Silviculture in Natural Forests

Basic knowledge

Módulos relacionados

- Aprovechamiento maderero
- Enfoques y herramientas participativas
- Inventario forestal
- Manejo de bosques plantados
- Planificación de la gestión forestal
- Productos forestales no madereros
- Restauración de bosques
- Salud y seguridad en el trabajo forestal

Bienvenido al módulo de Silvicultura en bosques naturales. Este módulo se dirige a los propietarios y los gestores forestales que quieran diseñar y adoptar prácticas silvícolas, así como llevar a cabo su seguimiento y evaluación, a fin de aumentar la productividad, la resiliencia y el valor de los bosques naturales. El módulo comprende información y enlaces a herramientas y estudios de casos, para orientar a los usuarios en la planificación de las intervenciones silvícolas en los bosques naturales en la unidad de ordenación.

Bienvenido al módulo de Silvicultura en bosques naturales. Este módulo se dirige a los propietarios y los gestores forestales que quieran diseñar y adoptar prácticas silvícolas, así como llevar a cabo su seguimiento y evaluación, a fin de aumentar la productividad, la resiliencia y el valor de los bosques naturales. El módulo comprende información y enlaces a herramientas y estudios de casos, para orientar a los usuarios en la planificación de las intervenciones silvícolas en los bosques naturales en la unidad de ordenación.

Los bosques naturales son bosques que se regeneran de manera natural y todas las especies que los integran (por ejemplo, árboles u otras plantas, fauna y hongos) se presentan en ellos de manera natural. La silvicultura de los bosques naturales se puede definir como la práctica de controlar el establecimiento, el crecimiento, la composición, la sanidad y la calidad de los bosques naturales con objeto de responder a diversas necesidades y valores. La práctica silvícola consiste en las intervenciones aplicadas a los bosques a fin de mantener o mejorar su utilidad con respecto a objetivos específicos, como la producción de madera y otros productos forestales, la conservación de la biodiversidad, la recreación y el suministro de servicios ambientales.

Se pueden adoptar decisiones sobre la silvicultura en los bosques naturales en tres niveles, a saber: sistemas silvícolas, regímenes de tratamientos silvícolas y operaciones silvícolas.

- Un *sistema silvícola* "es el proceso mediante el cual las cosechas (o masa arbórea) que constituyen un bosque son cuidadas, removidas y sustituidas por nuevas cosechas, lo que da lugar a la producción de rodales de formas distintivas. Los términos 'rodal' y 'cosecha' se utilizan para indicar unidades silvícolas o de gestión que son homogéneas en uno o más aspectos" (Matthews 1994).
- Un *tratamiento silvícola* es un programa previsto de operaciones silvícolas que se puede ejecutar durante la rotación completa o parcial de un rodal. En el contexto del tratamiento silvícola del rodal, a cada uno de los rodales se le asigna una meta silvícola específica y se le evalúa de manera independiente con respecto a las características de su lugar (por ejemplo, localidad, inclinación y tipo de suelo) y existencias (como composición, edad, distribución diamétrica y regeneración). Basándose en esta información se formula un *régimen de tratamiento silvícola*.
- Las *operaciones silvícolas* son procedimientos dirigidos a alcanzar los objetivos específicos de un rodal utilizando *técnicas silvícolas*. Estas técnicas incluyen, por ejemplo, las alteraciones de la cubierta de copas para favorecer la regeneración, la extracción de árboles maduros, la plantación y el raleo para mejorar la calidad de la madera y el crecimiento del rodal. Las operaciones silvícolas comportan tomar decisiones sobre el tipo de maquinaria u otros equipos que se utilizarán, las técnicas, la organización del trabajo y los recursos humanos, así como la consideración del costo de las operaciones y la inversión.

Por lo general, los sistemas silvícolas se elaboran como respuesta a la necesidad práctica de equilibrar los requisitos comerciales, socioeconómicos y ecológicos de forma técnicamente viable. Los sistemas silvícolas en los bosques naturales se pueden clasificar en sentido amplio en monocíclicos ("uniformes" o "regulares") o policíclicos ("selectivos" o "irregulares"). Los *sistemas monocíclicos* conllevan el aprovechamiento de toda la madera comercializable en una única operación de corta, y la duración del ciclo es más o menos igual a la

edad de rotación de las especies que se están extrayendo. La corta a tala rasa (o corta a hecho) es el ejemplo más claro de sistema monocíclico, y el Sistema Uniforme Malayo (que no es un sistema de corta a tala rasa) es un sistema monocíclico que se ha utilizado con buenos resultados en algunos bosques tropicales. Los *sistemas policíclicos* implican el aprovechamiento de árboles en una serie continua de ciclos de corta; la corta de selección utilizando un diámetro mínimo para la explotación es un método habitual. La duración de estos ciclos de corta suele ser la mitad del tiempo necesario para que una especie concreta alcance el tamaño comercializable.

Existen muchas variaciones de estos dos sistemas, en función de las condiciones biológicas, ecológicas, económicas y administrativas, así como de las metas silvícolas. Una diferencia importante entre ellos es que los sistemas policíclicos se basan en las reservas existentes de plántulas, árboles jóvenes y latizos en el bosque para generar la siguiente cosecha aprovechable, mientras que los sistemas monocíclicos no utilizan por lo general las reservas existentes, sino las plántulas seleccionadas después de la corta para producir las próximas cosechas de árboles.

Las intervenciones silvícolas se planificarán de conformidad con los objetivos de gestión de los bosques y tal como se especifica en el plan de gestión forestal. En los bosques gestionados para la producción de madera, puede ser necesario realizar intervenciones silvícolas para hacer frente al agotamiento relativo de especies arbóreas comerciales causado por intervenciones de extracción anteriores, incrementar el crecimiento de las especies comerciales y optimizar el valor comercial de los bosques. El grado de intensidad de las intervenciones variará en función de la accesibilidad, los mercados, la calidad del lugar, los objetivos de gestión y la propiedad, entre otras cosas.

Al planificar las intervenciones silvícolas, los gestores forestales deberán asegurarse de que cuentan con la información biológica y socioeconómica apropiada sobre el bosque (véase Inventario forestal), así como conocimientos suficientes de aspectos operativos como las condiciones climatológicas, el acceso, la financiación y los recursos humanos. Asimismo, los gestores forestales deben conocer bien la ecología de los bosques en los que se han previsto llevar a cabo las intervenciones, especialmente la estructura del rodal existente y los requisitos para garantizar la regeneración adecuada de las especies deseables.

Silvicultura en bosques naturales contribuye a los ODS:

Módulos relacionados

- Aprovechamiento maderero
- Enfoques y herramientas participativas
- Inventario forestal
- Manejo de bosques plantados
- Planificación de la gestión forestal
- Productos forestales no madereros

- Restauración de bosques
- Salud y seguridad en el trabajo forestal

Silvicultura en bosques naturales contribuye a los ODS:

Los bosques naturales son bosques que se regeneran de manera natural y todas las especies que los integran (por ejemplo, árboles u otras plantas, fauna y hongos) se presentan en ellos de manera natural. La silvicultura de los bosques naturales se puede definir como la práctica de controlar el establecimiento, el crecimiento, la composición, la sanidad y la calidad de los bosques naturales con objeto de responder a diversas necesidades y valores. La práctica silvícola consiste en las intervenciones aplicadas a los bosques a fin de mantener o mejorar su utilidad con respecto a objetivos específicos, como la producción de madera y otros productos forestales, la conservación de la biodiversidad, la recreación y el suministro de servicios ambientales.

Se pueden adoptar decisiones sobre la silvicultura en los bosques naturales en tres niveles, a saber: sistemas silvícolas, regímenes de tratamientos silvícolas y operaciones silvícolas.

- Un *sistema silvícola* "es el proceso mediante el cual las cosechas (o masa arbórea) que constituyen un bosque son cuidadas, removidas y sustituidas por nuevas cosechas, lo que da lugar a la producción de rodales de formas distintivas. Los términos 'rodal' y 'cosecha' se utilizan para indicar unidades silvícolas o de gestión que son homogéneas en uno o más aspectos" (Matthews 1994).
- Un *tratamiento silvícola* es un programa previsto de operaciones silvícolas que se puede ejecutar durante la rotación completa o parcial de un rodal. En el contexto del tratamiento silvícola del rodal, a cada uno de los rodales se le asigna una meta silvícola específica y se le evalúa de manera independiente con respecto a las características de su lugar (por ejemplo, localidad, inclinación y tipo de suelo) y existencias (como composición, edad, distribución diamétrica y regeneración). Basándose en esta información se formula un *régimen de tratamiento silvícola*.
- Las *operaciones silvícolas* son procedimientos dirigidos a alcanzar los objetivos específicos de un rodal utilizando *técnicas silvícolas*. Estas técnicas incluyen, por ejemplo, las alteraciones de la cubierta de copas para favorecer la regeneración, la extracción de árboles maduros, la plantación y el raleo para mejorar la calidad de la madera y el crecimiento del rodal. Las operaciones silvícolas comportan tomar decisiones sobre el tipo de maquinaria u otros equipos que se utilizarán, las técnicas, la organización del trabajo y los recursos humanos, así como la consideración del costo de las operaciones y la inversión.

Por lo general, los sistemas silvícolas se elaboran como respuesta a la necesidad práctica de equilibrar los requisitos comerciales, socioeconómicos y ecológicos de forma técnicamente viable. Los sistemas silvícolas en los bosques naturales se pueden clasificar en sentido amplio en monocíclicos ("uniformes" o "regulares") o policíclicos ("selectivos" o "irregulares"). Los *sistemas monocíclicos* conllevan el aprovechamiento de toda la madera comercializable en una única operación de corta, y la duración del ciclo es más o menos igual a la edad de rotación de las especies que se están extrayendo. La corta a tala rasa (o corta a hecho) es el ejemplo más claro de sistema

monocíclico, y el Sistema Uniforme Malayo (que no es un sistema de corta a tala rasa) es un sistema monocíclico que se ha utilizado con buenos resultados en algunos bosques tropicales. Los *sistemas policíclicos* implican el aprovechamiento de árboles en una serie continua de ciclos de corta; la corta de selección utilizando un diámetro mínimo para la explotación es un método habitual. La duración de estos ciclos de corta suele ser la mitad del tiempo necesario para que una especie concreta alcance el tamaño comercializable.

Existen muchas variaciones de estos dos sistemas, en función de las condiciones biológicas, ecológicas, económicas y administrativas, así como de las metas silvícolas. Una diferencia importante entre ellos es que los sistemas policíclicos se basan en las reservas existentes de plántulas, árboles jóvenes y latizos en el bosque para generar la siguiente cosecha aprovechable, mientras que los sistemas monocíclicos no utilizan por lo general las reservas existentes, sino las plántulas seleccionadas después de la corta para producir las próximas cosechas de árboles.

Las intervenciones silvícolas se planificarán de conformidad con los objetivos de gestión de los bosques y tal como se especifica en el plan de gestión forestal. En los bosques gestionados para la producción de madera, puede ser necesario realizar intervenciones silvícolas para hacer frente al agotamiento relativo de especies arbóreas comerciales causado por intervenciones de extracción anteriores, incrementar el crecimiento de las especies comerciales y optimizar el valor comercial de los bosques. El grado de intensidad de las intervenciones variará en función de la accesibilidad, los mercados, la calidad del lugar, los objetivos de gestión y la propiedad, entre otras cosas.

Al planificar las intervenciones silvícolas, los gestores forestales deberán asegurarse de que cuentan con la información biológica y socioeconómica apropiada sobre el bosque (véase Inventario forestal), así como conocimientos suficientes de aspectos operativos como las condiciones climatológicas, el acceso, la financiación y los recursos humanos. Asimismo, los gestores forestales deben conocer bien la ecología de los bosques en los que se han previsto llevar a cabo las intervenciones, especialmente la estructura del rodal existente y los requisitos para garantizar la regeneración adecuada de las especies deseables.

In more depth

Planificación de la silvicultura

La elección acertada del sistema silvícola en una unidad de gestión forestal (o unidad de manejo) determinada depende de las metas y los objetivos de gestión, así como de las características ecológicas del bosque, por ejemplo, el tipo de bosque, la situación del lugar, la composición y las asociaciones de especies, la distribución diamétrica, la edad de corta, el tamaño y el estado de regeneración de las especies deseables y sus requisitos ecológicos en la etapa de semilla y plántula. Las *especies arbóreas deseables* pueden ser especies comerciales o potencialmente comerciales (ya sea por sus productos derivados de la madera como por los no madereros), las especies valoradas a nivel local (como las que se utilizan en los hogares o tienen un valor social, cultural o religioso) y especies importantes desde el punto de vista ecológico (por ejemplo, las especies claves para la vida silvestre). Los gestores deberán tener en cuenta que el valor comercial pueda cambiar con el tiempo y que ello podría tener consecuencias para la silvicultura.

Al elegir un sistema silvícola, se deberán considerar adecuadamente aspectos socioeconómicos, como la disponibilidad de recursos humanos y financieros, los productos y los servicios finales deseados (teniendo en cuenta la demanda actual y prevista) y el entorno institucional y normativo. Otros elementos pueden ser las opiniones y las necesidades de la población local y los efectos que puede producir en la resiliencia de los bosques (véase el módulo Planificación de la gestión forestal).

Las decisiones sobre los tipos y los objetivos de los tratamientos silvícolas que se aplicarán en un área de aprovechamiento (por ejemplo, un bloque o compartimento) deberán basarse en la condición del bosque, como la existencia o inexistencia de una cantidad y distribución adecuadas de árboles de especies deseables para constituir la próxima cosecha, la respuesta de las especies deseables a diferentes condiciones de luz y otros factores que pueden favorecer o impedir el crecimiento de los árboles. Generalmente, los inventarios forestales, en los que se recopilan datos sobre la abundancia y la distribución diamétrica de las especies de interés y el área basal total en los tipos de bosques correspondientes, por ejemplo, son fundamentales para adoptar este tipo de decisiones. Se debe examinar también la posibilidad de realizar otros estudios relacionados, como los relativos a las perspectivas de mercado para las especies arbóreas deseables, ensayos silvícolas y análisis de los costos y los beneficios de los tratamientos silvícolas.

Muestreo diagnóstico

El muestreo diagnóstico es una técnica rápida y económica para calcular la posible productividad de un rodal forestal y para facilitar la toma de decisiones sobre los tratamientos silvícolas, incluyendo cuáles tratamientos (si hubiera) son necesarios y cuándo podrían serlo. El muestreo diagnóstico se centra en la frecuencia de árboles seleccionados precomerciales (es decir, las especies deseables desde el punto de vista comercial que no han alcanzado todavía el tamaño apto para su aprovechamiento), los cuales suelen ser los más grandes, los mejor formados y con copas vigorosas, conocidos como “deseables principales”. Los deseables principales deben cumplir una variedad de criterios de calidad que les definan como los árboles que con más probabilidades se seleccionarán en las cosechas futuras. El muestreo diagnóstico se desarrolló para los bosques tropicales húmedos y se puede aplicar en bosques no aprovechados, aprovechados previamente y secundarios. Asimismo, se puede aplicar antes o inmediatamente después del aprovechamiento, así como en los intervalos entre los diversos aprovechamientos.

Los resultados del muestreo diagnóstico pueden utilizarse al establecer las prioridades de los cuidados silvícolas en los diferentes tipos de bosques y al determinar una secuencia inicial apropiada y el diseño de las operaciones silvícolas, y la necesidad de una plantación de enriquecimiento, así como su alcance y densidad. Además de este uso tradicional, el muestreo diagnóstico puede utilizarse para pronosticar las perspectivas de plantas importantes para obtener productos forestales no madereros, como los árboles que producen frutos importantes para la vida silvestre, los árboles en floración para la apicultura y las plantas medicinales. Los pasos y los procedimientos para el muestreo diagnóstico sobre el terreno , incluida la estructura de toma de decisiones en materia de silvicultura, se pueden consultar en Hutchinson (1991) y FAO (1998).

Planificación de la silvicultura

La elección acertada del sistema silvícola en una unidad de gestión forestal (o unidad de manejo) determinada depende de las metas y los objetivos de gestión, así como de las características ecológicas del bosque, por ejemplo, el tipo de bosque, la situación del lugar, la composición y las asociaciones de especies, la distribución diamétrica, la edad de corta, el tamaño y el estado de regeneración de las especies deseables y sus requisitos ecológicos en la etapa de semilla y plántula. Las *especies arbóreas deseables* pueden ser especies comerciales o potencialmente comerciales (ya sea por sus productos derivados de la madera como por los no madereros), las especies valoradas a nivel local (como las que se utilizan en los hogares o tienen un valor social, cultural o religioso) y especies importantes desde el punto de vista ecológico (por ejemplo, las especies claves para la vida silvestre). Los gestores deberán tener en cuenta que el valor comercial pueda cambiar con el tiempo y que ello podría tener consecuencias para la silvicultura.

Al elegir un sistema silvícola, se deberán considerar adecuadamente aspectos socioeconómicos, como la disponibilidad de recursos humanos y financieros, los productos y los servicios finales deseados (teniendo en cuenta la demanda actual y prevista) y el entorno institucional y normativo. Otros elementos pueden ser las opiniones y las necesidades de la población local y los efectos que puede producir en la resiliencia de los bosques (véase el módulo Planificación de la gestión forestal).

Las decisiones sobre los tipos y los objetivos de los tratamientos silvícolas que se aplicarán en un área de aprovechamiento (por ejemplo, un bloque o compartimento) deberán basarse en la condición del bosque, como la existencia o inexistencia de una cantidad y distribución adecuadas de árboles de especies deseables para constituir la próxima cosecha, la respuesta de las especies deseables a diferentes condiciones de luz y otros factores que pueden favorecer o impedir el crecimiento de los árboles. Generalmente, los inventarios forestales, en los que se recopilan datos sobre la abundancia y la distribución diamétrica de las especies de interés y el área basal total en los tipos de bosques correspondientes, por ejemplo, son fundamentales para adoptar este tipo de decisiones. Se debe examinar también la posibilidad de realizar otros estudios relacionados, como los relativos a las perspectivas de mercado para las especies arbóreas deseables, ensayos silvícolas y análisis de los costos y los beneficios de los tratamientos silvícolas.

Muestreo diagnóstico

El muestreo diagnóstico es una técnica rápida y económica para calcular la posible productividad de un rodal forestal y para facilitar la toma de decisiones sobre los tratamientos silvícolas, incluyendo cuáles tratamientos (si hubiera) son necesarios y cuándo podrían serlo. El muestreo diagnóstico se centra en la frecuencia de árboles seleccionados precomerciales (es decir, las especies deseables desde el punto de vista comercial que no han alcanzado todavía el tamaño apto para su aprovechamiento), los cuales suelen ser los más grandes, los mejor formados y con copas vigorosas, conocidos como “deseables principales”. Los deseables principales deben cumplir una variedad de criterios de calidad que les definan como los árboles que con más probabilidades se seleccionarán en las cosechas futuras. El muestreo diagnóstico se desarrolló para los bosques tropicales húmedos y se puede aplicar en bosques no aprovechados, aprovechados previamente y secundarios. Asimismo, se puede aplicar antes o inmediatamente después del aprovechamiento, así como en los intervalos entre los diversos aprovechamientos.

Los resultados del muestreo diagnóstico pueden utilizarse al establecer las prioridades de los cuidados silvícolas en los diferentes tipos de bosques y al determinar una secuencia inicial apropiada y el diseño de las operaciones silvícolas, y la necesidad de una plantación de enriquecimiento, así como su alcance y densidad. Además de este uso tradicional, el muestreo diagnóstico puede utilizarse para pronosticar las perspectivas de plantas importantes para obtener productos forestales no madereros, como los árboles que producen frutos importantes para la vida silvestre, los árboles en floración para la apicultura y las plantas medicinales. Los pasos y los procedimientos para el muestreo diagnóstico sobre el terreno , incluida la estructura de toma de decisiones en materia de silvicultura, se pueden consultar en Hutchinson (1991) y FAO (1998).

Prácticas silvícolas en bosques primarios aprovechados

Los bosques primarios degradados se están convirtiendo en un tipo de bosque predominante en numerosos países y tienen que desempeñar cada vez más las funciones productivas y ambientales de los bosques primarios. Por lo general, los bosques primarios degradados requieren intervenciones silvícolas para restaurar la productividad y otras funciones del ecosistema.

Aprovechamiento

En la práctica, el aprovechamiento maderero constituye el punto de partida lógico de los sistemas silvícolas y también la operación silvícola que produce los efectos más profundos y duraderos en la estructura, la composición y el funcionamiento de los bosques. El aprovechamiento debe planificarse de manera que permita un control técnico adecuado, reduzca al mínimo los costos de extracción y disminuya el impacto ambiental, también en el bosque remanente. El impacto ambiental puede minimizarse mediante la utilización de procedimientos y técnicas de tala de impacto reducido. Ésta implica la aplicación de una serie de prácticas antes y después del aprovechamiento diseñadas para proteger la masa forestal preexistente (es decir, plántulas, árboles jóvenes, latizos y árboles pequeños) de lesiones, reducir al mínimo los daños al suelo, evitar daños innecesarios a las especies que no son objeto de extracción (por ejemplo, las que son importantes para la vida silvestre y los productos forestales no madereros) y proteger las funciones fundamentales que desempeña el ecosistema como la protección de las cuencas de captación de agua y la absorción de carbono (véase Aprovechamiento maderero).

Silvicultura post-aprovechamiento

En general, las intervenciones silvícolas son necesarias en los bosques aprovechados para superar el agotamiento relativo de especies arbóreas comerciales, compensar las tasas bajas de crecimiento y garantizar futuras cosechas comerciales de madera. Tales intervenciones se dividen en dos categorías generales –tratamientos de cuidados culturales del rodal y tratamientos de regeneración– y se

deben llevar a cabo junto con las operaciones de aprovechamiento a fin de disminuir el costo asociado con las entradas adicionales al bosque.

La finalidad de los *tratamientos de cuidados culturales del rodal* es favorecer la supervivencia y el crecimiento de los árboles existentes de especies deseables. Por lo general, son el primer paso para mejorar la productividad del recurso y su capacidad para alcanzar los objetivos comerciales, sociales y culturales, y se pueden llevar a cabo en dos fases. La primera fase comprende una operación denominada eliminación del estrato dominante, mediante la cual se eliminan los fustes sobremaduros, defectuosos o no comerciales ("población vestigial"), normalmente mediante envenenamiento o anillamiento, desde los niveles superiores de la cubierta de las copas de los árboles. La segunda fase consiste en el raleo de liberación de copas , mediante el cual se evita que las plántulas jóvenes de especies deseables ("árboles de potencial cosechal") compitan con especies menos deseables desde el punto de vista comercial. Los métodos utilizados para llevar a cabo el raleo de liberación son la corta, el anillamiento y éste último seguido de una aplicación de herbicida (véase información más detallada en FAO, 1998; Wadsworth, 2000; Peters, 1996).

El éxito de las operaciones de cuidados silvícolas depende de la existencia de un número suficiente de árboles de potencial cosecha (por ejemplo, al menos 100 especímenes por hectárea se suele considerar suficiente en los bosques húmedos tropicales); de la distribución más o menos homogénea de dichos árboles en toda la superficie, y de una capacidad de respuesta adecuada y duradera de los árboles deseables al raleo de liberación.

El objetivo del *tratamiento de regeneración* es favorecer o mejorar la regeneración de las especies arbóreas deseables y eliminar la vegetación competidora. Estos tratamientos son necesarios en bosques muy perturbados, donde el principal problema es la que la masa forestal preexistente es insuficiente o se encuentra irregularmente distribuida. El primer paso es localizar y proteger los árboles semilleros restantes de las especies deseables. En numerosos casos, la retención de entre dos y seis árboles bien formados y maduros desde el punto de vista reproductivo de las especies deseadas por hectárea será suficiente para obtener una regeneración adecuada. Los árboles semilleros deben tener copas sanas y bien desarrolladas y fustes rectos que no tengan una conicidad muy marcada ni bifurcaciones por debajo de la base de la copa. Una vez seleccionados, los árboles semilleros se marcarán con claridad y se monitorearán hasta que se complete la caída de las semillas.

La medida más importante para que tenga lugar la regeneración deseable es mejorar las condiciones de luz. Se puede estudiar también la posibilidad de llevar a cabo tratamientos de cuidados culturales del rodal y tratamientos en el sotobosque y en el suelo.

La finalidad de las *operaciones de limpieza* es reducir la competencia entre las plántulas existentes o las plántulas que se han establecido a partir de la caída de semillas. Estas operaciones comprenden medidas para eliminar las lianas y plantas agresivas como el bambú, las palmas del sotobosque y los helechos. La limpieza del sotobosque es una actividad costosa, lenta y en la que se pueden cometer errores y descuidos en la identificación de las especies. Una aplicación más eficaz es desbrozar la vegetación rasante debajo de las copas de un número limitado de árboles adultos deseables antes de la caída de las semillas a fin de favorecer su germinación y el establecimiento de las plántulas y facilitar, así la recogida de semillas.

El *raleo* se aplica normalmente a árboles jóvenes de especies deseables. Conlleva la extracción selectiva de árboles jóvenes o en estado de latizal con objeto de favorecer el crecimiento del rodal remanente. Con frecuencia, esta operación se lleva a cabo cuando hay sobreabundancia de especímenes de tamaño intermedio y no todos sobrevivirán hasta la madurez; esta situación se presenta a veces con especies que se regeneran por manchas.

Entre los *tratamientos a nivel del suelo* figuran la quema controlada (también llamada quema prescrita) y la escarificación mecánica (por ejemplo, utilizando maquinaria de extracción) y son especialmente útiles para especies que necesitan suelos minerales o una competencia mínima para la germinación, el establecimiento y el crecimiento (como la caoba [*Swietenia macrophylla*]).

Plantación de enriquecimiento

Por lo general, la plantación de enriquecimiento consiste en trasplantar plántulas cultivadas en viveros o plantas silvestres para repoblación en claros naturales, claros creados por el apeo de árboles, o en líneas o franjas abiertas específicamente para este fin. La plantación de enriquecimiento puede ser apropiada en espacios donde la regeneración natural de las especies deseadas no es suficiente o se encuentra distribuida de manera irregular, o para favorecer especies concretas (normalmente de gran valor) que no se regeneran con facilidad. Se ha utilizado normalmente en la restauración de bosques primarios aprovechados y para incrementar el volumen y el valor económico de la madera de los bosques secundarios.

Las dos opciones más comunes de la plantación de enriquecimiento son las plantaciones en línea y las plantaciones en claros. La elección del método depende principalmente de la condición del bosque ; la plantación en claros se recomienda por lo general para los bosques sobreexplotados, en los que las líneas de plantación son más difíciles de abrir y mantener.

Para que la plantación de enriquecimiento tenga éxito es preciso crear las condiciones de luz adecuadas, una supervisión eficaz y una manutención ulterior (especialmente para gestionar las condiciones de luz y reducir la competición). Las especies más apropiadas para la plantación de enriquecimiento suelen ser aquellas que produzcan madera de gran valor, tengan un rápido crecimiento, un diámetro de copa bajo, un florecimiento y fructificación regulares, una amplia variedad ecológica, tolerancia al estrés hídrico y una buena forma de tronco, y no se vean afectadas por plagas significativas. Las condiciones de las plántulas en el momento de la plantación es un elemento fundamental para el éxito de la plantación de enriquecimiento; siendo importante que se utilice material de plantación de buena calidad.

Se puede consultar más información sobre la plantación de enriquecimiento en FAO (1998), Palmer y Palmer (1989), Appanah y Weinland (1993), Dupuy (1998), Evans *et al*. (2003) y Bais (2012).

Prácticas silvícolas en bosques secundarios

Los bosques secundarios se forman cuando se producen alteraciones en los bosques primarios, como fuertes sobreexplotaciones, que tienen como resultado importantes modificaciones en la estructura y la composición del bosque. Asimismo, se pueden desarrollar bosques secundarios en tierras abandonadas tras la agricultura migratoria, la agricultura estable, los pastizales y plantaciones de árboles que no han dado buenos resultados.

Los bosques secundarios suelen tener un valor económico especial para las personas en las zonas rurales y las que viven fuera de la economía formal, ya que estos bosques suelen ser más accesibles a la población local. Pueden ofrecer una serie de bienes para satisfacer las necesidades inmediatas relativas a los medios de vida, como madera de construcción para viviendas, vallado y postes, alimentos y medicamentos a base de hierbas. Además, se reconoce cada vez más el valor de los bosques secundarios en la agricultura de barbecho, en el sector maderero industrial, como fuentes de productos forestales no madereros valiosos desde el punto de vista local o comercial y en el suministro de servicios ambientales como los asociados con la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la conservación del agua y el suelo.

Las características de los bosques secundarios son muy variables según los antecedentes del lugar (por ejemplo, la modalidad y el grado de intensidad de usos anteriores de la tierra y el tiempo transcurrido desde la alteración) y las condiciones del lugar (como la fertilidad del sustrato y la disponibilidad de semillas). La posibilidad de que un bosque secundario ofrezca bienes y servicios ambientales depende de esos factores, así como del contexto socioeconómico y del mercado.

Para gestionar los bosques secundarios en pequeñas propiedades y en tierras comunitarias es preciso conocer la función que dichos bosques desempeñan en los sistemas de producción agrícola y en las comunidades rurales, así como los factores socioeconómicos que influyen en el aprovechamiento de la tierra y el recurso. En numerosas ocasiones, los bosques secundarios son manchas fragmentadas en los territorios en las que predomina un aprovechamiento no forestal de las tierras, y la gestión requiere un entendimiento de las interacciones entre estos usos, y también de los riesgos asociados (como incendios o pastoreo) y las oportunidades (por lo que respecta a los productos forestales y los servicios ambientales). Las decisiones en materia de gestión deben adoptarse desde una perspectiva territorial, y deben responder a los cambios que se producen en las condiciones biofísicas, socioeconómicas, políticas e institucionales a lo largo del tiempo.

Los bosques secundarios pueden gestionarse siguiendo sistemas monocíclicos o policíclicos. Los tratamientos silvícolas utilizados para estimular la producción de especies de madera comercial en los bosques primarios, como el raleo de liberación y el refinamiento, se pueden aplicar también en la mayor parte de los bosques secundarios. Normalmente, los bosques secundarios jóvenes (con menos de 10 ó 15 años de edad) son más receptivos a las operaciones silvícolas gracias al tamaño relativamente pequeño de sus árboles y a las respuestas de crecimiento de los árboles jóvenes a los tratamientos. En los bosques secundarios que pueden suministrar productos derivados de la madera y no madereros y servicios ambientales rentables, se pueden llevar a cabo las siguientes prácticas silvícolas:

- la retención y la gestión de árboles semilleros de especies valiosas desde el punto de vista comercial;
- el raleo de liberación para beneficiar a los árboles de valor comercial;
- la apertura de la cubierta de copas y la limpieza del sotobosque a fin de facilitar el establecimiento de la regeneración comercial;
- la exposición del suelo para favorecer la regeneración deseable;
- la plantación de enriquecimiento con especies arbóreas comerciales (en líneas, grupos o claros);
- la protección de especies beneficiosas para la vida silvestre o como árboles semilleros, y
- la gestión de la vida silvestre.

En cambio, si el objetivo de gestión es incrementar la disponibilidad de productos útiles para el uso agrícola o diversificar la producción, lo cual orientará el sistema hacia el *barbecho mejorado* o *enriquecido,* las posibles prácticas silvícolas serán las siguientes:

- la selección y los cuidados culturales de especies de árboles (leñosas y no leñosas), palmas o arbustos útiles establecidas de

manera natural;
- enriquecimiento con especies arbóreas deseables (por ejemplo, las preferidas para madera de construcción, leña, frutos, medicamentos y forraje), y
- el desarrollo de cultivos en estratos múltiples que utilizan especies perennes y semiperennes.

Cuando el principal objetivo es la alta productividad de madera, un sistema monocíclico que cree un rodal de masa regular mediante la apertura de los estratos medio y superior de la cubierta de copas poco antes del aprovechamiento forestal quizás sea el más apto. Con toda probabilidad, esta estrategia será particularmente apropiada para especies pioneras de luz, a las que hay que eliminar casi toda la cubierta de copa, bien para estimular la germinación de las semillas o bien para asegurar la sostenibilidad del crecimiento y la supervivencia de las plántulas. Se debe tomar en cuenta la competitividad económica de los bosques secundarios en comparación con las plantaciones para madera si se estudia la posibilidad de aplicar esta opción de gestión silvícola.

Operaciones silvícolas para la gestión forestal de uso múltiple

El paso de una gestión centrada en la madera que está dirigida a alcanzar el máximo rendimiento de unas pocas especies atractivas desde el punto de vista económico a una gestión forestal de uso múltiple que pretende producir un conjunto de productos forestales derivados de la madera y no madereros y servicios ambientales, plantea importantes desafíos a la silvicultura, ya que requiere conocimientos teóricos y prácticos que siguen divididos entre los diferentes usuarios de los bosques.

Por lo que respecta a los recursos forestales no madereros, los tratamientos silvícolas se centran principalmente en los estados de plántula y latizo. Las operaciones básicas silvícolas comprenden el deshierbe selectivo, el raleo de liberación, la corta de renuevos o rebrotes y la plantación de enriquecimiento (véase, por ejemplo, Peters 1994, 1996).

Los bosques suministran una amplia gama de servicios ambientales, pero los encargados de la planificación silvícola han de conocer qué servicios se demandan y si se deben suministrar a través de la gestión integrada de una superficie forestal o mediante su zonificación de conformidad con los objetivos primarios de gestión. La planificación silvícola incluirá la identificación de zonas o estructuras vulnerables, por ejemplo, para evitar un impacto ulterior en la calidad del suelo y el agua. Tal vez sea necesario adaptar los ciclos de corta y utilizar el apeo direccional.

Puede que haya que gestionar las intervenciones silvícolas de manera que tengan en cuenta el ecoturismo. Por ejemplo, un objetivo puede ser garantizar que los rodales y los territorios se mantienen en condiciones óptimas para la biodiversidad y desde el punto de vista paisajístico (los daños visibles de la extracción de madera, por ejemplo, no podrán ser compatibles con el ecoturismo).

Algunas orientaciones para la práctica silvícola

Los siguientes puntos, que se basan en la experiencia práctica y los estudios acumulados en los trópicos, proporcionan una orientación general para planificar y ejecutar las intervenciones silvícolas en bosques naturales:

1. Siempre que sea posible, utilice prácticas y técnicas silvícolas sencillas y bien definidas, ya que ello producirá resultados más rápidos, mantendrá los costos y los requisitos de mano de obra bajos y facilitará procesos participativos.
2. Integre la silvicultura en las principales operaciones de aprovechamiento. Ello reducirá el costo de los tratamientos silvícolas y reforzará la idea de que el mismo aprovechamiento puede ser útil desde el punto de vista de la silvicultura.
3. Evite intervenciones silvícolas innecesarias. Dados los limitados conocimientos actuales sobre la ecología y la biología de los árboles tropicales, y los efectos de las intervenciones (por ejemplo, sobre la biodiversidad), los tratamientos silvícolas han de aplicarse con cautela. Las intervenciones silvícolas deberán abordar objetivos específicos.
4. Incluya una perspectiva de género en cada etapa del proceso de planificación. Realice una evaluación de género al seleccionar las plantaciones para armonizar el uso de los bosques con las exigencias específicas de hombres y mujeres, ya que ambos tienden a depender de diferentes recursos. Al plantear los objetivos, tome en cuenta intervenciones que también se dirigen y afrontan las exigencias de las mujeres.
5. Incluya conocimientos empíricos y prácticas tradicionales e indígenas en la planificación de la labor silvícola. La vasta experiencia de las poblaciones indígenas puede ofrecer valiosas perspectivas en la gestión forestal y puede mejorar los enfoques silvícolas.
6. Aumente el número de especies deseables. Cuanto más intensivo sea el aprovechamiento forestal (es decir, cuanto más amplio sea el abanico de especies arbóreas de valor comercial), mayor será el número de opciones silvícolas viables.
7. En bosques muy diversos, agrupe las especies en clases según condiciones ecológicas y socioeconómicas a fin de simplificar las intervenciones silvícolas.
8. Evite retrasar los tratamientos silvícolas posteriores al aprovechamiento porque el recrecimiento reducirá rápidamente el acceso.
9. La posibilidad de liberar (reducir la competencia) la masa forestal preexistente de las especies arbóreas deseables será siempre uno de los principales elementos de la silvicultura en los bosques naturales.

10. Las intervenciones silvícolas no deben ser tan intensas que dañen los suelos o la vegetación residual. No todas las superficies forestales requerirán tratamiento silvícola, y se debe hacer todo lo posible para reducir los costos dando prioridad a las zonas de las que se obtendrán los mayores beneficios.
11. En los tratamientos silvícolas intensivos que reducen la biodiversidad (por ejemplo, el refinamiento), estudie la posibilidad de excluir espacios suficientes del bosque de producción (por ejemplo, un diez por ciento) de los tratamientos silvícolas para contribuir a la conservación de la biodiversidad.
12. Al emprender una plantación de enriquecimiento en bosques naturales, utilice preferentemente especies nativas con valor comercial probado.
13. Estudie la utilización de diferentes prácticas de gestión para los diversos tipos de productos (madereros y no madereros). Entre las prácticas silvícolas para promover productos específicos forestales derivados de la madera y no madereros figuran el respeto de árboles determinados; la imposición de restricciones de tamaño para la extracción de árboles importantes por sus productos forestales no madereros; la gestión de la luz en la masa principal; el raleo; el trasplante, y la corta de renuevos o rebrotes.
14. Defina y aplique correctamente una manera sencilla y práctica de realizar el monitoreo de las intervenciones silvícolas.

Monitoreo de las intervenciones silvícolas

El sistema silvícola y sus intervenciones correspondientes (por ejemplo, el raleo) deberán documentarse y justificarse en el plan de gestión forestal. El proceso de justificación de la elección del enfoque silvícola y las técnicas contribuye a que las partes interesadas entiendan lo que se está haciendo y por qué.

El monitoreo de la aplicabilidad de las especificaciones técnicas de las operaciones silvícolas (por ejemplo, deshierbe, plantación de enriquecimiento, raleo y corta de plantas rastreras) se realizará mediante un muestreo aleatorio sobre el terreno en los compartimentos en los que se han llevado a cabo las operaciones. Se puede evaluar la eficacia comparando los resultados de las diferentes intervenciones (comprendidos los controles sin intervención).

Prácticas silvícolas en bosques primarios aprovechados

Los bosques primarios degradados se están convirtiendo en un tipo de bosque predominante en numerosos países y tienen que desempeñar cada vez más las funciones productivas y ambientales de los bosques primarios. Por lo general, los bosques primarios degradados requieren intervenciones silvícolas para restaurar la productividad y otras funciones del ecosistema.

Aprovechamiento

En la práctica, el aprovechamiento maderero constituye el punto de partida lógico de los sistemas silvícolas y también la operación silvícola que produce los efectos más profundos y duraderos en la estructura, la composición y el funcionamiento de los bosques. El aprovechamiento debe planificarse de manera que permita un control técnico adecuado, reduzca al mínimo los costos de extracción y disminuya el impacto ambiental, también en el bosque remanente. El impacto ambiental puede minimizarse mediante la utilización de procedimientos y técnicas de tala de impacto reducido. Ésta implica la aplicación de una serie de prácticas antes y después del aprovechamiento diseñadas para proteger la masa forestal preexistente (es decir, plántulas, árboles jóvenes, latizos y árboles pequeños) de lesiones, reducir al mínimo los daños al suelo, evitar daños innecesarios a las especies que no son objeto de extracción (por ejemplo, las que son importantes para la vida silvestre y los productos forestales no madereros) y proteger las funciones fundamentales que desempeña el ecosistema como la protección de las cuencas de captación de agua y la absorción de carbono (véase Aprovechamiento maderero).

Silvicultura post-aprovechamiento

En general, las intervenciones silvícolas son necesarias en los bosques aprovechados para superar el agotamiento relativo de especies arbóreas comerciales, compensar las tasas bajas de crecimiento y garantizar futuras cosechas comerciales de madera. Tales intervenciones se dividen en dos categorías generales –tratamientos de cuidados culturales del rodal y tratamientos de regeneración– y se deben llevar a cabo junto con las operaciones de aprovechamiento a fin de disminuir el costo asociado con las entradas adicionales al bosque.

La finalidad de los *tratamientos de cuidados culturales del rodal* es favorecer la supervivencia y el crecimiento de los árboles existentes de especies deseables. Por lo general, son el primer paso para mejorar la productividad del recurso y su capacidad para alcanzar los objetivos comerciales, sociales y culturales, y se pueden llevar a cabo en dos fases. La primera fase comprende una operación denominada eliminación del estrato dominante, mediante la cual se eliminan los fustes sobremaduros, defectuosos o no comerciales (“población vestigial”), normalmente mediante envenenamiento o anillamiento, desde los niveles superiores de la cubierta de las copas de los árboles. La segunda fase consiste en el raleo de liberación de copas , mediante el cual se evita que las plántulas jóvenes de especies

deseables (“árboles de potencial cosechal”) compitan con especies menos deseables desde el punto de vista comercial. Los métodos utilizados para llevar a cabo el raleo de liberación son la corta, el anillamiento y éste último seguido de una aplicación de herbicida (véase información más detallada en FAO, 1998; Wadsworth, 2000; Peters, 1996).

El éxito de las operaciones de cuidados silvícolas depende de la existencia de un número suficiente de árboles de potencial cosecha (por ejemplo, al menos 100 especímenes por hectárea se suele considerar suficiente en los bosques húmedos tropicales); de la distribución más o menos homogénea de dichos árboles en toda la superficie, y de una capacidad de respuesta adecuada y duradera de los árboles deseables al raleo de liberación.

El objetivo del *tratamiento de regeneración* es favorecer o mejorar la regeneración de las especies arbóreas deseables y eliminar la vegetación competidora. Estos tratamientos son necesarios en bosques muy perturbados, donde el principal problema es la que la masa forestal preexistente es insuficiente o se encuentra irregularmente distribuida. El primer paso es localizar y proteger los árboles semilleros restantes de las especies deseables. En numerosos casos, la retención de entre dos y seis árboles bien formados y maduros desde el punto de vista reproductivo de las especies deseadas por hectárea será suficiente para obtener una regeneración adecuada. Los árboles semilleros deben tener copas sanas y bien desarrolladas y fustes rectos que no tengan una conicidad muy marcada ni bifurcaciones por debajo de la base de la copa. Una vez seleccionados, los árboles semilleros se marcarán con claridad y se monitorearán hasta que se complete la caída de las semillas.

La medida más importante para que tenga lugar la regeneración deseable es mejorar las condiciones de luz. Se puede estudiar también la posibilidad de llevar a cabo tratamientos de cuidados culturales del rodal y tratamientos en el sotobosque y en el suelo.

La finalidad de las *operaciones de limpieza* es reducir la competencia entre las plántulas existentes o las plántulas que se han establecido a partir de la caída de semillas. Estas operaciones comprenden medidas para eliminar las lianas y plantas agresivas como el bambú, las palmas del sotobosque y los helechos. La limpieza del sotobosque es una actividad costosa, lenta y en la que se pueden cometer errores y descuidos en la identificación de las especies. Una aplicación más eficaz es desbrozar la vegetación rasante debajo de las copas de un número limitado de árboles adultos deseables antes de la caída de las semillas a fin de favorecer su germinación y el establecimiento de las plántulas y facilitar, así la recogida de semillas.

El *raleo* se aplica normalmente a árboles jóvenes de especies deseables. Conlleva la extracción selectiva de árboles jóvenes o en estado de latizal con objeto de favorecer el crecimiento del rodal remanente. Con frecuencia, esta operación se lleva a cabo cuando hay sobreabundancia de especímenes de tamaño intermedio y no todos sobrevivirán hasta la madurez; esta situación se presenta a veces con especies que se regeneran por manchas.

Entre los *tratamientos a nivel del suelo* figuran la quema controlada (también llamada quema prescrita) y la escarificación mecánica (por ejemplo, utilizando maquinaria de extracción) y son especialmente útiles para especies que necesitan suelos minerales o una competencia mínima para la germinación, el establecimiento y el crecimiento (como la caoba [*Swietenia macrophylla*]).

Plantación de enriquecimiento

Por lo general, la plantación de enriquecimiento consiste en trasplantar plántulas cultivadas en viveros o plantas silvestres para repoblación en claros naturales, claros creados por el apeo de árboles, o en líneas o franjas abiertas específicamente para este fin. La plantación de enriquecimiento puede ser apropiada en espacios donde la regeneración natural de las especies deseadas no es suficiente o se encuentra distribuida de manera irregular, o para favorecer especies concretas (normalmente de gran valor) que no se regeneran con facilidad. Se ha utilizado normalmente en la restauración de bosques primarios aprovechados y para incrementar el volumen y el valor económico de la madera de los bosques secundarios.

Las dos opciones más comunes de la plantación de enriquecimiento son las plantaciones en línea y las plantaciones en claros. La elección del método depende principalmente de la condición del bosque ; la plantación en claros se recomienda por lo general para los bosques sobreexplotados, en los que las líneas de plantación son más difíciles de abrir y mantener.

Para que la plantación de enriquecimiento tenga éxito es preciso crear las condiciones de luz adecuadas, una supervisión eficaz y una manutención ulterior (especialmente para gestionar las condiciones de luz y reducir la competición). Las especies más apropiadas para la plantación de enriquecimiento suelen ser aquellas que produzcan madera de gran valor, tengan un rápido crecimiento, un diámetro de copa bajo, un florecimiento y fructificación regulares, una amplia variedad ecológica, tolerancia al estrés hídrico y una buena forma de tronco, y no se vean afectadas por plagas significativas. Las condiciones de las plántulas en el momento de la plantación es un elemento fundamental para el éxito de la plantación de enriquecimiento; siendo importante que se utilice material de plantación de buena calidad.

Se puede consultar más información sobre la plantación de enriquecimiento en FAO (1998), Palmer y Palmer (1989), Appanah y Weinland

(1993), Dupuy (1998), Evans *et al*. (2003) y Bais (2012).

Prácticas silvícolas en bosques secundarios

Los bosques secundarios se forman cuando se producen alteraciones en los bosques primarios, como fuertes sobreexplotaciones, que tienen como resultado importantes modificaciones en la estructura y la composición del bosque. Asimismo, se pueden desarrollar bosques secundarios en tierras abandonadas tras la agricultura migratoria, la agricultura estable, los pastizales y plantaciones de árboles que no han dado buenos resultados.

Los bosques secundarios suelen tener un valor económico especial para las personas en las zonas rurales y las que viven fuera de la economía formal, ya que estos bosques suelen ser más accesibles a la población local. Pueden ofrecer una serie de bienes para satisfacer las necesidades inmediatas relativas a los medios de vida, como madera de construcción para viviendas, vallado y postes, alimentos y medicamentos a base de hierbas. Además, se reconoce cada vez más el valor de los bosques secundarios en la agricultura de barbecho, en el sector maderero industrial, como fuentes de productos forestales no madereros valiosos desde el punto de vista local o comercial y en el suministro de servicios ambientales como los asociados con la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la conservación del agua y el suelo.

Las características de los bosques secundarios son muy variables según los antecedentes del lugar (por ejemplo, la modalidad y el grado de intensidad de usos anteriores de la tierra y el tiempo transcurrido desde la alteración) y las condiciones del lugar (como la fertilidad del sustrato y la disponibilidad de semillas). La posibilidad de que un bosque secundario ofrezca bienes y servicios ambientales depende de esos factores, así como del contexto socioeconómico y del mercado.

Para gestionar los bosques secundarios en pequeñas propiedades y en tierras comunitarias es preciso conocer la función que dichos bosques desempeñan en los sistemas de producción agrícola y en las comunidades rurales, así como los factores socioeconómicos que influyen en el aprovechamiento de la tierra y el recurso. En numerosas ocasiones, los bosques secundarios son manchas fragmentadas en los territorios en las que predomina un aprovechamiento no forestal de las tierras, y la gestión requiere un entendimiento de las interacciones entre estos usos, y también de los riesgos asociados (como incendios o pastoreo) y las oportunidades (por lo que respecta a los productos forestales y los servicios ambientales). Las decisiones en materia de gestión deben adoptarse desde una perspectiva territorial, y deben responder a los cambios que se producen en las condiciones biofísicas, socioeconómicas, políticas e institucionales a lo largo del tiempo.

Los bosques secundarios pueden gestionarse siguiendo sistemas monocíclicos o policíclicos. Los tratamientos silvícolas utilizados para estimular la producción de especies de madera comercial en los bosques primarios, como el raleo de liberación y el refinamiento, se pueden aplicar también en la mayor parte de los bosques secundarios. Normalmente, los bosques secundarios jóvenes (con menos de 10 ó 15 años de edad) son más receptivos a las operaciones silvícolas gracias al tamaño relativamente pequeño de sus árboles y a las respuestas de crecimiento de los árboles jóvenes a los tratamientos. En los bosques secundarios que pueden suministrar productos derivados de la madera y no madereros y servicios ambientales rentables, se pueden llevar a cabo las siguientes prácticas silvícolas:

- la retención y la gestión de árboles semilleros de especies valiosas desde el punto de vista comercial;
- el raleo de liberación para beneficiar a los árboles de valor comercial;
- la apertura de la cubierta de copas y la limpieza del sotobosque a fin de facilitar el establecimiento de la regeneración comercial;
- la exposición del suelo para favorecer la regeneración deseable;
- la plantación de enriquecimiento con especies arbóreas comerciales (en líneas, grupos o claros);
- la protección de especies beneficiosas para la vida silvestre o como árboles semilleros, y
- la gestión de la vida silvestre.

En cambio, si el objetivo de gestión es incrementar la disponibilidad de productos útiles para el uso agrícola o diversificar la producción, lo cual orientará el sistema hacia el *barbecho mejorado* o *enriquecido,* las posibles prácticas silvícolas serán las siguientes:

- la selección y los cuidados culturales de especies de árboles (leñosas y no leñosas), palmas o arbustos útiles establecidas de manera natural;
- enriquecimiento con especies arbóreas deseables (por ejemplo, las preferidas para madera de construcción, leña, frutos, medicamentos y forraje), y
- el desarrollo de cultivos en estratos múltiples que utilizan especies perennes y semiperennes.

Cuando el principal objetivo es la alta productividad de madera, un sistema monocíclico que cree un rodal de masa regular mediante la apertura de los estratos medio y superior de la cubierta de copas poco antes del aprovechamiento forestal quizás sea el más apto. Con toda probabilidad, esta estrategia será particularmente apropiada para especies pioneras de luz, a las que hay que eliminar casi toda la

cubierta de copa, bien para estimular la germinación de las semillas o bien para asegurar la sostenibilidad del crecimiento y la supervivencia de las plántulas. Se debe tomar en cuenta la competitividad económica de los bosques secundarios en comparación con las plantaciones para madera si se estudia la posibilidad de aplicar esta opción de gestión silvícola.

Operaciones silvícolas para la gestión forestal de uso múltiple

El paso de una gestión centrada en la madera que está dirigida a alcanzar el máximo rendimiento de unas pocas especies atractivas desde el punto de vista económico a una gestión forestal de uso múltiple que pretende producir un conjunto de productos forestales derivados de la madera y no madereros y servicios ambientales, plantea importantes desafíos a la silvicultura, ya que requiere conocimientos teóricos y prácticos que siguen divididos entre los diferentes usuarios de los bosques.

Por lo que respecta a los recursos forestales no madereros, los tratamientos silvícolas se centran principalmente en los estados de plántula y latizo. Las operaciones básicas silvícolas comprenden el deshierbe selectivo, el raleo de liberación, la corta de renuevos o rebrotes y la plantación de enriquecimiento (véase, por ejemplo, Peters 1994, 1996).

Los bosques suministran una amplia gama de servicios ambientales, pero los encargados de la planificación silvícola han de conocer qué servicios se demandan y si se deben suministrar a través de la gestión integrada de una superficie forestal o mediante su zonificación de conformidad con los objetivos primarios de gestión. La planificación silvícola incluirá la identificación de zonas o estructuras vulnerables, por ejemplo, para evitar un impacto ulterior en la calidad del suelo y el agua. Tal vez sea necesario adaptar los ciclos de corta y utilizar el apeo direccional.

Puede que haya que gestionar las intervenciones silvícolas de manera que tengan en cuenta el ecoturismo. Por ejemplo, un objetivo puede ser garantizar que los rodales y los territorios se mantienen en condiciones óptimas para la biodiversidad y desde el punto de vista paisajístico (los daños visibles de la extracción de madera, por ejemplo, no podrán ser compatibles con el ecoturismo).

Algunas orientaciones para la práctica silvícola

Los siguientes puntos, que se basan en la experiencia práctica y los estudios acumulados en los trópicos, proporcionan una orientación general para planificar y ejecutar las intervenciones silvícolas en bosques naturales:

1. Siempre que sea posible, utilice prácticas y técnicas silvícolas sencillas y bien definidas, ya que ello producirá resultados más rápidos, mantendrá los costos y los requisitos de mano de obra bajos y facilitará procesos participativos.
2. Integre la silvicultura en las principales operaciones de aprovechamiento. Ello reducirá el costo de los tratamientos silvícolas y reforzará la idea de que el mismo aprovechamiento puede ser útil desde el punto de vista de la silvicultura.
3. Evite intervenciones silvícolas innecesarias. Dados los limitados conocimientos actuales sobre la ecología y la biología de los árboles tropicales, y los efectos de las intervenciones (por ejemplo, sobre la biodiversidad), los tratamientos silvícolas han de aplicarse con cautela. Las intervenciones silvícolas deberán abordar objetivos específicos.
4. Incluya una perspectiva de género en cada etapa del proceso de planificación. Realice una evaluación de género al seleccionar las plantaciones para armonizar el uso de los bosques con las exigencias específicas de hombres y mujeres, ya que ambos tienden a depender de diferentes recursos. Al plantear los objetivos, tome en cuenta intervenciones que también se dirigen y afrontan las exigencias de las mujeres.
5. Incluya conocimientos empíricos y prácticas tradicionales e indígenas en la planificación de la labor silvícola. La vasta experiencia de las poblaciones indígenas puede ofrecer valiosas perspectivas en la gestión forestal y puede mejorar los enfoques silvícolas.
6. Aumente el número de especies deseables. Cuanto más intensivo sea el aprovechamiento forestal (es decir, cuanto más amplio sea el abanico de especies arbóreas de valor comercial), mayor será el número de opciones silvícolas viables.
7. En bosques muy diversos, agrupe las especies en clases según condiciones ecológicas y socioeconómicas a fin de simplificar las intervenciones silvícolas.
8. Evite retrasar los tratamientos silvícolas posteriores al aprovechamiento porque el recrecimiento reducirá rápidamente el acceso.
9. La posibilidad de liberar (reducir la competencia) la masa forestal preexistente de las especies arbóreas deseables será siempre uno de los principales elementos de la silvicultura en los bosques naturales.
10. Las intervenciones silvícolas no deben ser tan intensas que dañen los suelos o la vegetación residual. No todas las superficies forestales requerirán tratamiento silvícola, y se debe hacer todo lo posible para reducir los costos dando prioridad a las zonas de las que se obtendrán los mayores beneficios.
11. En los tratamientos silvícolas intensivos que reducen la biodiversidad (por ejemplo, el refinamiento), estudie la posibilidad de excluir espacios suficientes del bosque de producción (por ejemplo, un diez por ciento) de los tratamientos silvícolas para contribuir a la conservación de la biodiversidad.
12. Al emprender una plantación de enriquecimiento en bosques naturales, utilice preferentemente especies nativas con valor comercial probado.

13. Estudie la utilización de diferentes prácticas de gestión para los diversos tipos de productos (madereros y no madereros). Entre las prácticas silvícolas para promover productos específicos forestales derivados de la madera y no madereros figuran el respeto de árboles determinados; la imposición de restricciones de tamaño para la extracción de árboles importantes por sus productos forestales no madereros; la gestión de la luz en la masa principal; el raleo; el trasplante, y la corta de renuevos o rebrotes.
14. Defina y aplique correctamente una manera sencilla y práctica de realizar el monitoreo de las intervenciones silvícolas.

Monitoreo de las intervenciones silvícolas

El sistema silvícola y sus intervenciones correspondientes (por ejemplo, el raleo) deberán documentarse y justificarse en el plan de gestión forestal. El proceso de justificación de la elección del enfoque silvícola y las técnicas contribuye a que las partes interesadas entiendan lo que se está haciendo y por qué.

El monitoreo de la aplicabilidad de las especificaciones técnicas de las operaciones silvícolas (por ejemplo, deshierbe, plantación de enriquecimiento, raleo y corta de plantas rastreras) se realizará mediante un muestreo aleatorio sobre el terreno en los compartimentos en los que se han llevado a cabo las operaciones. Se puede evaluar la eficacia comparando los resultados de las diferentes intervenciones (comprendidos los controles sin intervención).

Further learning

Barrett, J.W. (ed). 1995. *Regional silviculture of the United States.* 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc.

Dawkins, H.C. and Philip, M.S. 1998. *Tropical moist forest silviculture and management: a history of success and failure.* Wallingford, UK, CAB International.

De Graaf, N.R., Koning, D. & Spierings, M. 1996. Some conditions and possibilities for successful application of the CELOS management system. In: *The Guyana Shield*: recent developments and alternatives for sustainable development. BOS Newsletter, 15(2)34: 74–83.

De Graaf, N.R., Filius, A.M. & Huesca-Santos, A.R. 2003. Financial analysis of sustained forest management for timber perspectives for application of the CELOS management system in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 177: 287–299.

Dykstra, D. & Heinrich, R. 1996. *FAO Model code of forest harvesting practice.* Rome, FAO. 85pp.

Fredericksen, T.S. & Putz, F.E. 2003. *Silvicultural intensification for tropical forest conservation.* Biodiversity and Conservation, 12: 1445–1453.

González Molina, J.M. 2005. *Introducción a la selvicoltura general.* Universidad de León, Secretariato de Publicaciones.

Gunter, S., Weber, M., Stimm, B. & Mosandl, R. (eds). 2011. *Silviculture in the tropics.* Springer.

Hutchinson, I.D. 1988. Points of departure for silviculture in humid tropical forests. *Commonwealth Forestry Review*, 67(3): 223–230.

Hutchinson, I.D. 1991. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. *Commonwealth Forestry Review*, 67(3): 223–230.

Hutchinson, I.D. 1993. Techniques for silviculture and management in natural tropical forests, logged and secondary. In J. Parrota and M. Kanashiro (eds.), Proceedings of the *International symposium/workshop management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazonia.* Santarem - Para, Brazil. 18-22 April 1993.

ITTO. 2002. *ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests.* ITTO Policy Development Series No. 13.

ITTO/IUCN. 2008. Guidelines for the conservation and sustainable use of biodiversity in tropical timber production forests. ITTO Policy Development Series No. 117. ITTO, Yokohama, Japan.

Johns, A.G. 1997. Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forests. Cambridge University Press. Cambridge, U.K

Johnson P.S., S.R. Shifley & Rogers, R. 2007. *The ecology and silviculture of oaks.* CABI Publishing.

Kleine, M. 1997. *The theory and application of a systems approach to silvicultural decision-making.* Forest Research Centre, Forestry Department Sabah, Malaysia.

Lamprecht, H. 1989. *Silviculture in the tropics: tropical forest ecosystems and their tree species—possibilities and methods for their long-term utilization*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

Louman B., Quiroz, D. and Nilsson, M. 2001. *Silvicultura en bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Mathews, J.D. 1989. *Silvicultural systems.* Clarendon Press, Oxford. 284 p.

Mayhew, J.E. & Newton, A.C. 1998. *The silviculture of Mahogany.* CAB International, Oxford, U.K.

Peters, C.M. 1994. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in the tropical moist forest: An ecological primer.* Washington D.C. Biodiversity Support Program & World Wildlife Fund.

Peters, C.M. 1996. *The ecology and management of non-timber forest resources.* World Bank Technical Paper Number 322. Washington, D.C., USA.

Putz, F.E. 1994. *Approaches to sustainable forest management.* CIFOR Working Paper No. 4, Sept. 1994.

Putz, F.E., Redford, K.H., Robinson, J.G., Fimbel, R. & Blate, G.M. 2000. *Biodiversity conservation in the context of tropical forest management.* Environment Department Biodiversity Series Impact Studies Paper No. 75. Washington, DC, The World Bank.

Putz, F.E. 2000. The economics of home-grown forestry. *Ecological Economics*, 32: 9–14.

Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., Robinson, J.G. & Fimbel, R. 2001. Biodiversity conservation in the context of tropical forest management. *Conservation Biology*, 15:7–20.

Sabogal, C. 2005. Site-level restoration strategies for degraded primary forest. In *Restoring forest landscapes*: an introduction to the art and science of forest landscape restoration, pp. 81–89. ITTO Technical Series No. 23. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization.

Sabogal, C. 2005. Site-level strategies for managing secondary forests . In *Restoring forest landscape*s: an introduction to the art and science of forest landscape restoration, pp. 91–100. ITTO Technical Series No. 23. Yokohama, Japan, International Tropical Timber Organization.

Sabogal, C. & Nasi, R. 2005. Chapter 52: Restoring overlogged tropical forests. In S. Mansourian, D. Vallauri and N. Dudley (in cooperation with WWF International). *Forest restoration in landscapes*: beyond planting trees, pp. 361–369. New York, USA, Springer.

Sabogal, C., Pokorny, B., Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P., Zweede, J. & Puerta, R. 2009. *Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia Brasileira.* Belém, Brazil, Embrapa Amazônia Oriental.

Sheperd, G. 1992. *Managing Africa's tropical dry forests: a review of indigenous methods.* ODI Agricultural Occasional Paper No. 14. London, Overseas Development Institute.

Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. & Ashton, P.M.S. 1997. *The practice of silviculture: applied forest ecology*. 9th edition. John Wiley & Sons, Inc.

Steege, T.H., Boot, R. G. A., Brouwer, L. C., Caesar, J. C., Ek, R. C., Hammond, D. S., Haripersaud, P. P., Hout, P., Jetten, V. G & Kekem, A. J. 1996. *Ecology and logging in a tropical rain forest in Guyana.* With recommendations for forest management. Tropenbos Series No. 14. Wageningen, the Netherlands, Tropenbos Foundation.

Sungay. 1997. *Analysis of silvicultural systems for the management of broadleaved hardwood forest in Bhutan. A case from Korila Forest Management Unit (KFMU).* MSc. University of New Brunswick, Faculty of Forestry and Environmental Management. 89 pp.

Wadsworth, F.H. & Zweede, J.C. 2006. Liberation: acceptable production of tropical forest timber. *Forest Ecology and Management*, 233: 45–51.

Weidelt, H.-J. & Banaag, V.S. 1982. *Aspects of management and silviculture of Philippine dipterocarp forests.* Philippine-German Rain forest Development Project. Eschborn, Germany, GTZ.

Wyatt-Smith, J. 1963. *Manual of Malayan silviculture for inland forests.* Malayan Forest Record, 23, Part III.

Web links

http://www.itto.int/project_search/ ITTO - Project search. 2004-2014. Last accessed 23.09.2014.

Credits

This module was developed with the kind collaboration of the following people and/or institutions:

Initiator(s): Cesar Sabogal - FAO, Forestry Department

Contributor(s): Jonas Cedergren, Walter Kollert - FAO, Forestry Department

Reviewer(s): CATIE; CIFOR

This module was revised in 2017 to strengthen gender considerations.

Initiator(s): Gender Team in Forestry

Reviewer(s): Cesar Sabogal