies vegetales y de fauna.
- Favorece la permanencia de especies en sus sitios de alimentación y reproducción.
- Mínimo efecto en la cobertura vegetal.
- Evita la disminución de las áreas de distribución de especies de interés.

Biomasa residual de la cosecha forestal

Objetivo

Distribuir los residuos de la cosecha forestal sobre el suelo para aportar a la meta mínima y máxima de carga de combustible recomendable.

Justificación

Los residuos de la cosecha forestal distribuidos sobre el suelo, desempeñan un papel importante para el ciclo de nutrientes, la infiltración de agua, la humedad y la germinación de especies arbóreas ya que tienen una relación directa con el mantenimiento de la biodiversidad.

El manejo de los residuos de la cosecha favorece los ciclos naturales de integración y/o descomposición de materia orgánica en el suelo, provee nutrientes y energía (principalmente en las especies leñosas) y proporciona alimento y cobertura para diversas especies de flora, fauna y hongos, entre otros organismos.

Método de aplicación

- 1** Cuantificar el material leñoso en descomposición en el rodal conforme a la metodología indicada en el Anexo 2 para establecer una carga hasta 60 ton/ha en las áreas de corta.
- 2** Picar o triturar los residuos y distribuirlos en el terreno en pendientes suaves.
- 3** Acordonar los residuos cuando el terreno presenta pendientes altas y distribuirlos de forma perpendicular a la pendiente con una altura entre 30 y 40 cm sobre el suelo.
- 4** Realizar quemas controladas para reducir la carga de combustible en los sitios cuando sea excesiva. Las quemas deberán ser realizadas en condiciones meteorológicas adecuadas y con personal capacitado dotado de equipo y herramienta y de conformidad con la NOM-015-SEMARNAT-SAGARPA-2007.

2



Beneficios para la biodiversidad

- Proporciona micro-hábitats para diversos organismos.
- Sirve de refugio, anidación y reproducción a gran cantidad de especies.
- Mantiene fuentes de alimento para la flora y fauna.
- Mantiene substrato y abundancia de micorrizas.
- Mantiene las características funcionales y estructurales del ecosistema.



PNS

Prácticas a nivel **sitio**

Las prácticas a nivel de sitio contribuyen en la conservación de la biodiversidad, independientemente del tipo de bosque, el sistema silvícola u objetivo de manejo y son específicas para manejar una especie o hábitat.

Las áreas de anidación, alimentación y reproducción de algunas especies de fauna silvestre, sitios que albergan plantas o animales raros, áreas con grupos de especies vulnerables (como rodales representativos de etapas sucesionales tardías, bosques primarios) o



que son de importancia crítica para algunas especies en determinadas épocas del año, requieren especial atención durante las operaciones del manejo forestal en las áreas de corta.

Las mejores prácticas de manejo que presenta este manual a nivel de sitio son tres: protección de áreas de importancia crítica, mantenimiento de árboles secos o con cavidades y limpieza de las áreas de corta.

Protección de áreas de importancia crítica

Objetivo

Proteger sitios de importancia crítica para la protección de especies de flora y fauna, con énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Justificación

Las áreas de importancia crítica son aquellos hábitats dentro del bosque que contienen especies con altos valores para su conservación y que son de interés para la sociedad. Son diversos los hábitats que pueden ser incluidos en esta categoría y está en función a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales generalmente requieren hábitats específicos que contribuyen de manera única para su desarrollo y permanencia en el bosque, por lo que constituyen el objetivo de la presente práctica, ya que tanto las especies como los hábitats requieren atención especial durante la planeación y ejecución de las actividades de manejo forestal.

Método de aplicación

1 Identificar y ubicar las especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o hábitats de interés de protección a nivel de rodal (como zonas de anidación, áreas de cobertura y alimentación para fauna vulnerable, entre otros). Es importante indicar si son especies o hábitats con requerimientos espaciales a nivel de sitio o paisaje.



2 Generar la cartografía correspondiente, indicando los rodales que contienen especies o hábitats de interés para su protección, estableciendo una zona de amortiguamiento de dimensiones variables, dependiendo de las necesidades de la especie y de las características del sitio. Adicionalmente, marcar el centro del sitio con pintura permanente y en un lugar visible.

3 Implementar labores silvícolas que sean compatibles con los requerimientos de hábitat de las especies de interés, considerando:

- Desarrollar una ficha técnica que describa la biología y ecología de las especies a proteger y/o la descripción de los hábitat de interés (por ejemplo, nidos en árboles o en rocas, árboles secos o con cavidades, sitios de reproducción de especies vulnerables, entre otros) para programar actividades silvícolas que permita alcanzar las condiciones deseadas.

- Construir brechas cortafuego, circundando las zonas de protección establecidas.
- Establecer durante el arrastre, los carriles fuera de la zona de protección de las áreas de importancia crítica para la conservación.
- Evitar la circulación de vehículos y los trabajos de aprovechamiento forestal durante los meses de anidación de especies identificadas.
- Registrar en un formato fecha, coordenadas geográficas, características físicas y biológicas del sitio y el tipo de evidencia (visual, auditiva, excretas o huellas, entre otras) de los individuos observados de las especies que son objeto de protección y llevar el control correspondiente.

4 Durante el marqueo, realizar una inspección visual para identificar las áreas de protección y respetar el arbolado de la zona de los mismos (segregar del aprovechamiento).

5 En áreas aledañas a los sitios de protección, se deberá realizar las siguientes acciones:

- Aplicar técnicas de derribo direccional para evitar daños en el sitio. Antes de hacer el derribo, realizar una revisión física para asegurar que el arbolado marcado no está siendo usado por la fauna silvestre como sitio de anidación. De ser así, seleccionar otro árbol con características similares.
- Realizar una inspección visual previa al trazo de los carriles de arrastre, los cuales no deberán afectar madrigueras o sitios de anidación de especies de

fauna que dependan de este tipo de estructuras o sitios.

- Establecer los bancos de concentración de trocería fuera de la zona de protección de las especies o del hábitat de interés.

6 Proteger de la ganadería cuando se trate de sitios de importancia crítica para especies vegetales arbustivas y herbáceas o anidación de especies de fauna que requieren dicha estructura y composición del rodal.



Beneficios para la biodiversidad

- Crea condiciones para anidación o reproducción que solamente se pueden llevar a cabo en estos sitios.
- Mantiene la calidad de hábitat para la supervivencia de algunas especies de flora y fauna.
- Mantiene la integridad ecológica presente en los rodales.
- Contribuye a mantener la distribución y abundancia de las poblaciones.
- Contribuye a la conservación de la diversidad genética de las poblaciones de flora y fauna.
- Evita la disminución del área de distribución de algunas especies.

Mantenimiento de árboles secos o con cavidades

Objetivo

Mantener e inducir la presencia de árboles secos o con cavidades en pie.

Justificación

Cuando un árbol muere, ya sea por cuestiones mecánicas, ambientales o biológicas y permanece en pie, puede convertirse en hábitat con características ideales para especies que requieren perchas, sitios de anidamiento, de alimentación o de reproducción.

Estos árboles son un componente más del rodal y del paisaje forestal, y muchos organismos que los utilizan requieren recursos adicionales dentro de su territorio, por lo tanto, son parte de la cadena fuente de alimento-cobertura-reproducción, distribuida a través del tiempo y del espacio forestal que permite la subsistencia y permanencia de numerosas especies. Una gran cantidad de aves, mamíferos y algunos reptiles y anfibios usan árboles secos como sitios de reproducción.

Es necesario implementar prácticas de manejo para mantener o reponer los árboles de este tipo que se van perdiendo por su deterioro natural o por efecto de las operaciones forestales, lo cual impide la continuidad en la presencia de esta estructura en los bosques de producción.

Método de aplicación

- 1** Identificar las especies con requerimientos de árboles secos o con cavidades.
- 2** Contabilizar la cantidad de arbolado muerto en pie, determinando las dimensiones correspondientes de los individuos (diámetro y altura total), las coordenadas geográficas del sitio y el rodal donde se localiza y generar la cartografía correspondiente.
- 3** Mantener deseablemente, entre 5 y 10 árboles por hectárea, de cualquier especie arbórea, procurando que queden en forma agrupada, con diámetro mayor de 40 cm, despuntado, ramudo, podrido, con corteza parcialmente desprendida o con cavidades, de al menos 6 m de altura. Marcar los árboles con pintura permanente y en un lugar visible.
- 4** Establecer en torno a los árboles secos o con cavidades, una zona de protección de dimensiones variables, dependiendo de las necesidades de la especie y de las características del sitio.
- 5** Aplicar técnicas de derribo direccional para evitar daños a los árboles seleccionados para permanecer en pie.
- 6** Retener árboles vivos en rodales con ausencia de árboles secos cuando sean diámetros mayores a 50 cm, mal conformados, con probabilidades de formación de huecos o de morir de manera natural en el corto plazo.



Beneficios para la biodiversidad

- Provee sitios para reproducción, percha, protección y anidación para diversas especies.
- Promueve la permanencia de especies altamente dependientes de este tipo de hábitats.
- Favorece los procesos de anidación o reproducción que solamente se pueden llevar a cabo en estos sitios.

Limpieza de las áreas de corta

Objetivo

Mantener libres de residuos contaminantes las áreas bajo manejo.

Justificación

Las actividades del manejo forestal generan residuos en el bosque, como los aceites, lubricantes, gasolina, petróleo y grasas, los cuales se utilizan tanto para el funcionamiento como para el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos forestales en general.

Estos materiales son contaminantes que no son parte del bosque, los cuales deben ser manejados apropiadamente, como los envases, materiales plásticos, el vidrio, cristal, metal, fibras no degradables, líquidos sintéticos (como limpiadores, jabón, aceites y fármacos), desechos orgánicos (como residuos de alimentos, cáscaras, cascarones y fibras naturales), y cualquier material que por norma deba tener un procedimiento formal para su desecho, confinación o reciclado. Muchos de estos residuos son dejados en las áreas de corta una vez concluidas las actividades de aprovechamiento forestal.

Método de aplicación

- 1** Mantener los campamentos y su entorno libres de desechos, residuos y basura de cualquier tipo.
- 2** Establecer contenedores para el almacenamiento de la basura y residuos generados en los campamentos, los cuales deberán estar clasificados (etiquetados) según la naturaleza de la misma (como papeles y cartones, vidrios, plásticos, líquidos, piezas mecánicas, entre otras).
- 3** Los residuos generados en las operaciones (como cables, filtros, neumáticos, restos de herramientas, contenedores y envases) no deberán ser depositados en el bosque, caminos, áreas de protección o cursos de agua.
- 4** Depositar los residuos de las operaciones forestales en contenedores adecuados para su almacenamiento para su posterior traslado de los frentes de corta al sitio designado para este fin, para luego ser trasladados a instalaciones finales de depósito y manejo.
- 5** Ubicar los depósitos para el manejo y almacenamiento de los residuos y basura generados en el campamento, a una distancia mínima de 40 m y lejos de los cuerpos de agua.
- 6** Establecer áreas de mantenimiento de vehículos y maquinaria en general, en sectores alejados de los cursos de agua (más de 30 m).
- 7** No derramar combustibles en el suelo y en el agua.

8 Transportar los combustibles, aceites y lubricantes dentro y fuera del predio de acuerdo con las disposiciones de la normatividad vigente.

9 Separar los materiales de origen orgánico del resto de los residuos y, de ser posible, manejarlos bajo técnicas de compostaje.

10 Colocar los desechos de alimentos y otros materiales usados por los trabajadores y visitantes en recipientes cerrados que sean después llevados a sitios designados oficialmente para su disposición final o reciclado.

11 Evitar la presencia de animales domésticos en los campamentos y comedores. Los animales de trabajo empleados en las operaciones forestales deben quedar alejados de los campamentos, a una distancia mínima de 100 m.

12 Evitar quemar residuos o basura de cualquier tipo.

13 Establecer un programa de capacitación al personal que participa respecto al manejo de los residuos, conforme a las actividades anteriormente indicadas o cualquier otra acción adicional que se considere de importancia al respecto.

14 Establecer esta práctica como reglamento a seguir por el personal que participa en las operaciones forestales, así como por los dueños del bosque.



Beneficios para la biodiversidad

- Evita la muerte de animales por consumo de residuos tóxicos.
- Reduce riesgo de incendios.
- Mantiene la integridad y salud del ecosistema.
- Asegura la calidad del hábitat.
- Las pequeñas especies de mamíferos transitan sin obstáculos.
- Evita la contaminación del suelo.

Glosario

Altos valores para la conservación

Elementos o componentes de las áreas forestales cuya conservación es relevante bajo criterios ecológicos, culturales o económicos, incluyendo: áreas o ecosistemas que juegan un papel fundamental en la generación de servicios ambientales (por ejemplo, los bosques en cabeceras de cuencas); ecosistemas o hábitats únicos, raros o amenazados, o con alta diversidad de especies (incluyendo tanto bosques como otros tipos de hábitat asociados a las áreas forestales tales como humedales, sistemas acuáticos, afloramientos rocosos, etc.); presencia de especies endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción; refugios o sitios de reproducción de especies; presencia de especies emblemáticas y elementos del paisaje relevantes por su valor cultural, religioso o estético; así como sitios o recursos fundamentales para satisfacer necesidades básicas de la población o comunidades locales.

Biodiversidad

El término es una contracción de “diversidad biológica” y se refiere a la variedad de formas de vida, tipos de organismos vivientes, comunidades bióticas o ecosistemas existentes en la Tierra o en cualquier área terrestre o acuática de la biosfera. El concepto de biodiversidad se aplica a: (1) la variedad de especies presentes en un lugar determinado (*diversidad de especies*), (2) la variación genética existente dentro de las poblaciones de una misma especie (*diversidad genética*) y (3) los diferentes tipos de comunidades bióticas asociadas a distintas condiciones ambientales (*diversidad de ecosistemas*).

Bosque

Un ecosistema caracterizado por una cubierta vegetal en la que dominan los elementos arbóreos. Como ecosistema, un bosque incluye el conjunto de plantas, animales y otros organismos vivos, los suelos y los sistemas acuáticos asociados. Un bosque está formado por un mosaico de *rodales* en distintas etapas de desarrollo que varían en su composición de especies, edad y estructura física.

Bosques antiguos

Son llamados también bosques de “viejo crecimiento” para diferenciarlos de los bosques “secundarios”; los primeros corresponden a etapas avanzadas de la *sucesión ecológica*, mientras que los segundos se encuentran en etapas tempranas o intermedias de desarrollo sucesional. Es importante diferenciar cuando el término se aplica a nivel de bosque o a nivel de rodal (ver *rodales viejos o sobremaduros*). Propiamente un bosque antiguo está formado por un mosaico de rodales que cubren un amplio rango de edades y diferentes etapas de desarrollo sucesional, por lo cual se mantiene la variabilidad natural característica del tipo de bosque en cuestión. A diferencia de los bosques antiguos, en los bosques secundarios, manejados o degradados no se encuentran (o se han reducido significativamente) rodales en etapas avanzadas de la sucesión. En los bosques antiguos no se observa evidencia de explotación forestal comercial, están libres de caminos o brechas, no han sido desmontados y, en general, han estado libres de intervenciones humanas durante un largo periodo de tiempo (del orden de décadas o cientos de años).

Diversidad de especies

La variedad de especies presentes en un lugar determinado. Técnicamente, en el estudio de la diversidad de especies se hace la diferencia entre *riqueza* (número de especies) y *diversidad* (la relación entre el número de especies y la abundancia, biomasa o valor de importancia de cada especie, expresada como un índice). Las mediciones e índices de diversidad pueden referirse a un sitio o localidad (diversidad alfa), a una región (diversidad gama) o a la variación o recambio de especies a través de un gradiente ambiental (diversidad beta).

Diversidad de hábitats

La variación en los tipos de hábitat o condiciones ambientales presentes en el mosaico del paisaje. Por ejemplo, en un bosque pueden existir distintos hábitats incluyendo diferentes tipos de vegetación, *rodales* de un mismo tipo de vegetación en distintas etapas de la *sucesión* con variación en su composición y estructura, así como otros hábitats asociados al bosque como claros, pastizales, matorrales, afloramientos y paredes rocosas, ríos, arroyos, lagos, etc. La diversidad de especies de un área forestal depende de la variedad de hábitats.

Diversidad genética

La variación en los genotipos de los individuos dentro de las poblaciones de una especie. La existencia de diversidad genética es fundamental para la persistencia de especies frente a fluctuaciones ambientales y factores tales como sequías, heladas, plagas, enfermedades, etc. La reducción de la diversidad genética aumenta la vulnerabilidad de una población frente a fluctuaciones ambientales.

Ecosistema

Es un sistema formado por componentes bióticos (plantas, hongos, microorganismos, animales) y abióticos (aire, agua, minerales y rocas) que interactúan a través de flujos de energía, materiales e información. Ecosistema es un concepto teórico de la ecología que sirve para definir y delimitar unidades de estudio a diferentes escalas, que corresponden a entidades físicas tales como una cuenca hidrológica, un macizo forestal, un lago, un río, una ciudad o el ecosistema global del planeta Tierra. La producción primaria de las plantas, la descomposición de la materia orgánica, el flujo de energía entre niveles tróficos, los ciclos de agua, carbono y nutrientes, y los ciclos de perturbación, regeneración y desarrollo sucesional, son ejemplos de procesos fundamentales de los ecosistemas. Los servicios ambientales (o ecosistémicos) son beneficios que obtiene la sociedad a partir de los procesos de los ecosistemas de los cuales depende el soporte de las condiciones de vida, la regulación ambiental y la provisión de recursos naturales y valores culturales. El reconocimiento de que las intervenciones de manejo sobre componentes de los ecosistemas (como pueden ser los árboles maderables de un bosque) tienen consecuencias o efectos sobre otros componentes, patrones y procesos ecosistémicos interrelacionados (como los efectos de las intervenciones silvícolas sobre la composición de especies, el sistema hidrológico, los suelos o el clima) ha dado lugar al surgimiento del enfoque de manejo de ecosistemas que integra la conservación de la biodiversidad con el aprovechamiento de los recursos naturales.

Ecosistemas templados

Para el caso de México, son los *ecosistemas* de zonas de clima templado, los climas del tipo *Ca* (templado con verano cálido), *Cb* (templado con verano fresco) o *Cc* (templado semi-frío) de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García. Esto incluye a los bosques de oyamel, bosques mixtos de coníferas, bosques de pino y pino-encino, bosques de encino, bosques mesófilos de montaña, incluyendo también matorrales, pastizales naturales y zacatonales de alta montaña, así como los afloramientos y paredes rocosas y los ecosistemas acuáticos, esto es, el concepto incluye a todo tipo de ecosistemas presentes en zonas templadas.

Hábitat

La suma total de condiciones ambientales de un lugar específico ocupado por una especie o un conjunto de especies de plantas o animales. Para una especie en particular su hábitat reúne las condiciones físicas y los recursos que permiten su sobrevivencia, crecimiento y reproducción. Cuando se hace referencia al hábitat de las plantas, los factores clave son las condiciones de clima y de disponibilidad de agua y nutrimentos del suelo. Para las especies de fauna silvestre las condiciones de composición y estructura de la vegetación son factores clave que proveen requerimientos de hábitat como alimento, refugios, madrigueras, etc.

Ordenación forestal

Componente del manejo forestal que consiste en la planificación y la regulación de la cosecha, a nivel del predio o unidad de manejo, para lograr un rendimiento sostenible de productos forestales, conservando o mejorando la productividad del bosque y manteniendo su capacidad de generar servicios ambientales o ecosistémicos. La ordenación forestal implica la delimitación de áreas de producción y de conservación, así como la distribución espacial y temporal de las intervenciones silvícolas y de cosecha (de acuerdo con criterios de productividad, turno de la cosecha y rotación de las intervenciones). La ordenación forestal está estrechamente relacionada con la planificación de las prácticas de conservación a escala del *paisaje*.

Paisaje

Es el conjunto de condiciones físicas observables en una porción de la superficie terrestre, tales como las formas del relieve y rasgos orográficos, la red hidrológica y los cuerpos de agua, los suelos, los tipos de cobertura vegetal y de hábitat, usos del suelo, etc. Estas condiciones son indicadoras de patrones y procesos ecológicos que reflejan la interacción entre el clima, la geomorfología, el sustrato geológico, los suelos, la biota y las actividades humanas. Los paisajes forestales consisten en un mosaico de rodales de distintos tipos de bosques y otras formaciones vegetales y cuerpos de agua asociados. Propiedades del paisaje como la variación en los tipos de hábitats que forman el mosaico, su distribución espacial, conectividad, fragmentación, etc., son relevantes para la conservación de la biodiversidad.

Restauración ecológica

Es el proceso de intervenciones de manejo dirigidas a recuperar o restablecer un ecosistema que ha sido alterado, dañado o degradado por las actividades humanas o, en algunos casos, por fenómenos naturales extremos. El propósito de la restauración es controlar los factores que han causado el daño, degradación o alteración, inducir la recuperación del ecosistema y devolverlo a una condición cercana a su estado original o a una condición de referencia explícitamente definida. El ecosistema restaurado debe idealmente tener las propiedades de composición, estructura y funcionamiento de la condición original o de referencia, por lo cual no se trata solamente de recuperar cobertura forestal. Muchas veces se carece de información sobre las condiciones originales o anteriores a la degradación, o se han perdido componentes del ecosistema, pero es posible recuperarlo creando una condición mejor que la degradada en términos de cobertura, biomasa, biodiversidad y otros atributos y entonces se habla de rehabilitación. Debido al impacto humano sobre los bosques, la restauración se ha convertido en un componente fundamental del manejo forestal.

Rodal

Unidad del paisaje relativamente homogénea que puede ser delimitada y diferenciada de otras unidades adyacentes. Un bosque puede subdividirse en rodales caracterizados por su composición de especies arbóreas, edad y estructura de edades, estructura de la vegetación (altura, densidad, estratificación vertical, distribución de diámetros) y condiciones de sitio. En silvicultura el rodal es la unidad básica de manejo.

Rodales antiguos (o sobremaduros)

Rodales en etapas avanzadas de la sucesión (cercasas al clímax o potencial estado final de la sucesión), caracterizados por la presencia de árboles dominantes de edad avanzada, estructura de edades múltiples, estratificación vertical compleja, presencia de árboles muertos en pie, material leñoso caído y otras características particulares del tipo de bosque en cuestión. El término *sobremaduro*, que corresponde a criterios silvícolas, puede aplicarse a rodales (o a árboles individuales) cuando se toma como referencia que la edad de los árboles dominantes o del rodal es mayor a la duración del turno absoluto (la edad en la cual el incremento corriente anual es menor al incremento medio anual). Los rodales antiguos o sobremaduros son un hábitat fundamental para la conservación de la biodiversidad forestal.

Silvicultura

De acuerdo con su etimología, es el “cultivo de los bosques”. La silvicultura es un componente del manejo forestal y consiste en el conjunto de intervenciones de corta y tratamientos que se aplican para regular la composición de especies y la estructura de edades y tamaños y para asegurar la regeneración y crecimiento de los *rodales* (unidad básica de la silvicultura) para el aprovechamiento sustentable de bienes y servicios derivados de los bosques.

Sucesión ecológica

Proceso de cambio gradual, a través del tiempo, en la composición de especies y la estructura de las comunidades bióticas. La sucesión se inicia con la formación de un nuevo sustrato que puede ser colonizado por organismos vivos (sucesión primaria) o se reinicia después de un evento de perturbación o disturbio ecológico (sucesión secundaria). A nivel del ecosistema, los cambios en la comunidad biótica ocurren asociados a cambios en el ambiente físico; por ejemplo, en ecosistemas terrestres los cambios en la composición y estructura de la vegetación interactúan con la formación y desarrollo del suelo. La sucesión tiende hacia un estado final (clímax) determinado por las condiciones ambientales, que puede ser relativamente estable, pero es un proceso complejo y dinámico en el que intervienen las interacciones de las especies y la influencia de variaciones ambientales. El entendimiento de la sucesión es fundamental para la silvicultura, el manejo de hábitats y la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

Lecturas recomendadas

Se presentan a continuación algunas referencias bibliográficas básicas sobre la biodiversidad de México, conservación biológica, ecología forestal y manejo de hábitats forestales, que pueden servir como complemento al manual. Existe una extensa literatura sobre conservación de biodiversidad, pero en su mayor parte publicada en inglés. Se trató de incluir referencias en español y solo en algunos casos se enlistan trabajos relevantes en inglés, para los cuales no existen traducciones al español.

Camprodon, J. & E. Plana (Eds.) 2001. *Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal*. Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona. Barcelona, España. Compilación de trabajos sobre el manejo forestal y la conservación. Aunque centrado en Europa y particularmente en España, presenta conceptos y estudios de caso que pueden servir de referencia para México.

Challenger, A. & J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Sarukhán, J. *et al.* (Eds.) *Capital natural de México*, Vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México. Pp. 87-108. Síntesis descriptiva de las características y estado actual de los ecosistemas terrestres mexicanos.

Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. CONABIO, UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C. México D.F., México. Un amplio compendio del conocimiento sobre el uso de los recursos naturales y la diversidad de condiciones ecológicas de México.

Gullion, G.W. 1991. Interacciones bosque-fauna silvestre. En: R.A. Young (Ed.) *Introducción a las ciencias forestales*. Limusa, México D.F., México. Pp. 435-466. En este capítulo se presenta una introducción a los aspectos básicos del manejo de hábitats forestales para la conservación de la fauna silvestre.

Hunter Jr., M.L. 1996. *Fundamentals of Conservation Biology*. Blackwell, Cambridge, Massachusetts, E.U.A. Uno de los libros de texto más completos sobre conservación biológica.

Jardel P., E.J. y Sánchez-Velásquez, L.R. 1989. La Sucesión Forestal: fundamento ecológico de la Silvicultura. *Ciencia y Desarrollo* 14(84):33-43. Una revisión de la teoría sobre la sucesión ecológica y su aplicación a la silvicultura.

- Kattan, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata, M.R. & G.H. Kattan (Eds.) *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro Universitario Regional. Cartago, Costa Rica. Pp. 561-590. Revisión de los conceptos y resultados de investigación acerca de los efectos de la fragmentación sobre la biodiversidad forestal.
- Lindenmayer, D.B., J.F. Franklin & J. Fischer. 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation* 131: 433-445. Síntesis de los principios de conservación aplicados al manejo forestal.
- Lindenmayer, D.B. & J.F. Franklin. 2002. *Conserving forest biodiversity*. Island Press, Washington DC, E.U.A. Es la obra más completa sobre conservación de la biodiversidad forestal, con énfasis en el manejo de bosques de producción.
- Margules, C.R. y S. Sarkar. 2009. *Planeación sistemática de la conservación*. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. Este texto es una excelente introducción a los fundamentos de la planeación de la conservación de biodiversidad.
- Mendoza-Briseño, M.A., J. Zepeta y J.J. Fajardo. 2005. Manejo de paisaje, una interpretación práctica. *Bois et Forêts des Tropiques* 285 (3): 48-54. Un caso de aplicación del enfoque de paisaje al manejo forestal.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo & F. Massardo. 2001. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica México. México D.F. Este es el texto más completo sobre conservación biológica en español, enfocado al contexto latinoamericano.
- Sánchez, O., E. Vega, E. Peters & O. Monroy-Vilchis (Eds.). 2003. *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología. México D.F., México. Este libro reúne tanto trabajos conceptuales como estudios de caso sobre conservación y manejo de ecosistemas en México.

Anexos

Anexo 1

Índices para la caracterización de la estructura de rodales forestales

La definición de la estructura de rodales se basa en la estimación de varios índices desarrollados para caracterizar la diversidad estructural de bosques (Gadow, 1993; Fuldner, 1995; Aguirre *et al.*, 2003; Corral-Rivas *et al.*, 2006). En este caso, para caracterizar la regularidad de la estructura horizontal, se recomienda utilizar los índices de ángulos o uniformidad de Gadow y de mezcla de especies, mientras que para la estructura vertical, se recomiendan los índices de diferenciación dimensional y de dominancia. Las expresiones matemáticas de estos índices se presentan en la tabla 1.

Datos

Los datos necesarios para desarrollar los índices estructurales se obtienen de sitios permanentes de investigación forestal. Una vez establecido cada sitio, se registran las variables: número de árbol, especie, diámetro normal, altura total y diámetro y longitud de copa. Se evalúan también las características físicas del área y se realiza un censo de la totalidad de los árboles presentes, ubicándolos mediante coordenadas.

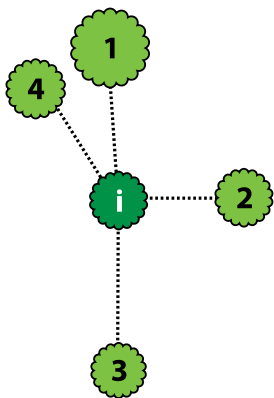
Cuando en el rodal no se haya establecido este tipo de sitios, se deberá utilizar el muestreo de grupos estructurales de cinco árboles. En este método se selecciona el árbol más cercano a un punto de muestreo dado (puede ser al azar), se elige a este individuo como árbol de referencia *i* y las características de sus cuatro vecinos inmediatos (dimensiones, especie y la distancia y azimut de sus posiciones) se relacionan con las de este árbol de referencia.

Fuldner, K. 1995. *Strukturbeschreibung von Buchen – Edellaubholz – Mischwäldern*. Tesis doctoral. Universidad de Göttingen. Cuvillier Verlag Göttingen. 145 p.

Gadow K. von. 1993. *Zur Bestandesbeschreibung in der Forsteinrichtung*. *Forst und Holz* 21, 601-606 Fuldner, K. 1995. *Strukturbeschreibung von Buchen – Edellaubholz – Mischwäldern*. Tesis doctoral. Universidad de Göttingen. Cuvillier Verlag Göttingen. 145 p.

Aguirre, O., Hui A., Gadow K., Jiménez J. 2003. *An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables*. *For. Ecol. Manag.* 183, 137-145.

Corral-Rivas, J., Pommerening, A., Gadow, K., Dietrich, S. 2006. *An analysis of two directional indices for characterizing the spatial distribution of forest trees*. In Corral-Rivas, J (eds.). *Models of tree growth and spatial structure for multi-species, uneven-aged forests in Durango (Mexico)*, pp. 119-134. Cuvillier, Göttingen.



Caracterización de la estructura

a) Índice de mezcla de especies de Gadow (M_i)

Este índice (M_i) considera la vecindad de un árbol de referencia i definiendo la mezcla como la proporción de los vecinos más cercanos que no pertenecen a la misma especie que el árbol de referencia i (Füldner, 1995). Con cuatro vecinos M_i puede asumir cinco valores. Valores cercanos a cero indican que las especies analizadas tienden a agruparse y que no se mezclan con el resto. Por el contrario, valores cercanos a uno indican una preferencia a mezclarse entre ellas.

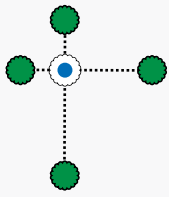
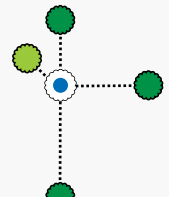
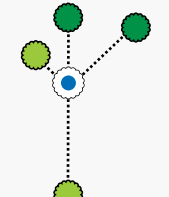
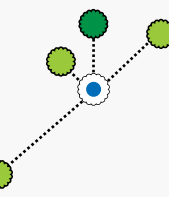
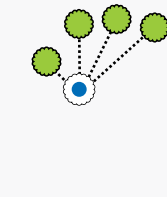
Representación del muestreo de cinco árboles

Sin mezcla	Poca mezcla	Mezcla moderada	Mezcla alta	Mezcla muy alta
$M_i = 0$ Los cuatro vecinos pertenecen a la misma especie del árbol de referencia.	$M_i = 0.25$ Tres de los cuatro vecinos pertenecen a la misma especie del árbol de referencia.	$M_i = 0.50$ Dos de los cuatro vecinos pertenecen a la misma especie del árbol de referencia.	$M_i = 0.75$ Uno de los cuatro vecinos pertenece a la misma especie del árbol de referencia.	$M_i = 1$ Ninguno de los cuatro vecinos pertenece a la misma especie del árbol de referencia.
<p>Árbol de referencia.</p> <p>Vecinos que son diferentes a la especie del árbol de referencia.</p> <p>Vecinos que pertenecen a la misma especie que el árbol de referencia.</p>				

Posibles valores del índice de mezcla de especies (M_i) para un árbol de referencia i .

b) Índice de uniformidad de Gadow (W_i)

La determinación del índice de uniformidad (W_i) de Gadow (Gadow *et al.*, 1998), se basa en la medición de los ángulos entre dos vecinos al árbol de referencia i y su comparación con un ángulo estándar α_0 , de tal manera que considerando cuatro vecinos al árbol de referencia, W_i puede tomar valores de 0 hasta 1, donde un valor cercano a cero representa condiciones de regularidad, valores cercanos al 0.50 muestran tendencia a la aleatoriedad y aquellos próximos a 1 presentan condiciones de agrupamiento. Para efectos de este manual, se utilizará un ángulo estándar de 72° para la estimación de este índice, el cual de acuerdo con Hui y Gadow (citado por Corral-Rivas *et al.*, 2006) se encontró este valor como el ángulo estándar óptimo produciendo un promedio de $\overline{W}=0.5$ para una distribución aleatoria.

Muy regular	Regular	Aleatorio	Irregular	Muy irregular
				
$W_i = 0$ Ninguno de los ángulos α_{ij} es menor que α_0	$W_i = 0.25$ Uno de los ángulos α_{ij} es menor que α_0	$W_i = 0.50$ Dos de los ángulos α_{ij} son menores que α_0	$W_i = 0.75$ Tres de los ángulos α_{ij} son menores que α_0	$W_i = 1$ Los cuatro ángulos α_{ij} son menores que α_0

Gadow, K., G. Hui y M. Albert. 1998 Das Winkelmaß – ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. Central-blatt für das gesamte Forstwesen 115(1): 1–9.

Posibles valores del índice de uniformidad de Gadow (Wi)

c) Índice de Dominancia (Ui)

La dominancia (Ui) se define como la proporción de los n vecinos próximos de un árbol de referencia i que son más pequeños que dicho árbol i , y se calcula de la misma manera que la mezcla de especies. Al igual que en Mi , los valores de esta variable varían de 0 a 1: $Ui = 0.00$ si los cuatro vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (suprimido); $Ui = 0.25$ si tres de los vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (intermedio); $Ui = 0.50$ si dos de los vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (codominante); $Ui = 0.75$ si uno de los cuatro vecinos es más grandes que el árbol de referencia i (dominante) y $Ui = 1$ si ninguno de los cuatro vecinos es más grande que el árbol de referencia i (muy dominante).

d) Índices de diferenciación diamétrica (TDi) y de altura (THi)

Los valores TDi y THi se distribuyeron en 10 clases numéricas ($0 \leq \text{clase1} < 0.1$, $0.1 \leq \text{clase2} < 0.2$, etc.) o bien en los siguientes cinco grupos:

Diferenciación baja: $0.0 \leq TDi < 0.2$; $0.0 \leq THi < 0.2$

Diferenciación moderada: $0.2 \leq TDi < 0.4$; $0.2 \leq THi < 0.4$

Diferenciación media: $0.4 \leq TDi < 0.6$; $0.4 \leq THi < 0.6$

Diferenciación alta: $0.6 \leq TDi < 0.8$; $0.6 \leq THi < 0.8$

Diferenciación muy alta: $0.8 \leq TDi \leq 1.0$; $0.8 \leq THi \leq 1.0$

Tabla 1. Expresiones matemáticas de los índices utilizados en la caracterización estructural

Índice	Fórmula	Donde:
Diversidad de especies		
Índice de mezcla de especies de Gadow.	$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j$	v_j es una variable binaria discreta que asume el valor de 0 cuando el árbol j es de la misma especie que el árbol de referencia i , y el valor de 1 si es de diferente especie.
Distribución espacial		
Índice de uniformidad Gadow W_i .	$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j$	v_j es una variable binaria discreta que asume el valor de 1 si el j -ésimo ángulo entre dos árboles vecinos es menor o igual al ángulo estándar α , y 0 en caso contrario.
Diferenciación dimensional		
Índice de diferenciación diamétrica y de altura.	$TD_i = \frac{\text{desviación estándar del diámetro}}{\text{diámetro medio}}$ $TH_i = \frac{\text{desviación estándar de la altura}}{\text{altura media}}$	TD_i y TH_i = diferenciación diamétrica y en altura de la parcela i .
Índice de dominancia.	$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j$	v_j es una variable binaria discreta que asume el valor de 1 cuando el árbol j es más grande que el árbol de referencia i , y el valor de 0 en caso contrario.

Canfield, R. 1941. "Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation". *Forestry*. 39: 388-349.

Van Wagner, C.E., 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. *For. Sci.* 14, 20-26.

Brown, J.K., 1974. Handbook for inventorying downed woody material (Gen. Tech. Rep. INT-16.). Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain. Forest and Range Experiment Station., Ogden, UT: U.S.

Corral-Rivas J. 2012. Documento en proceso

Anexo 2

Metodología para la cuantificación de la biomasa de residuos de la cosecha forestal

Con el propósito de contar con datos que permitan la estimación de la carga de combustibles forestales superficiales en toneladas por hectárea y su distribución y estructura, para los fines del presente manual, se utilizará la metodología propuesta por Corral-Rivas (2012), quien propone una modificación del protocolo FIREMON (<http://frames.nbii.gov/firemon/>), que está basado, esencialmente, en el método de intercepción lineal de Canfield (1941) y su posterior adaptación al inventario de combustibles forestales por Van Wagner (1968) y Brown *et al.* (1974). En cada sitio de muestreo se realizan mediciones sobre un transecto de muestreo de 12 m de longitud en dirección franca al punto cardinal Este. Se registran los siguientes datos a lo largo del transecto: 1) frecuencia de piezas leñosas intersectadas: en los últimos 3 m del transecto piezas de 1 hora (de 0 a 0.5 cm de diámetro), y de 10 horas (de 0.5 a 2.5 cm de diámetro) y en todo el transecto las piezas de 100 horas (de 2.5 cm a 7.5 cm de diámetro); además se mide y se registra el diámetro.

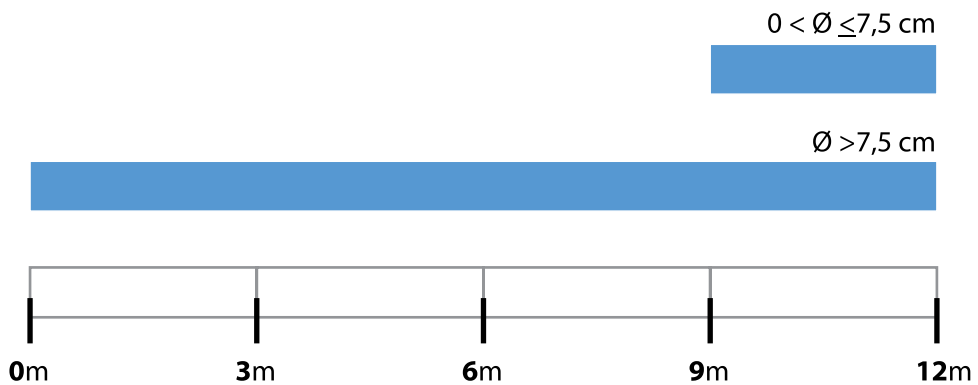
Combustibles leñosos caídos: se consideran material leñoso caído a todas las ramillas, ramas y troncos que están tirados sobre la superficie del suelo que pueden estar acumulados al ras de mismo, desde 0 cm hasta 2 m de altura, siempre y cuando estén separados de su fuente original (que no estén pegados al tronco). En este caso se clasifican según su tamaño de acuerdo con:

Categoría	Diámetro (cm)	Tiempo de retardación (h)
Finos	0-0.5	1
Regulares	0.51-2.5	10
Medianos	2.51-7.5	100
Gruesos	>7.5	1,000

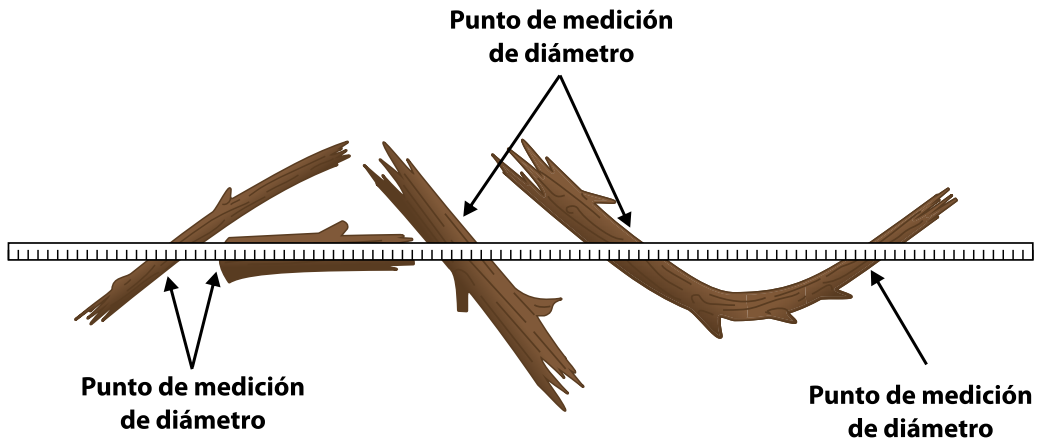
Con la ayuda del transecto, considerándolo como un eje horizontal sobre el suelo, se registra la frecuencia de aparición de las piezas leñosas, según su clasificación y orden de medición en el transecto, es decir, se miden todas las piezas leñosas intersectadas por el mismo. La frecuencia de las piezas finas (de 0 a 0.5 cm de diámetro) y regulares (de 0.51- 2.5 cm de diámetro) se registra en los últimos tres m del transecto.

Por último, los combustibles leñosos muertos (aquellos con diámetro > 7.5 cm) se muestrean en toda la longitud del transecto (entre el metro 0 y el 12). En este tipo de material se miden dos variables de cada pieza que intercepte con el plano de muestreo: el diámetro (cm) y el grado de descomposición. Las mediciones de diámetro se hacen perpendicularmente al eje central de cada pieza en el punto de intersección de la misma con el plano del transecto.

Muestreo del material leñoso muerto a lo largo del transecto en función del diámetro de la pieza



Como se aprecia en el lado derecho de la figura siguiente, si una misma pieza de combustible atraviesa más de una vez el plano de muestreo, se mide en cada una de las ocasiones. Para realizar las mediciones se utiliza una forcípula de brazo móvil con apreciación al milímetro.



Esquema de determinación de los puntos de medición del diámetro en combustibles gruesos.

El grado de descomposición de la pieza de combustible de más de 7.5 cm se debe estimar en el punto donde se realiza la medición del diámetro. Para ello se usan los descriptores de la tabla que se presenta a continuación:

Grado de descomposición	Descripción
1	La corteza está intacta. Todas las ramillas están presentes, salvo las más pequeñas. Madera dura cuando se golpea con el pie.
2	Parte de la corteza ya no está presente, así como muchas de las ramas más pequeñas. No hay acículas pendientes de las ramas. Madera dura cuando se golpea con el pie.
3	La mayoría de la corteza ya no está presente, así como la mayoría de las ramas de menos de 2.5 cm de diámetro. Madera todavía dura cuando se golpea con el pie.
4	Similar a la clase 3 pero la albura está podrida. Madera suena a hueco cuando se golpea. Probablemente se puede quitar la madera de la parte externa de la troza cuando se golpea con el pie.
5	La troza está enteramente en contacto con el suelo. Fácil de desintegrar cuando se golpea con el pie. Si el eje central de la troza se encuentra al mismo nivel o por debajo de la capa de mantillo, no se debe incluir en el muestreo de elementos leñosos.

Combustibles leñosos

Finos (9-12 m)	Regulares (9-12 m)	Medianos (0-12 m)	Gruesos (0-12 m) >7.5 cm					
0-0.5 cm	0.51-2.5 cm	2.51-7.5 cm	Pieza	1	2	3	4	5
5	6	2	Diámetro	10	9	13		
			Grado	1	1	4		
			Pieza	6	7	8	9	10
			Diámetro					
			Grado					

Ejemplo: sobre el transecto se encontraron 5 piezas leñosas finas, 6 regulares, 2 medianas y 3 gruesas. De las tres piezas gruesas, la primera tuvo un diámetro de 10 cm, la segunda de 9 cm y la tercera de 13 cm. El grado de descomposición fue duro para las primeras dos piezas y descompuesto (podrido) para la tercera.

Anotaciones

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

Bitácora

Nº rodal Paraje

Fecha Anualidad

Aplicación de la mejor práctica

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bitácora

Nº rodal Paraje

Fecha Anualidad

Aplicación de la mejor práctica

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bitácora

Nº rodal Paraje

Fecha Anualidad

Aplicación de la mejor práctica

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bitácora

Nº rodal Paraje

Fecha Anualidad

Aplicación de la mejor práctica

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Estimado usuario:

La ejecución de las mejores prácticas de manejo presentadas en este manual, contribuyen a preservar o crear las condiciones necesarias para la conservación de la biodiversidad en los bosques bajo manejo.

Sin embargo, las prácticas presentadas pueden ser mejoradas con la experiencia en su aplicación en predios bajo manejo, por lo que si aplicó algunas de las técnicas contenidas en este manual, nos interesa conocer sus recomendaciones al respecto.

Por favor envíe sus valiosas contribuciones a la Unidad Coordinadora del Proyecto “Biodiversidad en bosques de producción y mercados certificados” en la siguiente dirección de correo electrónico: conafor@conafor.gob.mx

Proyecto

"Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentos basados en el mercado"