

III. Vulnerabilidad de los bosques templados bajo manejo silvícola

Biól. Rodolfo Palacios Silva

Importancia biológica y ecológica de los bosques

Los ecosistemas arbolados del mundo son conocidos con el término general de bosques. Los bosques pueden ser definidos más apropiadamente como un conjunto de árboles con una extensión y densidad suficientes para producir a un nivel local una serie de condiciones climáticas y ecológicas, con cambios significativos en temperatura, humedad, luz, viento, flora, fauna y en las características de las capas superiores del suelo¹.

El área que ocupan los bosques en el mundo es de aproximadamente 4 mil millones de hectáreas, lo que representa el 30% de la superficie terrestre (figura 1)². En México existe una gran diversidad de ecosistemas boscosos que pueden ser agrupados en dos grandes categorías: bosques tropicales (selvas) y bosques templados (bosque de pino y/o encino). Los bosques en México tienen una superficie estimada en 65 millones de hectáreas (31 millones de hectáreas de bosque tropical y 34 millones de hectáreas de bosque templado), una tercera parte del territorio nacional³.

Los bosques de México son muy importantes por su significado biológico ya que contienen el 10% de las especies de vertebrados terrestres y plantas del planeta⁴, a pesar de que representan sólo el 1.6 % de la extensión mundial de los ecosistemas boscosos². Respecto a las especies arbóreas que conforman a los bosques se reconoce que los bosques tro-

picales contienen la mayor riqueza respecto a los bosques templados. En México se estima que en una hectárea de bosque tropical lluvioso (selva alta) es posible encontrar hasta 100 especies de árboles¹⁰. Aunque cabe destacar que los bosques templados mexicanos presentan una diversidad particularmente alta considerando la homogeneidad de este tipo de ecosistemas en otras regiones del planeta, ya que por ejemplo, contienen más de la mitad de las especies conocidas de pinos⁶. En lo que respecta a los bosques del estado de Chiapas, se ha estimado la existencia de aproximadamente 1800 especies de árboles⁷, más del 30 % de las especies arbóreas encontradas en el territorio nacional.

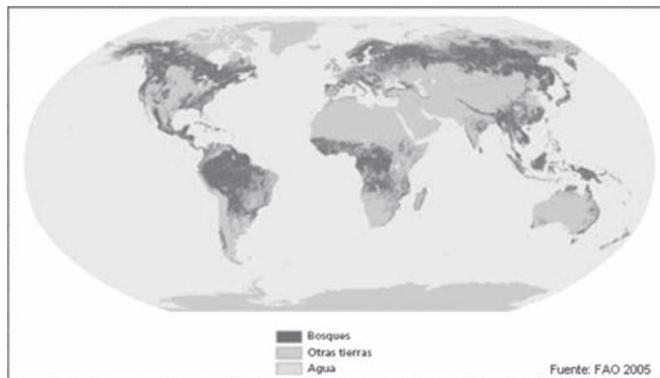


Figura 1.- Distribución de los bosques en el mundo

Además de la riqueza de especies que sostienen, los bosques contribuyen con una serie de beneficios que se obtienen a partir de los procesos ecológicos que llevan a cabo. Los bosques del mundo asimilan dióxido de carbono atmosférico por medio del proceso fotosintético y capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema, contribuyendo con más del 90 % del flujo anual de carbono entre la atmósfera y la superficie de la tierra⁷. A nivel mundial se calcula que los bosques almacenan en su biomasa a 283 mil millones de toneladas de carbono y que en conjunto con el carbono contenido en la materia de árboles muertos, hojarasca y suelo, superan la cantidad de carbono contenido en la atmósfera terrestre². En algunos bosques templados del país se ha calculado la captura de entre 90 y 210 toneladas de carbono por hectárea anualmente⁸.

Los bosques, también son fundamentales para regular el ciclo hidrológico, aunque por lo general, retornan menos agua al suelo que los pastizales o áreas de cultivo bien manejados, ya que el bosque es el ecosistema que devuelve mayores cantidades de agua a la atmósfera a través de la evapotranspiración, además, el denso y profundo sistema radicular del arbolado y la alta porosidad del suelo forestal le dan una excelente capacidad de filtración y retención de agua. La escorrentía superficial es mínima y la recarga del agua del subsuelo es más eficiente, lo que produce una mayor presencia de manantiales permanentes⁹. La estimación de la función de protección a las cuencas por parte de los bosques es más difícil de establecer que la fijación de carbono, sin embargo se reconoce que aproximadamente el 99% de la extensión de los bosques juega un papel determinante en la protección de suelos y cuencas hídricas del planeta¹.

Entre otros servicios forestales, los bosques también influyen en el clima a escala mundial al reflejar hacia la atmósfera menos calor que otros tipos de uso de la tierra con suelos más desnudos y menor cobertura vegetal. Contribuyen también a la reducción de la velocidad del viento y por lo tanto reducen la pérdida de la capa superior del suelo.

Deforestación

La mayor parte de los bosques del mundo presentan un impacto evidente de las actividades humanas. De la superficie de bosques en el mundo, el 36% no presenta indicios notables de intervención humana directa, el resto muestra el impacto de diferentes tipos de uso. Actualmente, la pérdida de bosques en el planeta es de 16 millones de hectáreas anuales². Debido a que los bosques sostienen un sistema complejo donde los componentes bióticos de los ecosistemas (plantas, animales, hongos y microorganismos) tienen relaciones entre sí y con los componentes abióticos (agua, aire y minerales)², la deforestación se ha convertido en la principal causa de la pérdida de biodiversidad del planeta y es considerado uno de los problemas ambientales de mayor importancia económica y social.

Desde finales de la década de 1970 se empezaron a publicar estimaciones de la deforestación de los bosques en México. La tasa de deforestación calculada en 1980 fue de 500 mil hectáreas anuales (la tercera en magnitud en América latina), en 1990 se estimó en 700 mil hectáreas anuales (la más alta en Centroamérica) y en el año 2005 se observa un descenso a 350 mil hectáreas anuales². La estimación de la deforestación de los bosques de Chiapas a partir del año 2000 oscila entre el 0.8 y el 4.2% anuales. La deforestación en el estado ha producido una fragmentación estimada de 0.034 remanentes/hectárea, con fragmentos de una superficie promedio de 8.4 hectáreas, que contrasta con los valores de 0.001 remanentes/hectárea y fragmentos con un área promedio de 65 hectáreas encontrados en 1975².

En México, como en la mayor parte de Latinoamérica, la pérdida de bosques se debe sobre todo a la conversión del bosque a tierras agrícolas o a pastizales para el pastoreo por razones de subsistencia o comerciales (figura 2)². La tala de los bosques se utiliza generalmente para establecer cultivos, pero al cabo de dos a tres años, una vez que se reduce la fertilidad del suelo, los terrenos son convertidos a pastizales². Se estima que más de la mitad del territorio de Chiapas ha sido modificado para uso agropecuario y se observa la mayor ampliación de área dedicada a la ganadería en el país².



Figura 2. La actividad agropecuaria es la principal causa de la pérdida de los bosques en nuestro país.

La práctica de las actividades ganaderas, además de la simplificación de los ecosistemas hacia especies que sirven de alimento al ganado y son resistentes al pisoteo, tienen un efecto de compactación del suelo, desertificación alrededor de las aguadas y de mayor erosión eólica². Particularmente, los bosques templados de México han cedido 25% de superficie a la actividad ganadera². Si bien esto ha podido significar la tala total del bosque, una práctica común es quemar el sotobosque para que las cenizas aporten fertilizante para el crecimiento vigoroso de hierbas y pastos de los que se alimenta el ganado. Aunque esto no representa la pérdida inmediata de cobertura arbórea, sino al cabo del tiempo, al envejecer y morir los árboles maduros cuando las plántulas y árboles jóvenes ya murieron, debido al fuego y del continuo ramoneo y pisoteo del ganado.

La deforestación a gran escala ha sucedido principalmente por el cambio de bosques a tierras agrícolas y ganaderas. Un factor determinante de la deforestación de los bosques a mediana escala es la construcción de carreteras, infraestructura eléctrica, presas, minas y los desarrollos turísticos, empresas que contribuyen a la deforestación tanto por sus efectos directos como por los indirectos (figura 3). En México, las presas hidroeléctricas cubren una superficie mayor a las 3 millones de hectáreas². Aunque estas obras producen evidentemente un beneficio social, existe un costo asociado menos fácil de percibir, modifican el ciclo hidrológico y la disminución del nivel del manto freático delante de las cortinas de las presas.

A nivel de pequeña escala se reconoce la pérdida de los bosques por el uso de la leña, productos maderables y no maderables. En México, los bosques tienen también gran importancia como ingreso suplementario en la economía de subsistencia de las poblaciones rurales, ya que proveen leña para cocinar, madera para construir viviendas y fabricar muebles, plantas y frutos utilizados como alimento y medicinales o simplemente, como materias primas para la fabricación de otros productos.¹⁶ Aunque el impacto de su recolección es poco notable, este evento es constante y puede deteriorar potencialmente el funcionamiento de los bosques.



Figura 3. Las grandes obras de infraestructura pueden disminuir de manera significativa el funcionamiento de los bosques a nivel local.

Uso forestal de los bosques

De los bosques se extraen muchos productos, desde madera de construcción y leña hasta alimentos (frutos, hongos, plantas comestibles y caza) y forraje. Cuantitativamente, la madera para uso industrial es el producto más importante (figura 4). En el mundo, aproximadamente el 10% de la superficie de los bosques es utilizado para aprovechamiento forestal, donde se cosechan 2800 millones de metros cúbicos de madera empleados principalmente como combustible (53.5%) y para la fabricación de papel, tablonés y fibra¹⁶. Se estima que la producción de bienes derivados de la madera es de alrededor del 2% del Producto Mundial Bruto. En México, la producción forestal maderable es de 8 millones de metros cúbicos por año¹⁷ que representan el 1.07% de Producto Interno Bruto Nacional¹. La producción nacional anual maderable está compuesta en un 95% de madera de bosques templados (84% del género *Pinus*, 2.8% de *Abies*, 1% de otras coníferas, 5% del género *Quercus* y 2.2% de otras latifoliadas)¹⁶.



Figura 4. La extracción de madera sin conocimiento científico sobre la dinámica poblacional de las especies en uso es una causa de la pérdida de bosques a nivel mundial.

Contrario a lo que cabría esperar, las actividades forestales son una de las principales causas de disminución de las poblaciones de varias especies de árboles. Como sucede a nivel mundial, la mayoría de las operaciones forestales comerciales a gran escala se limitan a los bosques templados, los cuales se encuentran severamente amenazados por la tala total y por el mal manejo de la extracción maderera debido a la falta de incorporación de conocimiento científico sobre las especies involucradas¹⁶. La silvicultura definida como la ordenación o manejo científico de los bosques para la producción sostenida de bienes y servicios¹⁶, es en este sentido, una alternativa de producción que contribuya a la conservación de los bosques mexicanos.

Principios de silvicultura

Las prácticas silvícolas consisten en el tratamiento de cultivo y cosecha en rodales forestales (unidad elemental de manejo) equivalentes a las parcelas en los sistemas agrícolas. La diferencia entre los sistemas agrícolas y los sistemas forestales, es que los rodales requieren de cuidados durante largos periodos de tiempo, por lo que resulta necesario tomar en cuenta mayores factores biológicos, sin descuidar los aspectos sociales y económicos¹⁶. Un área de ordenación forestal, es la superficie que abastece la industria maderera de una comunidad y generalmente se compone de varios rodales¹⁶.

La diferencia más notable entre la silvicultura y la tala inmoderada se refiere a las técnicas de regeneración que permitirán sostener indefinidamente a los bosques en un área de ordenación forestal. Los tipos de regeneración más comunes en los bosques templados bajo manejo¹⁶ son los siguientes:

- Corta a matarrasa con plantación. Este tipo de corta consiste en extraer totalmente a los árboles de un rodal y posteriormente realizar una plantación con árboles de vivero.
- Método de árboles semilleros. Este tipo de corta consiste en dejar en el campo una cantidad suficiente de árboles productores de semillas, distribuidos en toda el área del rodal que permitan una distribución uniforme de semillas.
- Método de corta por aclareos sucesivos. El propósito esencial de este método es realizar la regeneración de los terrenos bajo la sombra y protección de los últimos árboles que forman la cosecha final que queda en un rodal. En contraste con las condiciones relativamente rígidas que produce la corta a matarrasa y el método de árboles semilleros, este método permite modificar la densidad de un rodal para la protección del terreno forestal.

En un rodal en desarrollo se distinguen dos características principales, la composición y estructura. La composición está determinada por el número de especies y la estructura por la distribución de los árboles según las clases de edad y/o diámetro. Los bosques templados bajo manejo silvícola generalmente se componen de rodales con pocas especies. Respecto a su estructura, en los bosques templados bajo manejo generalmente se trabaja con rodales de edad uniforme donde todos los árboles muestran aproximadamente la misma edad (aunque en un área de ordenación, distintos rodales de edad uniforme pueden ser de diferentes edades).

Dentro de un rodal con edad uniforme podemos distinguir cuatro categorías de árboles (figura 5)¹⁶, definidas de la siguiente manera:

- Árboles dominantes. Los árboles dominantes se elevan generalmente por encima del nivel general del dosel superior del bosque, de manera que están expuestos a la irradiación lumínica total en su parte superior y parcialmente en sus partes laterales. Algunos

árboles dominantes tienen un crecimiento que los convierte en árboles gruesos muy ramificados y de copa extensa, conocidos como árboles lobo y que se consideran elementos indeseables del rodal.

- Árboles codominantes. Los árboles codominantes junto con los árboles dominantes forman parte del dosel principal del rodal, aunque no son tan altos como los dominantes por lo que sus copas reciben la luz sólo en su parte superior y generalmente se encuentran limitados por los árboles dominantes en un sentido lateral.
- Árboles suprimidos. Los árboles suprimidos están dominados por las categorías anteriores y casi no reciben la luz directa, estos árboles son generalmente árboles débiles y de crecimiento lento.
- Árboles muertos. En un rodal aún bien manejado puede ser común encontrar árboles muertos debido a que los árboles suprimidos o dominados tarde o temprano se encontrarán en esta condición.

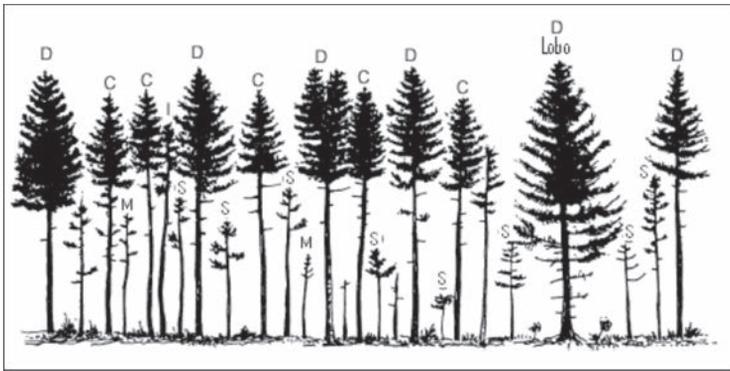


Figura 5. Clasificación de un rodal de edad uniforme: D, dominante; C, codominante; S, suprimido; M, Muerto.

La clasificación del arbolado es un paso muy importante para distinguir las técnicas aplicadas al rodal entre dos periodos de regeneración. Los tratamientos intermedios se realizan con el propósito de asegurar las características deseables de crecimiento dentro de un rodal en desarrollo¹⁶. Dentro de las técnicas más importantes de los rodales en bosques templados se encuentran las siguientes:

- Liberación. Son las técnicas utilizadas cuando los árboles son pequeños y consisten en disminuir el efecto competitivo de la vegetación que rodea a las plántulas. Generalmente en el bosque templado se emplean las quemadas controladas (que a su vez disminuye la acumulación de combustible).
- Poda. Técnicas en las que se eliminan las ramas de los árboles cuando la especie manejada presenta una corta edad, lo que permite tener árboles maduros libres de nudos.
- Raleo. Técnicas de tala selectiva de árboles al rodal durante la fase previa a la regeneración (es decir, previo a la corta), que permiten liberar a los árboles dominantes y codominantes y establecer rutas de extracción del producto comercial.

Además de estas técnicas intermedias se deben distinguir las técnicas de saneamiento y cortas de recuperación, la técnica de saneamiento consiste en la sustracción de árboles atacados por insectos, con el objetivo de evitar la formación de focos de infección dentro de un rodal y mantener la salud de los árboles que lo conforman. Mientras que las cortas de recuperación es la sustracción de árboles cuando son atacados por insectos pero aún no han perdido totalmente su valor comercial con el fin de obtener una cierta ganancia económica, generalmente se realiza de forma simultánea a la corta de saneamiento¹⁶.

La silvicultura como manejo comunitario

En México hay un poco más de 2,500 instalaciones de la industria forestal y el 90% de estas instalaciones son de pequeña escala¹⁶. Debido a que la mayor extensión de los bosques templados de Chiapas pertenece al sector social, es decir, son propiedades de ejidos y comunidades indígenas, el manejo forestal comunitario puede ser una perspectiva particularmente interesante.

El manejo comunitario de bosques se inició como propuesta internacional en los años setenta y hacia el final de la década de 1980 se establece como una estrategia de desarrollo rural que a la vez, puede permitir la conservación de los bosques¹⁶. Entre los argumentos manejados a

favor de la silvicultura comunitaria, se plantea que las comunidades asentadas en áreas forestales están en mejor posición para encargarse del manejo de los bosques, porque se asume que cuando los campesinos tienen derechos de largo plazo sobre los bosques están motivados a conservarlos. Mientras que por otro lado, la experiencia mundial de grandes concesiones forestales muestra que éstas tienden a rebasar la capacidad reguladora de los gobiernos, produciendo considerables deterioros ambientales y dejando en cambio escasos beneficios locales¹⁶.

Aunque distintos estudios muestran que el manejo comunitario permite una mejor vigilancia y cuidado del bosque, cabe resaltar que en nuestro país, las empresas forestales comunitarias generalmente están sostenidas de una economía frágil que exige elaborar planes de manejo forestal *ad hoc*, para lograr que el manejo silvícola comunitario se convierta en una opción económica y ecológicamente rentable.

Factores de vulnerabilidad de los bosques templados bajo manejo silvícola

Típicamente, el manejo forestal incluye el control de los factores que limitan el crecimiento o producen la mortalidad de árboles como plagas o incendios respecto a las áreas de bosque no manejadas, sin embargo, reconocer estos factores de disturbio, aun en zonas silvícolas, puede resultar relevante no sólo para el manejo forestal sino también para el entendimiento de la dinámica de los bosques.

Aunque el concepto de disturbio parece intuitivamente muy claro, en realidad está influenciado por múltiples factores. Un disturbio es un evento discreto y puntual de mortalidad, desplazamiento o daño de uno o más individuos (o colonias), que modifica directa o indirectamente la regeneración de las poblaciones¹⁶. En el cuadro 1 se muestran diferentes aproximaciones que permiten caracterizar un régimen de disturbio¹⁶.

Está comprobada la importancia de los disturbios periódicos en la dinámica de las comunidades y ecosistemas naturales. Cuando los disturbios son muy intensos, los ecosistemas normalmente diversos y complejos se simplifican, conservando pocas especies e interacciones. Sin embargo, muchas veces el sistema puede regenerarse rápidamente,

ya que el disturbio libera recursos que son fácilmente aprovechados, de tal manera que los disturbios generalmente renuevan al ecosistema, si la magnitud del disturbio no afecta de modo significativo a las fuentes de germoplasma en los alrededores. Aunque, bajo diferentes condicionantes, los disturbios también pueden modificar profundamente algunas propiedades del ecosistema, de tal manera que las especies no tienen la capacidad de aprovechar estos tipos de disturbio. Y como consecuencia se observa la pérdida de la capacidad de regeneración y la degradación del ecosistema¹⁶.

Es interesante el hecho de que los síntomas de la degradación sean similares entre ecosistemas naturales contrastantes. Se puede hablar de un síndrome caracterizado por:

- Biodiversidad reducida
- Alteraciones de la productividad primaria y secundaria
- Poca eficacia en el reciclado de nutrientes
- Dominancia de especies exóticas
- Incremento de especies oportunistas pequeñas con ciclos de vida cortos.

Debido a las condiciones socioeconómicas de las empresas forestales en México, deben atenderse diversos factores que pueden resultar muy importantes para alcanzar resultados económicamente favorables y ecológicamente deseables en los bosques manejados. En las recientes décadas, el régimen de disturbio ha surgido como un factor determinante para el desempeño del manejo silvícola de bosques templados. Problemas de protección que históricamente han sido ignorados por los planes de manejo han terminado por causar grandes trastornos a la planeación a largo plazo. Debido a que los disturbios han inducido una tendencia a disminuir el monto total de cosecha, reducen la cosecha de material aserrable y aumentan los desechos y material celulósico en los rodales, además de que las técnicas de saneamiento y recuperación han obligado a cambiar zonas de corta, caminos y tratamientos silvícolas ¹⁶.

Cuadro I. Definiciones de los conceptos usados

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Disposición	Disposición espacial, incluyendo relaciones con gradientes geográficos, topográficos, ambientales y comunitarios.
Frecuencia	Número promedio de eventos por periodo de tiempo. La frecuencia es usada como probabilidad de ocurrencia de disturbio, cuando es expresada como una fracción decimal de eventos anuales.
Intervalo de retorno	Inverso de la frecuencia; es el tiempo promedio entre dos disturbios.
Predictibilidad	Una función inversa, redimensionada, de la varianza del intervalo de retorno, que permite ponderar la recurrencia del disturbio.
Área o tamaño	Área perturbada. Puede ser expresada como área por evento, área por intervalo de tiempo, área por evento por intervalo de tiempo o área total por tipo de disturbio por intervalo de tiempo. Normalmente se expresa como porcentaje del área total.
Intensidad	Fuerza física del evento por área por unidad de tiempo (e. g. calor liberado por área por intervalo de tiempo en un incendio, o velocidad del viento en huracanes).
Severidad	Impacto en el organismo, la comunidad o el ecosistema (e. g. biomasa removida).
Sinergia	Efectos por la ocurrencia de otros disturbios (e. g. la sequía incrementa la intensidad del fuego y el daño por insectos incrementa la susceptibilidad a tormentas).

A continuación se presentan los principales disturbios que afectan los bosques templados, haciendo particular énfasis en la vulnerabilidad del bosque bajo manejo silvícola.

Disturbios abióticos

Incendios

Un incendio forestal es un disturbio ecológico con la capacidad de modificar abruptamente la estructura y composición de las comunidades biológicas, y su alcance puede ser el cambio del funcionamiento de los sistemas ecológicos en grandes escalas espaciales y temporales (figura

6). A escala mundial, los incendios son una fuente importante de emisión de carbono, mientras que en el ámbito regional y local, modifican el volumen de biomasa, alteran el ciclo hidrológico e influyen en el comportamiento de las especies vegetales y animales¹⁶.



Figura 6. Los incendios son uno de los principales disturbios abióticos de los bosques templados que puede modificar significativamente el funcionamiento del ecosistema.

Los incendios no necesariamente tienen un aspecto negativo en los bosques, los incendios son un proceso físico que sucede periódicamente en casi todos los sistemas continentales e insulares (excepto en los polos) y las comunidades biológicas se encuentran adaptadas a este proceso. Generalmente se reconoce que el fuego juega un papel determinante en la sucesión de especies y promueve la diversidad de organismos en los bosques templados¹⁶. Por ejemplo, algunas especies de pino han desarrollado adaptaciones, como el grosor y consistencia de la corteza y el estímulo de la germinación de sus semillas sometidas a altas temperaturas (figura 7).

En los bosques templados es común que se presenten incendios de baja intensidad con una extensión menor a las 10 hectáreas y un periodo de retorno de 10 años, considerados de una severidad baja¹⁶. El régimen de fuego está determinado primordialmente por patrones climáticos, particularmente en nuestro país se ha observado una correlación con la presencia del fenómeno del niño/niña¹⁶.

Sin embargo durante las últimas décadas, el régimen de incendios de los bosques mexicanos está siendo modificado debido al sobrepastoreo de ganado y la utilización del fuego como una herramienta agrícola

en la adyacencia del bosque, así como la cosecha de madera, y en algunos casos la supresión de incendios (que ocasiona la acumulación de material combustible), registrándose incendios con mayor frecuencia, intensidad y severidad. Tan sólo entre 2005 y 2006 ocurrieron más de 18 mil incendios con una extensión promedio de 28 hectáreas, donde 41% de las zonas afectadas por incendios fueron registradas en Chiapas y Oaxaca¹⁶. A pesar de la magnitud de afectación existen pocos estudios realizados para comprender la afectación de los bosques templados en el estado por la modificación del régimen de fuego.

Todos los bosques son vulnerables a los incendios, aunque las plantaciones forestales presentan un peligro menor respecto a los bosques naturales. Debido a que las plantaciones forestales tienen un conjunto de medidas para disminuir la vulnerabilidad a un incendio, quemas prescrites que eliminan sistemáticamente el combustible, sistemas de alerta temprana y equipos de combate capacitados. Las redes de caminos en una plantación forestal facilitan el acceso a la zona de incendio y generalmente, se cuenta con un sistema de abastecimiento estratégico de agua en los predios. Sin embargo, debido a la modificación del régimen del fuego en los bosques templados bajo manejo silvícola en el estado de Chiapas había incendios con una frecuencia mayor, en sinergia con el sobrepastoreo que existe en los rodales, podría estar generando un estrés fisiológico y en consecuencia la reducción del vigor de los árboles.



Figura 7. Los pinos generalmente presentan adaptaciones que les permite aprovechar los espacios abiertos generados por los incendios.

Heladas

Las heladas son un disturbio que en los bosques templados se presentan con un periodo de retorno de uno a tres años, generalmente con una distribución de decenas a cientos de hectáreas y con una intensidad de menos de 20 días al año, generalmente con severidad baja.

Los bosques templados presentan diversas adaptaciones a condiciones extremas de bajas temperaturas. No se han registrado pérdidas de bosque por este factor y tienen un efecto poco evidente en las plantaciones forestales. Sin embargo, heladas extremas pueden reducir la capacidad fotosintética del arbolado y producir un estrés hídrico en los individuos, además de ser un factor que podría favorecer el incremento de combustible en los rodales.

Factores bióticos

Plagas y enfermedades nativas

Los bosques templados son frecuentemente afectados por plagas y enfermedades. Los descortezadores se encuentran entre los más importantes grupos de insectos plaga en los bosques templados, son pequeños escarabajos (0.5 a 10mm) que se reproducen en el interior de la corteza del árbol, aunque el daño de los descortezadores disminuye considerablemente el vigor del arbolado son capaces de causar la muerte de su huésped porque son portadores de hongos patógenos. Los hongos junto con el descortezador impiden la circulación de nutrimentos en el árbol¹⁶.

Los principales descortezadores de los bosques templados en México pertenecen a los géneros *Dendroctonus* e *Ips*. Entre 1990 y el año 2000, más de 1000 mil hectáreas de los bosques templados mexicanos fueron afectadas por insectos descortezadores. En los bosques templados de Chiapas se han encontrado seis especies de descortezadores, aunque la biología de estos insectos ha sido extensamente estudiada, los factores que determinan su incidencia ha sido un tema poco abordado (Altuzar com. pers.).

En un nivel de selección individual, los descortezadores responden a las características nutricionales y defensivas de los árboles hospederos. Se sabe que las hembras adultas son las encargadas de la selección del hospedero. Una vez localizado un hospedero, la hembra atraviesa la corteza para iniciar la construcción de la galería en el interior del floema. Una vez iniciado el ataque, las hembras emiten una feromona que por un lado atrae a los machos adultos y por otro, al combinarse con el olor de la resina que surge del punto de ataque atrae a más hembras y se produce una infestación masiva del hospedero en un corto tiempo. La secreción de resina por parte del hospedero puede eliminar exitosamente a los descortezadores cuando son sólo unos pocos, sin embargo, el ataque masivo permite vencer el mecanismo natural de defensa, ya que sobrepasa la capacidad del árbol para producir resina y entonces, puede ser fácilmente atacado por los descortezadores ¹⁶.

En el caso particular de los descortezadores pertenecientes al género *Dendroctonus*, el apareamiento toma lugar en el interior del árbol donde las hembras comienzan a construir una larga galería en forma de "S" donde depositan hasta 30 huevos (figura 8). Los padres emergen del árbol a los pocos días de depositar los huevos y proceden a atacar el mismo u otro hospedero. Los huevos eclosionan a los nueve días de la ovoposición. Las larvas se alimentan en el interior del floema durante cuatro o cinco semanas antes de emerger para atacar otro árbol hospedero. Los escarabajos adultos son capaces de volar hasta tres kilómetros para buscar un hospedero. Los descortezadores de esta manera pueden tener de siete a nueve generaciones por año ¹⁶.

Como disturbio, la función ecológica de los descortezadores es la de remover el arbolado maduro y sobremaduro permitiendo la renovación de la masa forestal. Los descortezadores generalmente habitan los bosques templados en bajas poblaciones, atacando árboles sobremaduros, estresados o dañados; sin embargo, de forma natural suceden periódicamente brotes epidémicos (promovidos por condiciones climáticas). Durante las epidemias a menudo comienzan el ataque en árboles suprimidos aunque ante un crecimiento considerable de las poblaciones de descortezadores son capaces de atacar árboles vigorosos.

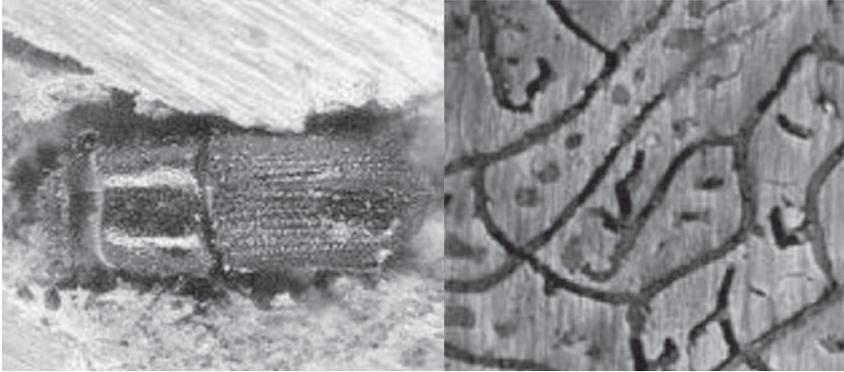


Figura 8. Los escarabajos descortezadores son uno de los principales disturbios bióticos de los bosques templados que puede modificar significativamente el funcionamiento del ecosistema.

Una infestación de descortezadores puede durar de dos a cuatro años y puede repetirse cíclicamente de cinco a nueve años. Sin embargo en las últimas décadas se ha observado un alarmante incremento de brotes epidémicos en América del Norte y América Central³². Hay varias razones por las que se han presentado estos brotes, que incluyen desde un posible estrés hídrico provocado por el calentamiento global, hasta la susceptibilidad debido a la propia estructura del bosque. Particularmente en los bosques templados bajo manejo en el estado de Chiapas, los descortezadores se presentan en rodales de estructura de edad uniforme, donde se observa sobrepastoreo y descortezamiento del arbolado para la obtención de combustible (ocote), además de adyacencia a varios focos de infestación en zonas no manejadas. Todas estas condiciones por sí solas o en forma sinérgica son propicias para el brote de epidemias de descortezadores a pesar de los esfuerzos de control en los bosques manejados.

Factores antrópicos

Disturbio crónico

Además de los disturbios anteriormente presentados debe señalarse el posible efecto del disturbio crónico en los bosques templados. El

disturbio crónico es un tipo de perturbación cotidiana que afecta al ambiente manteniéndose en el tiempo y el espacio²⁵; éste consiste en remover sistemáticamente pequeñas fracciones de biomasa, generalmente leña, forraje, materiales para la construcción de origen orgánico, y otros productos no maderables. Por lo general estas actividades no dan suficiente tiempo para que la vegetación se recupere adecuadamente, incluso estando dentro de la capacidad de carga del ecosistema, causando, con el paso del tiempo, el colapso productivo del sistema aun en bosques bajo manejo.

Consideraciones finales

Establecer estrategias para el uso apropiado y la conservación de los recursos naturales es un tema que adquiere mayor importancia conforme disminuye la diversidad biológica del planeta. El manejo forestal comunitario en el estado de Chiapas orientado a la extracción de madera, puede ser una alternativa que permita proteger los bosques templados de manera tan efectiva como las áreas naturales protegidas, generar ingresos que contribuyan a disminuir la pobreza y favorecer la disminución de las disputas intracomunitarias. Siempre y cuando los propietarios de los bosques se preocupen y tengan las facilidades para perfeccionar su manejo forestal con criterios ambientales.

A pesar de que la silvicultura tiene más de medio siglo de desarrollo en nuestro país, típicamente la planificación del uso forestal es, desde entonces, dirigida por un enfoque económico y administrativo. El manejo silvícola en el bosque templado de Chiapas se realiza en su mayoría sobre rodales con una estructura de edad uniforme básicamente porque la ordenación del área de producción es más simple, privilegia la reducción de los costos de cosecha y comercialización, la regeneración es más fácil y además permite el pastoreo ya que este tipo de rodales permite una cierta producción forrajera. A pesar de que se ha encontrado evidencia de que en los rodales de edad no uniforme existe un mejor aprovechamiento del perfil del suelo, un espacio adecuado entre las copas, un microclima con menos fluctuaciones y que en general el bosque es menos susceptible a insectos plaga.

Particularmente para disminuir el impacto de las plagas se sugiere la utilización de algunas técnicas de regeneración e intermedias³²:

- Plantar los pinos en sitios adecuados: Los pinos no crecen bien si no son plantados en sitios adecuados. Los pinos ubicados en suelos muy pobres o no muy profundos tienen un alto riesgo de ser afectados por insectos y enfermedades.
- Favorecer los rodales de diversas edades y de especies más resistentes: Los bosques de pino sufren menos daño de plagas si constan de una diversidad de especies y edades.
- Eliminación de los árboles de alto riesgo: Durante los primeros años del establecimiento de los rodales, se recomiendan los raleos de saneamiento, es decir, la eliminación de los árboles suprimidos.
- Regulación de las densidades: En los bosques jóvenes, se deben hacer raleos cada 5-10 años empezando a los 8 - 12 años de edad del arbolado para reducir la competencia entre los árboles y mantener un crecimiento rápido. Los árboles con copas escasas, los suprimidos e intermedios, son los primeros a cortar, dejando en pie los árboles dominantes y codominantes con características de buena salud (copa viva y vigorosa).
- Evitar los incendios forestales: Los bosques debilitados frecuentemente por fuegos o incendios son más susceptibles al ataque de descortezadores. En cambio, en los rodales de 10 años o más de edad, las quemas prescriptas cada 3-5 años pueden reducir la competencia entre los árboles al eliminar los árboles suprimidos en los rodales muy densos y las plantas en el sotobosque.
- Reducir los daños durante el aprovechamiento forestal: Durante los raleos y otras oportunidades de aprovechar árboles de un rodal, se deben tomar precauciones para minimizar las heridas en los pinos vivos. Al mismo tiempo, se deben aprovechar los pinos dañados por rayos, operaciones abandonadas de resinación, muérdagos, enfermedades u otras causas de mala condición. Si algunos árboles quedan sin corteza en los troncos debido al equipo de extracción, éstos también deben ser eliminados del rodal.

- Regeneración de los rodales sobremaduros: Los pinos de edad mayor (más de 60 años) son menos resistentes a los ataques del descortezador. En bosques comerciales, los rodales sobremaduros deben ser aprovechados y los sitios regenerados nuevamente con pinos.

Quizás no sólo sea suficiente con aplicar técnicas alternativas para tener un mejor rendimiento de los bosques bajo manejo silvícola, la incorporación del concepto de disturbio puede también sugerir la modificación de la ordenación forestal. Ya que los disturbios cuestionan el carácter homogéneo que se asume en la definición del concepto de rodal y exigen considerar un gradiente delimitado por la vulnerabilidad de los elementos del rodal a disturbios bióticos, abióticos y crónicos.

Bibliografía

1. Ford, R. 1971. *Terminology of forest science*. Practice and Products, Soc. Am. Foresters, Washington.
2. FAO. 2006. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: hacia la ordenación forestal sostenible*, FAO, Roma.
3. SEMARNAT. 2000. *La gestión ambiental en México*, Semarnat-INE, UAM, PNUMA, Distrito Federal.
4. McNeely J., M. Kenton, R. Walter, M. Russell y W. Timothy. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, WRI, CI, WWF-WS, Banco Mundial.
5. González-Espinosa M., N. Ramírez-Marcial, G. Méndez-Dewar, L. Galindo-Jaimes y D. Golicher. 2005. *Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones espaciales asociadas al nivel regional*, In: *Diversidad biológica en Chiapas*. González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N. y Ruiz-Montoya (Coords). Plaza y Valdés, CO-CyTECH, ECOSUR, Distrito Federal, 81-126.
6. Sánchez-Mejorada N. y L. Huguét. 1959. *Las coníferas de México*, *Unasylva* 13(1), disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5390e/x5390e04.htm>, consultado en 2008.07.13.

7. Dixon, R.K., S. Brown, R. A. Houghton, A. M. Solomon, M. C. Trexler, y J. Wisniewski. 1994. *Carbon pools and flux of global forest ecosystems*, Science **263**: 185-190.
8. Ordóñez J. A., B.H.J. de Jong y O. Masera. 2001. *Almacenamiento de carbono en un bosque de Pinus pseudostrabus en Nuevo San Juan, Michoacán*. Madera y Bosques **7(2)**: 27-47.
9. Brüsweiler S., U. Höggel y A. Kläy. 2004. *Los Bosques y el Agua: Interrelaciones y su Manejo*, InfoResources News **5(4)**: disponible en http://www.inforesources.ch/p_news04_5_s.htm#inter, consultado en 2008.07.13.
6. FAO, 2003. *Situación de los bosques del mundo*. FAO, Roma, 136 pp.
7. Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*, CONABIO, UNAM, Agrupación Sierra Madre, Distrito Federal.
9. Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. *Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico*. Appl. Geo. **20**: 17-42.
10. Toledo, V. M. 1988. *La diversidad biológica de México*. Ciencia y desarrollo. XIV(81):17-31.
11. Gómez-Pompa, A. 1985. *Los recursos bióticos de México (reflexiones)*. INIREB y Alhambra mexicana. Distrito Federal.
12. Sinclair, A. R. E. y L. Fryxell. 1985. *The Sahel of Africa: ecology of disaster*. Can. J. of Zoo. **63**: 987-994.
13. World Bank. 1995. *Natural Resources and Rural Poverty Operations Division, Latin America and the Caribbean Regional Office*. Revisión sobre la conservación de recursos y el sector forestal en México, Informe No. 13114-ME, Washington: World Bank.

14. Carrillo-Anzures, F., M. Acosta-Mireles, E. Flores-Ayala y E. Buendía-Rodríguez. 2005. *La silvicultura en México*. Teor. Amb., **52**: disponible en http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=49&id_art=140, consultado en 2008.06.21.
16. González Pacheco, C. 1983. *Capital extranjero en la selva de Chiapas, 1863-1982*. UNAM, Distrito Federal.
17. Daniel, P. W., U. E. Helms y F. S. Baker. *Principios de Silvicultura*, McGraw Hill, Distrito Federal.
19. Gadgil, P y J. Bain. 1999. *Vulnerability of planted forest to biotic and abiotic disturbances*. New Forest **17**: 227-238.
- 20 Brown, C. L. 1971. *Growth and form*. Springer Verlag, Viena.
21. Merino L. 1997. *El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad*. UNAM, Distrito Federal.
22. Sousa, W. P. 1984. *The role of disturbance in natural communities*. Annual Rev. of Eco. and Sys. **15**:353-391.
- 23 Pickett, S. T. A. y P. S. White. 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, Washington.
24. Vega E. y E. Peters. 2006. *Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas*, Rev. electrónica del INE. Disponible en http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/vega_peters.html consultado en 2008.06.21.
25. Mendoza, M. A., J. J. Fajardo y J. Zepeta. 2005. *Manejo de paisaje, una interpretación práctica*, Bois et forêts des tropiques, **285 (3)**: 47-54.
26. Rodríguez T., D. A. y P. Z. Fulé. 2003. *Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal*. Int. J. of Wildland Fire **12**: 23-37.

27. Christensen, N.L. 1993. *Fire Regimes and ecosystem*. Fire in the environment: The ecological, atmospheric, and climatic importance of vegetation fires. *Land. Ecol.* **8**: 95–101.
28. Magaña, V.O (Ed). 1999. *Los impactos de El Niño en México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría de Gobernación. Distrito Federal.
29. CONAFOR. 2006. *Reporte de incendios forestales 2006*. CONAFOR, Disponible en http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/Incendios_forestales consultado en 2008.06.21.
30. Chellman, C.W., y R.C. Wilkinson. 1975. *Recent history of southern pine beetle, Dendroctonus frontalis Zimm., (Col.; Scolytidae) in Florida*. *Flor. Ent.* **58**: 22.
31. Powers, J. S., P. Sollins, M. E. Harmon y J. A. Jones. 1999. Plant-pest interactions in time and space: A Douglas-fir bark beetle outbreak as a case study. *Land. Ecol.* **14**: 105–120.
32. Matthew R., E. Symonds y M. A. Elgar. 2004. *The mode of pheromone evolution: evidence from bark beetles*, *Proc. R. Soc. Lond.*, **271**: 839–846.
33. Billings R. F. y J. V. 2005. Espino Mendoza. *Cómo Reconocer, Prevenir y Controlar Plagas*. Servicio Forestal de Texas, Publicación **0605/15000** disponible en <http://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>, consultado en 2008.07.13.