

Wood Harvesting

Basic knowledge

Módulos relacionados

- [Gestión de bosques plantados](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Salud y seguridad en el trabajo forestal](#)
- [Silvicultura en bosques naturales](#)



El módulo sobre Aprovechamiento maderero orienta a los gestores forestales sobre las mejores prácticas de extracción de madera. Aborda los principales aspectos de dichas operaciones, entre ellas la planificación, la construcción de caminos, las operaciones de corta y de saca, el transporte y la evaluación posterior a la extracción. El módulo presenta información básica y más detallada sobre estas operaciones, así como enlaces a herramientas relativas a la extracción de madera y estudios de casos de extracción eficaz.



El módulo sobre Aprovechamiento maderero orienta a los gestores forestales sobre las mejores prácticas de extracción de madera. Aborda los principales aspectos de dichas operaciones, entre ellas la planificación, la construcción de caminos, las operaciones de corta y de saca, el transporte y la evaluación posterior a la extracción. El módulo presenta información básica y más detallada sobre estas operaciones, así como enlaces a herramientas relativas a la extracción de madera y estudios de casos de extracción eficaz.

El aprovechamiento de madera comporta las operaciones de corta (o apeo), la elaboración in situ o en el cargadero, la saca y el transporte de árboles, trozas y otras partes de éstos. El aprovechamiento causa un impacto duradero tanto en la estructura como en el funcionamiento del ecosistema forestal. Por consiguiente, las operaciones de aprovechamiento y transporte forestales compatibles con el medio ambiente son elementos básicos de la gestión forestal sostenible. Las buenas prácticas inician con una planificación cuidadosa y unos trabajadores capacitados y motivados, con supervisores técnicamente competentes. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, hay seis elementos fundamentales en relación a las operaciones de aprovechamiento forestal: la planificación, los caminos (o vías) forestales, la corta, la saca, el transporte a larga distancia y la evaluación posterior al aprovechamiento.

En líneas generales, la planificación se realiza en los tres niveles siguientes: estratégico, táctico y operativo. Los planes estratégicos abarcan largos períodos de tiempo y grandes superficies. Los planes tácticos cubren normalmente períodos de tiempo más cortos y territorios o cuencas hidrográficas. Los planes operativos incorporan las medidas necesarias para llevar a cabo las operaciones de aprovechamiento.

Los caminos que se construyen para la extracción se suelen clasificar como caminos de saca principales que van desde el cargadero hasta una industria o punto de envío, caminos de saca secundarios, que se construyen para acortar las distancias de arrastre o transporte, vías de arrastre para extraer madera del tocón al cargadero, y caminos de acceso, por ejemplo, para los trabajadores, el material y el enlace con los centros administrativos. Las prácticas incorrectas pueden ser muy perjudiciales y costosas, causando, por ejemplo, erosión y corrimientos de tierras. En la planificación y la construcción de los caminos forestales se debe contratar a personal competente. Asimismo, es preciso disponer de mapas adecuados. Es importante que haya un drenaje adecuado y evitar gradientes escarpados, zonas sensibles y el cruce de vías de agua.

La corta o apeo de los árboles en pie ha de realizarse de modo que se facilite la extracción y se evite dañar los árboles remanentes, es decir, mediante corta dirigida. La corta se lleva cabo utilizando hachas, sierras, sierras de cadena, cortadoras apiladoras o cosechadoras.

La extracción que se realiza tirando de los troncos o trozas sobre el terreno se denomina arrastre, y puede hacerse con fuerza motriz humana, animales de tiro o máquinas llamadas tractores forestales de arrastre o skidders. El transporte se refiere a los troncos o trozas arrastrados por personas o en un remolque tirado por un animal o una máquina, denominada tracto forestal autocargador. Los tractores forestales de arrastre (skidders) y los autocargadores pueden ser de ruedas o de orugas. Los tractores de oruga (bulldozers) se suelen utilizar para el arrastre en los bosques pluviales tropicales.

Existen varios sistemas de aprovechamiento maderero, pero ninguno de ellos es en sí mejor o peor. Estos sistemas se clasifican del siguiente modo: sistemas de aprovechamiento de árboles completos, cuando los árboles se llevan hasta el cargadero o las instalaciones con la copa completa; sistemas de aprovechamiento de fustes enteros, cuando las partes superiores y las ramas se han eliminado antes de la extracción; y sistemas de aprovechamiento de madera corta, cuando el despunte, el desramado y el tronzado de la madera se realizan cerca del tocón. La extracción del árbol completo es una práctica poco común, mientras que los sistemas de aprovechamiento de troncos enteros son el método más utilizado en la industria maderera, y predomina en las operaciones que se llevan a cabo en los bosques naturales de los trópicos. El sistema de aprovechamiento de madera corta está en aumento. El "aprovechamiento de impacto reducido" en los bosques pluviales se realiza normalmente utilizando el sistema de aprovechamiento de troncos enteros, que se extraen mediante tractores de oruga, tractores de arrastre (skidders) o sistemas de cable.

Las evaluaciones posteriores al aprovechamiento incluyen controles para verificar si las normas operativas han sido suficientes y si se han cumplido las prescripciones legales y las políticas de gestión. Las medidas posteriores al aprovechamiento pueden comprender el cierre de los caminos de extracción, la rehabilitación de las zonas aprovechadas y los cargaderos.

Aprovechamiento maderero contribuye a los ODS:





Aprovechamiento maderero contribuye a los ODS:





Módulos relacionados

- [Gestión de bosques plantados](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Salud y seguridad en el trabajo forestal](#)
- [Silvicultura en bosques naturales](#)

El aprovechamiento de madera comporta las operaciones de corta (o apeo), la elaboración in situ o en el cargadero, la saca y el transporte de árboles, trozas y otras partes de éstos. El aprovechamiento causa un impacto duradero tanto en la estructura como en el funcionamiento del ecosistema forestal. Por consiguiente, las operaciones de aprovechamiento y transporte forestales compatibles con el medio ambiente son elementos básicos de la gestión forestal sostenible. Las buenas prácticas inician con una planificación cuidadosa y unos trabajadores capacitados y motivados, con supervisores técnicamente competentes. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, hay seis elementos fundamentales en relación a las operaciones de aprovechamiento forestal: la planificación, los caminos (o vías) forestales, la corta, la saca, el transporte a larga distancia y la evaluación posterior al aprovechamiento.

En líneas generales, la planificación se realiza en los tres niveles siguientes: estratégico, táctico y operativo. Los planes estratégicos abarcan largos períodos de tiempo y grandes superficies. Los planes tácticos cubren normalmente períodos de tiempo más cortos y territorios o cuencas hidrográficas. Los planes operativos incorporan las medidas necesarias para llevar a cabo las operaciones de aprovechamiento.

Los caminos que se construyen para la extracción se suelen clasificar como caminos de saca principales que van desde el cargadero hasta una industria o punto de envío, caminos de saca secundarios, que se construyen para acortar las distancias de arrastre o transporte, vías de arrastre para extraer madera del tocón al cargadero, y caminos de acceso, por ejemplo, para los trabajadores, el material y el enlace con los centros administrativos. Las prácticas incorrectas pueden ser muy perjudiciales y costosas, causando, por ejemplo, erosión y corrimientos de tierras. En la planificación y la construcción de los caminos forestales se debe contratar a personal competente. Asimismo, es preciso disponer de mapas adecuados. Es importante que haya un drenaje adecuado y evitar gradientes escarpados, zonas sensibles y el cruce de vías de agua.

La corta o apeo de los árboles en pie ha de realizarse de modo que se facilite la extracción y se evite dañar los árboles remanentes, es decir, mediante corta dirigida. La corta se lleva cabo utilizando hachas, sierras, sierras de cadena, cortadoras apiladoras o cosechadoras.

La extracción que se realiza tirando de los troncos o trozas sobre el terreno se denomina arrastre, y puede hacerse con fuerza motriz humana, animales de tiro o máquinas llamadas tractores forestales de arrastre o skidders. El transporte se refiere a los troncos o trozas arrastrados por personas o en un remolque tirado por un animal o una máquina, denominada tracto forestal autocargador. Los tractores forestales de arrastre (skidders) y los autocargadores pueden ser de ruedas o de orugas. Los tractores de oruga (bulldozers) se suelen

utilizar para el arrastre en los bosques pluviales tropicales.

Existen varios sistemas de aprovechamiento maderero, pero ninguno de ellos es en sí mejor o peor. Estos sistemas se clasifican del siguiente modo: sistemas de aprovechamiento de árboles completos, cuando los árboles se llevan hasta el cargadero o las instalaciones con la copa completa; sistemas de aprovechamiento de fustes enteros, cuando las partes superiores y las ramas se han eliminado antes de la extracción; y sistemas de aprovechamiento de madera corta, cuando el despunte, el desramado y el tronzado de la madera se realizan cerca del tocón. La extracción del árbol completo es una práctica poco común, mientras que los sistemas de aprovechamiento de troncos enteros son el método más utilizado en la industria maderera, y predomina en las operaciones que se llevan a cabo en los bosques naturales de los trópicos. El sistema de aprovechamiento de madera corta está en aumento. El "aprovechamiento de impacto reducido" en los bosques pluviales se realiza normalmente utilizando el sistema de aprovechamiento de troncos enteros, que se extraen mediante tractores de oruga, tractores de arrastre (skidders) o sistemas de cable.

Las evaluaciones posteriores al aprovechamiento incluyen controles para verificar si las normas operativas han sido suficientes y si se han cumplido las prescripciones legales y las políticas de gestión. Las medidas posteriores al aprovechamiento pueden comprender el cierre de los caminos de extracción, la rehabilitación de las zonas aprovechadas y los cargaderos.

In more depth

A continuación, se ofrece información sobre una serie de cuestiones fundamentales para el aprovechamiento maderero y la ingeniería forestal, prestando especial atención a cuestiones relacionadas con los bosques tropicales. Para unas directrices más detalladas sobre las operaciones forestales, se recomienda a los lectores que consulten un código de prácticas adecuado, por ejemplo, el Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO (1996). Por lo general, los códigos de prácticas son compilaciones de conocimientos y experiencias muy útiles.

A continuación, se ofrece información sobre una serie de cuestiones fundamentales para el aprovechamiento maderero y la ingeniería forestal, prestando especial atención a cuestiones relacionadas con los bosques tropicales. Para unas directrices más detalladas sobre las operaciones forestales, se recomienda a los lectores que consulten un código de prácticas adecuado, por ejemplo, el Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO (1996). Por lo general, los códigos de prácticas son compilaciones de conocimientos y experiencias muy útiles.

Planificación del aprovechamiento

Es necesario insistir en la importante función que la planificación desempeña en la gestión forestal sostenible.

Un plan de aprovechamiento válido requiere un buen conocimiento de los objetivos del plan de gestión, los sistemas de aprovechamiento disponibles y los aspectos logísticos necesarios. Asimismo, es preciso contar con información sobre el lugar.

En líneas generales, la planificación se realiza en los tres niveles siguientes: estratégico, táctico y operativo. Los **planes estratégicos** abarcan largos períodos de tiempo y grandes superficies y pueden comportar, por ejemplo, directrices para la gestión, construcción de instalaciones y grados de intensidad de la gestión. Los **planes tácticos** cubren normalmente períodos de tiempo más cortos y territorios o cuencas hidrográficas. Pueden considerarse como la aplicación de los planes estratégicos. Los **planes operativos** incorporan las medidas necesarias para llevar a cabo las operaciones sobre el terreno.

En la actualidad, en los sistemas de planificación se suelen utilizar sistemas de información geográfica (SIG) que permiten que en el proceso de planificación se tengan en cuenta varios factores al mismo tiempo. El perfeccionamiento de los receptores SIG y de los registradores de datos digitales han mejorado enormemente estos sistemas en los últimos años.

Apeo

El apeo del árbol en pie debe ser considerado como un transporte de madera en el que los primeros metros son los más caros e importantes. Por consiguiente, la principal consideración es que el apeo facilite la extracción. El apeo se debe llevar a cabo sin causar daños al fustes, y minimizando los daños a la masa remanente.

Para realizar el apeo de árboles en pie se utilizan herramientas manuales como hachas, sierras tronadoras o sierras de arco. Parte del desramado se efectúa con hachas y machetes. Las sierras de arco han reemplazado en gran medida a las sierras tronadoras para árboles de hasta 30 cm de diámetro. Actualmente, la mayor parte de los apeos en el sector forestal se llevan a cabo con sierras de cadena.

El apeo se puede clasificar en términos generales de la siguiente manera:

- Apeo incontrolado. No se intenta influir en la dirección de la caída de los árboles, ni se adoptan precauciones en materia de seguridad ni técnicas de trabajo adecuadas.
- Apeo semicontrolado. Los operarios saben dónde caerá el árbol, pero no influirán en la caída. Se observan reglas básicas, como por ejemplo, realizar cortes de caída (o cortes de apeo) y cuñas direccionales (o bocas de apeo) apeo rudimentarias.
- Apeo controlado u organizado. Los cuñas están bien ejecutados, las bocas de apeo están bien situadas y las bisagras se ajustan a la dirección de apeo deseada.
- Apeo dirigido o direccional. Los operarios están plenamente capacitados para realizar la corta de los árboles en la dirección deseada, que puede desviarse considerablemente de la inclinación natural. Se tienen en cuenta aspectos operativos y silvícolas. Se utilizan herramientas adicionales como cuñas y cabrestantes.
- Corta mediante el uso de alta tecnología. En las operaciones completamente mecanizadas se utilizan cortadoras-apiladoras o cosechadoras-procesadoras, y máquinas y técnicas en desarrollo. Por lo general no es factible con árboles grandes.

Los conocimientos técnicos necesarios para llevar a cabo el apeo organizado o direccional se han de adquirir sobre el terreno, preferiblemente bajo la supervisión de instructores profesionales. Se dispone de directrices para los "casos típicos", por ejemplo, árboles con o sin inclinación, con o sin contrafuertes (también denominadas raíces con aletas, tablares o gambas), de conformidad con la

inclinación o con 45° o 90° hacia la dirección de la inclinación, si bien, en realidad, sólo existen “casos únicos”.

Operaciones de saca

La saca es el proceso de transporte de los troncos del bosque hasta un cargadero o hasta un apartado en la carretera, utilizando generalmente las técnicas que se describen a continuación.

Saca por arrastre

La planificación previa de la saca mejora la eficacia de la extracción, aumenta la seguridad y disminuye los daños que se pueden causar al suelo y los árboles remanentes.

El modo de trabajo en los bosques naturales variará en función del terreno, los costos de la construcción de carreteras y cargaderos, el sistema silvícola y el volumen que se ha de extraer por hectárea. Entre los sistemas de organización de la saca cabe destacar los siguientes: en paralelo, radial, por explosión, aleatoria, en espiga y por desrame. Por lo general, en los terrenos escarpados se prefiere utilizar vías de arrastre paralelas y desramadas. Cuando es posible, los árboles se cortan de manera que las máquinas de saca no tengan que abandonar las vías de arrastre. La distancia entre estas vías varía en función de las condiciones del terreno y las tasas de saca, pero por lo general es más amplia que en los bosques plantados.

Las vías de arrastre se marcarán o abrirán antes del inicio de las operaciones de corta, de manera que se garantice que son transitables y permitan a los operarios elegir la dirección de la caída. Se deben evitar las curvas cerradas.

En los bosques plantados, las vías de arrastre pueden ser más o menos paralelas, por lo general con una distancia entre ellos de 30 a 60 metros.

Saca con cable

En la extracción de madera por cable se utilizan uno o dos cables suspendidos para transportar las trozas desde el bosque hasta el punto de carga. Los cables se manejan desde un cabrestante (llamado también malacate) que puede instalarse en el cargadero o en el extremo opuesto del recorrido del cable.

Por lo general, los sistemas de extracción de madera por cables resultan más caros que los sistemas de arrastre en las zonas donde éste es posible, si bien los daños que la saca con cable puede causar al suelo son comparativamente inferiores. En todos los niveles de la operación se requiere la participación de personal capacitado.

Los sistemas de extracción por cable pueden ser de tiro alto y cable aéreo. En los primeros, los árboles o las trozas se sacan desde el tocón hasta el cargadero. Las distancias de saca raramente exceden los 300 metros. El sistema es idóneo para la corta a hecho.

En los sistemas de cable aéreo o cable grúa, uno de los extremos de las trozas o los árboles, o los dos, están suspendidos durante el transporte, lo cual aumenta la eficacia y disminuye las alteraciones del terreno. Estos sistemas consisten en un cable aéreo para levantar las trozas del suelo que se tiende entre el mástil de cabeza y el mástil de cola. Por él se desliza el “carro”, que transporta la madera hasta el cargadero y retorna al lugar de corta con las eslingas vacías. Las cargas se amarran al carro mediante otro cable denominado cable de arrastre. Las distancias de saca pueden ser mucho mayores que las de los sistemas de tiro alto.

Aprovechamiento de bosques plantados en los trópicos

Por lo general, los bosques plantados son bastante uniformes en lo que se refiere al tamaño y las propiedades de los árboles. El menor tamaño y la homogeneidad de los árboles conlleva que haya más opciones de aprovechamiento que en un bosque pluvial, por ejemplo. El cambio de los sistemas de aprovechamiento de fustes enteros a los de madera corta, o viceversa, es complicado, dado que se tendrán que reconstruir o reemplazar los camiones madereros y cambiar la maquinaria para manipular las trozas y las prácticas en la serrería.

El daño causado al rodal remanente no es un problema en las operaciones de corta final, pero sí lo puede ser en las extracciones intermedias. El apeo direccional hacia las vías de arrastre previamente trazadas reduce los daños. Las operaciones de apeo y extracción deben iniciarse al final de tales vías. Las vías de arrastre se pueden trazar de manera más o menos paralela unos a otras y con una distancia de 30 metros entre sí. En la corta mecanizada es preciso que las vías estén separadas a una distancia de entre 20 y 25 metros.

Las plantaciones no son necesariamente bosques destinados a la producción. La extracción de madera debe estar “en sintonía” con las funciones de la plantación.

Elección de la tecnología apropiada

El aprovechamiento se puede llevar a cabo utilizando muchos métodos y sistemas diferentes. El nivel adecuado depende de una serie de factores que suelen estar relacionados con la cultura, la estructura de costos, los aspectos logísticos y la mano de obra. Algunos ejemplos de factores que se pueden tener en cuenta son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Disponibilidad de mano de obra especializada y no especializada | Posibilidad de conflictos laborales |
| Costo y productividad de la mano de obra especializada y no especializada | Disponibilidad de capital |
| Infraestructura existente | Límites a la importación del equipo y piezas |
| Cultura (horas de trabajo, temporada de trabajo) | Disponibilidad de piezas, instalaciones de mantenimiento |
| Capacidad física para hacer el trabajo (tamaño de la troza, distancia de transporte, pendiente, calor, humedad) | Cambios previstos en la legislación laboral |
| Rentabilidad por metro cúbico producido mediante un sistema manual, animal, manual motorizado y mecanizado | Cambios previstos en los costos del equipo o el combustible |
| Legislación laboral (posibilidad de rescindir un contrato, beneficios) | Disponibilidad de capacitación para la mano de obra |
| Lejanía de los lugares de trabajo (vuelta a casa cada día, cada fin de semana, pocas veces al año) | Capacidad para mantener la mano de obra |
| Infraestructura social (viviendas, escuelas, hospitales) | Legislación, reglamentación o permisos necesarios |
| | Alternativas de elaboración de la madera |
| | Necesidades comerciales: las serrerías pueden ser equipadas para admitir determinadas formas de madera (por ejemplo, troncos enteros o trozas cortas) |

Entre los factores técnicos y físicos figuran los siguientes:

- Características de la madera (tamaño de los árboles, volumen por hectárea, calidad de la madera)
- Terreno (pendiente, perfil del terreno, corrientes de agua, humedales, hondonadas y desigualdades)
- Suelo (textura, contenido de humedad e impacto estacional)
- Fenómenos meteorológicos y clima (fenómenos meteorológicos desfavorables pueden influir en la alteración del suelo y la seguridad del trabajo)
- Sistema silvícola (tamaño y maniobrabilidad de las máquinas)

En términos generales, para ser eficaz la mecanización precisa de una buena infraestructura, comunicaciones, servicios mecánicos y una gestión eficiente.

Aprovechamiento de impacto reducido en los bosques tropicales

La creciente inquietud, especialmente en los trópicos, ante el nivel de los daños y residuos derivados de operaciones de corta con maquinaria pesada planificadas de manera deficiente, ha dado lugar a la adopción de técnicas y métodos para reducir estos problemas, bajo el nombre de "aprovechamiento de impacto reducido".

Una de las diversas definiciones de 'aprovechamiento de impacto reducido' es la siguiente:

Operaciones de aprovechamiento de madera intensamente planificadas y cuidadosamente controladas para minimizar el impacto ambiental en las masas y suelos forestales.

Se han redactado varios Códigos de prácticas y otras normas que se incluyen en el presente módulo como herramientas o casos. Las medidas y tratamientos que se suelen incluir son los siguientes:

- Un inventario previo a la extracción y al cartografiado de los árboles.
- La planificación de caminos, vías de arrastre y cargaderos previa a la corta utilizando los mapas topográficos.
- Corte de trepadoras y lianas previo a la extracción, en los casos donde las copas de los árboles están conectadas por pesadas lianas.
- Prescripciones relativas a las tasas de extracción para controlar los daños y asegurar la producción futura
- Construcción de caminos, de cargaderos y vías de arrastre siguiendo directrices de diseño favorables al medio ambiente
- Uso de técnicas apropiadas de apeo y tronzado, e inclusive apeo direccional, corta de tocones a ras del suelo para evitar residuos y tronzado óptimo del fuste en trozas de modo que se maximice la recuperación de madera útil aprovechable
- Traslado de trozas con grúa hasta las vías de arrastre, asegurando que la maquinaria de arrastre permanezca siempre en las vías
- Supervisión y control adecuados de las operaciones
- Evaluación posterior a la extracción para informar al gestor de los recursos y al equipo de corta y determinar el grado de éxito en la aplicación de las directrices de aprovechamiento de impacto reducido

Los beneficios del aprovechamiento de impacto reducido son, entre otros:

- Disminución de los árboles cortados innecesariamente y mejor utilización de los cortados, lo que significa menos residuos
- Mejora del tronchado, lo que representa una recuperación mayor de volumen por árbol y, por consiguiente, por hectárea
- Arrastre más cuidadoso que aumenta también la recuperación del volumen
- Reducción a más de la mitad del número de árboles remanentes gravemente dañados
- Disminución en casi la mitad de la superficie alterada por la maquinaria pesada
- Evaluaciones económicas normalmente favorables.

Aserrado con sierra de cadena y manual

El aserrado es la transformación con sierra de cadena in situ de trozas en madera utilizando una sierra mecánica. Las técnicas y el equipo varían. El aserrado manual es el predecesor del aserrado con sierra de cadena.

Las operaciones suelen ser en pequeña escala. Algunas de las ventajas del aserrío con sierra de cadena son las siguientes:

- No requiere inversiones importantes
- Es factible en zonas inaccesibles a la extracción convencional
- Se puede utilizar para convertir árboles aislados en trozas de calidad inferior
- El equipo es menos invasivo que el de las operaciones convencionales

Por regla general, el volumen del cilindro de la sierra mecánica en centímetros cúbicos debe ser mayor que el diámetro de la troza en centímetros. Existen cadenas especiales para el aserrado con sierra de cadena que deberían ser utilizadas. Existen tres tipos de serrería: serrería de raíles, serrería de bastidor y serrería de carro.

El aserrado manual predomina en los bosques tropicales. La recuperación es baja, normalmente entre un 20 por ciento y un 30 por ciento en el caso del aserrado manual y alrededor del 50 por ciento en el de la serrería de carro. En la sección [Casos](#) se ofrecen imágenes y vídeos del aserrado con sierra de cadena.

Madera y biomasa para obtener energía

La extracción de biomasa se puede integrar en los sistemas de aprovechamiento o efectuar de manera independiente. Se puede obtener biomasa de:

Bosques naturales. Esta operación se lleva a cabo de manera extensiva en muchos países en desarrollo. Es habitual que se extraigan partes de árboles en lugar de árboles enteros.

Árboles fuera de los bosques. Los árboles urbanos, árboles para caminos, setos, matorrales y árboles agroforestales constituyen una fuente importante de energía.

Bosques plantados. Los bosques plantados suministran casi el 20 por ciento del combustible derivado de madera.

Residuos del aprovechamiento. Un alto porcentaje (a veces hasta la mitad) de los árboles aprovechables se deja como residuos. Una gran parte se puede utilizar como energía. Esta práctica es muy frecuente en Escandinavia.

Corta de recuperación. Los árboles enfermos y muertos en los rodales dañados se pueden extraer y utilizar para obtener energía.

Raleo. Los troncos eliminados como parte del raleo precomercial y otros árboles no comerciales se pueden utilizar para obtener energía.

Equipo y maquinaria

A continuación se presentan los tipos más comunes de maquinaria. Los lectores que vean las imágenes y los vídeos sugeridos en la sección Casos deben tener presente que gran parte del material procede de los fabricantes. Las opiniones expresadas son las de los productores de los vídeos y no reflejan las de la FAO.

Cortadoras-apiladoras

Son máquinas con ruedas o montadas sobre orugas diseñadas para cortar y apilar los árboles que han de ser arrastrados, transportados o elaborados. Algunos cabezales de corta pueden manipular árboles de hasta 75 cm. Hay dos tipos generales: 1) Máquinas equipadas con un soporte articulado de accionamiento hidráulico para cortar, levantar y mover árboles en la dirección deseada, y 2) máquinas de corta distancia entre ejes con brazos de sujeción y cabezales de corte de acoplamiento compacto, que aseguran, al moverse y girar toda la máquina, el cumplimiento de la función de apilado.

Cosechadoras-procesadoras

Son máquinas que desraman los árboles y los convierten en trozas.

Una cosechadora es una máquina que corta, desrama y troza los árboles a nivel del tocón. Pueden llevar ruedas o carro. El brazo suele ser de unos 10 metros.

Animales de tiro y tractores agrícolas

Los animales de tiro se pueden utilizar para trozas más pequeñas en las operaciones de corta final y de raleo en los bosques artificiales. Los animales utilizados son mulas, bueyes, búfalos de agua y elefantes.

El tractor agrícola puede estar equipado para el arrastre y el transporte, y servir también como máquina básica para procesadoras y cosechadoras sencillas. Los tractores agrícolas se utilizan normalmente en los bosques de plantación.

Tractores forestales de arrastre (skidders)

Los tractores forestales de arrastre de troncos son máquinas autopropulsadas para tirar de árboles o trozas mediante cabrestantes, eslingas de estrangulación, mecanismos de enganche o grapas y plumas. Los tractores de arrastre de troncos sobre orugas suelen ser rígidos (tractores de orugas/bulldozers) o flexibles.

Tractores (o vehículos) forestales autocargadores

Son máquinas que transportan árboles o trozas llevándolos sobre el chasis completamente separados del suelo. Normalmente, las trozas o árboles se cargan y descargan utilizando grúas hidráulicas o mecánicas.

Maquinaria para la carga de trozas y la extracción con pala

Las trozas se pueden cargar en los camiones mediante grúas montadas en éstos (camiones autocargadores) o mediante una máquina de carga independiente. Ésta puede ser un cargador frontal, una máquina sobre ruedas u orugas con horquillas, elevadores o mecanismos de enganche unidos a un brazo elevador en la parte frontal o un cargador hidráulico. Las trozas se pueden cargar además manualmente o por medio de un sencillo sistema de cabrestante.

En la extracción con pala, los cargadores de trozas se utilizan para acercar las trozas al camino forestal. El cargador se mueve por la zona de extracción, agarrando los árboles o trozas a su alcance y balanceándolos para soltarlos más cerca del camino.

Teleféricos forestales, mástiles y carros

Un teleférico forestal es una máquina sobre la que se monta un sistema de cabrestantes que se utilizan para cargar trozas de la zona de corta hasta el cargadero mediante un sistema de arrastre por cable. El mástil es un árbol en pie o levantado, o una torre de acero, utilizado para elevar el cable del teleférico. Un carro es un montaje de ruedas que va y viene en el cable suspendido sobre el terreno. Las trozas se enganchan al carro mediante un cable de arrastre.

Planificación del aprovechamiento

Es necesario insistir en la importante función que la planificación desempeña en la gestión forestal sostenible.

Un plan de aprovechamiento válido requiere un buen conocimiento de los objetivos del plan de gestión, los sistemas de aprovechamiento disponibles y los aspectos logísticos necesarios. Asimismo, es preciso contar con información sobre el lugar.

En líneas generales, la planificación se realiza en los tres niveles siguientes: estratégico, táctico y operativo. Los **planes estratégicos** abarcan largos periodos de tiempo y grandes superficies y pueden comportar, por ejemplo, directrices para la gestión, construcción de instalaciones y grados de intensidad de la gestión. Los **planes tácticos** cubren normalmente periodos de tiempo más cortos y territorios o cuencas hidrográficas. Pueden considerarse como la aplicación de los planes estratégicos. Los **planes operativos** incorporan las medidas necesarias para llevar a cabo las operaciones sobre el terreno.

En la actualidad, en los sistemas de planificación se suelen utilizar sistemas de información geográfica (SIG) que permiten que en el proceso de planificación se tengan en cuenta varios factores al mismo tiempo. El perfeccionamiento de los receptores SIG y de los registradores de datos digitales han mejorado enormemente estos sistemas en los últimos años.

Apeo

El apeo del árbol en pie debe ser considerado como un transporte de madera en el que los primeros metros son los más caros e importantes. Por consiguiente, la principal consideración es que el apeo facilite la extracción. El apeo se debe llevar a cabo sin causar daños al fustes, y minimizando los daños a la masa remanente.

Para realizar el apeo de árboles en pie se utilizan herramientas manuales como hachas, sierras tronadoras o sierras de arco. Parte del desramado se efectúa con hachas y machetes. Las sierras de arco han reemplazado en gran medida a las sierras tronadoras para árboles de hasta 30 cm de diámetro. Actualmente, la mayor parte de los apeos en el sector forestal se llevan a cabo con sierras de cadena.

El apeo se puede clasificar en términos generales de la siguiente manera:

- Apeo incontrolado. No se intenta influir en la dirección de la caída de los árboles, ni se adoptan precauciones en materia de seguridad ni técnicas de trabajo adecuadas.
- Apeo semicontrolado. Los operarios saben dónde caerá el árbol, pero no influirán en la caída. Se observan reglas básicas, como por ejemplo, realizar cortes de caída (o cortes de apeo) y cuñas direccionales (o bocas de apeo) apeo rudimentarias.
- Apeo controlado u organizado. Los cuñas están bien ejecutados, las bocas de apeo están bien situadas y las bisagras se ajustan a la dirección de apeo deseada.
- Apeo dirigido o direccional. Los operarios están plenamente capacitados para realizar la corta de los árboles en la dirección deseada, que puede desviarse considerablemente de la inclinación natural. Se tienen en cuenta aspectos operativos y silvícolas. Se utilizan herramientas adicionales como cuñas y cabrestantes.
- Corta mediante el uso de alta tecnología. En las operaciones completamente mecanizadas se utilizan cortadoras-apiladoras o cosechadoras-procesadoras, y máquinas y técnicas en desarrollo. Por lo general no es factible con árboles grandes.

Los conocimientos técnicos necesarios para llevar a cabo el apeo organizado o direccional se han de adquirir sobre el terreno, preferiblemente bajo la supervisión de instructores profesionales. Se dispone de directrices para los "casos típicos", por ejemplo, árboles con o sin inclinación, con o sin contrafuertes (también denominadas raíces con aletas, tablares o gambas), de conformidad con la inclinación o con 45° o 90° hacia la dirección de la inclinación, si bien, en realidad, sólo existen "casos únicos".

Operaciones de saca

La saca es el proceso de transporte de los troncos del bosque hasta un cargadero o hasta un apartado en la carretera, utilizando generalmente las técnicas que se describen a continuación.

Saca por arrastre

La planificación previa de la saca mejora la eficacia de la extracción, aumenta la seguridad y disminuye los daños que se pueden causar al suelo y los árboles remanentes.

El modo de trabajo en los bosques naturales variará en función del terreno, los costos de la construcción de carreteras y cargaderos, el sistema silvícola y el volumen que se ha de extraer por hectárea. Entre los sistemas de organización de la saca cabe destacar los siguientes: en paralelo, radial, por explosión, aleatoria, en espiga y por desrame. Por lo general, en los terrenos escarpados se prefiere utilizar vías de arrastre paralelas y desramadas. Cuando es posible, los árboles se cortan de manera que las máquinas de saca no tengan que abandonar las vías de arrastre. La distancia entre estas vías varía en función de las condiciones del terreno y las tasas de saca, pero por lo general es más amplia que en los bosques plantados.

Las vías de arrastre se marcarán o abrirán antes del inicio de las operaciones de corta, de manera que se garantice que son transitables y permitan a los operarios elegir la dirección de la caída. Se deben evitar las curvas cerradas.

En los bosques plantados, las vías de arrastre pueden ser más o menos paralelas, por lo general con una distancia entre ellos de 30 a 60 metros.

Saca con cable

En la extracción de madera por cable se utilizan uno o dos cables suspendidos para transportar las trozas desde el bosque hasta el punto de carga. Los cables se manejan desde un cabrestante (llamado también malacate) que puede instalarse en el cargadero o en el extremo opuesto del recorrido del cable.

Por lo general, los sistemas de extracción de madera por cables resultan más caros que los sistemas de arrastre en las zonas donde éste

es posible, si bien los daños que la saca con cable puede causar al suelo son comparativamente inferiores. En todos los niveles de la operación se requiere la participación de personal capacitado.

Los sistemas de extracción por cable pueden ser de tiro alto y cable aéreo. En los primeros, los árboles o las trozas se sacan desde el tocón hasta el cargadero. Las distancias de saca raramente exceden los 300 metros. El sistema es idóneo para la corta a hecho.

En los sistemas de cable aéreo o cable grúa, uno de los extremos de las trozas o los árboles, o los dos, están suspendidos durante el transporte, lo cual aumenta la eficacia y disminuye las alteraciones del terreno. Estos sistemas consisten en un cable aéreo para levantar las trozas del suelo que se tiende entre el mástil de cabeza y el mástil de cola. Por él se desliza el "carro", que transporta la madera hasta el cargadero y retorna al lugar de corta con las eslingas vacías. Las cargas se amarran al carro mediante otro cable denominado cable de arrastre. Las distancias de saca pueden ser mucho mayores que las de los sistemas de tiro alto.

Aprovechamiento de bosques plantados en los trópicos

Por lo general, los bosques plantados son bastante uniformes en lo que se refiere al tamaño y las propiedades de los árboles. El menor tamaño y la homogeneidad de los árboles conlleva que haya más opciones de aprovechamiento que en un bosque pluvial, por ejemplo. El cambio de los sistemas de aprovechamiento de fustes enteros a los de madera corta, o viceversa, es complicado, dado que se tendrán que reconstruir o reemplazar los camiones madereros y cambiar la maquinaria para manipular las trozas y las prácticas en la serrería.

El daño causado al rodal remanente no es un problema en las operaciones de corta final, pero sí lo puede ser en las extracciones intermedias. El apeo direccional hacia las vías de arrastre previamente trazadas reduce los daños. Las operaciones de apeo y extracción deben iniciarse al final de tales vías. Las vías de arrastre se pueden trazar de manera más o menos paralela unos a otras y con una distancia de 30 metros entre sí. En la corta mecanizada es preciso que las vías estén separadas a una distancia de entre 20 y 25 metros.

Las plantaciones no son necesariamente bosques destinados a la producción. La extracción de madera debe estar "en sintonía" con las funciones de la plantación.

Elección de la tecnología apropiada

El aprovechamiento se puede llevar a cabo utilizando muchos métodos y sistemas diferentes. El nivel adecuado depende de una serie de factores que suelen estar relacionados con la cultura, la estructura de costos, los aspectos logísticos y la mano de obra. Algunos ejemplos de factores que se pueden tener en cuenta son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Disponibilidad de mano de obra especializada y no especializada | Posibilidad de conflictos laborales |
| Costo y productividad de la mano de obra especializada y no especializada | Disponibilidad de capital |
| Infraestructura existente | Límites a la importación del equipo y piezas |
| Cultura (horas de trabajo, temporada de trabajo) | Disponibilidad de piezas, instalaciones de mantenimiento |
| Capacidad física para hacer el trabajo (tamaño de la troza, distancia de transporte, pendiente, calor, humedad) | Cambios previstos en la legislación laboral |
| Rentabilidad por metro cúbico producido mediante un sistema manual, animal, manual motorizado y mecanizado | Cambios previstos en los costos del equipo o el combustible |
| Legislación laboral (posibilidad de rescindir un contrato, beneficios) | Disponibilidad de capacitación para la mano de obra |
| Lejanía de los lugares de trabajo (vuelta a casa cada día, cada fin de semana, pocas veces al año) | Capacidad para mantener la mano de obra |
| Infraestructura social (viviendas, escuelas, hospitales) | Legislación, reglamentación o permisos necesarios |
| | Alternativas de elaboración de la madera |
| | Necesidades comerciales: las serrerías pueden ser equipadas para admitir determinadas formas de madera (por ejemplo, troncos enteros o trozas cortas) |

Entre los factores técnicos y físicos figuran los siguientes:

- Características de la madera (tamaño de los árboles, volumen por hectárea, calidad de la madera)
- Terreno (pendiente, perfil del terreno, corrientes de agua, humedales, hondonadas y desigualdades)
- Suelo (textura, contenido de humedad e impacto estacional)
- Fenómenos meteorológicos y clima (fenómenos meteorológicos desfavorables pueden influir en la alteración del suelo y la seguridad del trabajo)
- Sistema silvícola (tamaño y maniobrabilidad de las máquinas)

En términos generales, para ser eficaz la mecanización precisa de una buena infraestructura, comunicaciones, servicios mecánicos y una gestión eficiente.

Aprovechamiento de impacto reducido en los bosques tropicales

La creciente inquietud, especialmente en los trópicos, ante el nivel de los daños y residuos derivados de operaciones de corta con maquinaria pesada planificadas de manera deficiente, ha dado lugar a la adopción de técnicas y métodos para reducir estos problemas, bajo el nombre de “aprovechamiento de impacto reducido”.

Una de las diversas definiciones de ‘aprovechamiento de impacto reducido’ es la siguiente:

Operaciones de aprovechamiento de madera intensamente planificadas y cuidadosamente controladas para minimizar el impacto ambiental en las masas y suelos forestales.

Se han redactado varios Códigos de prácticas y otras normas que se incluyen en el presente módulo como herramientas o casos. Las medidas y tratamientos que se suelen incluir son los siguientes:

- Un inventario previo a la extracción y al cartografiado de los árboles.
- La planificación de caminos, vías de arrastre y cargaderos previa a la corta utilizando los mapas topográficos.
- Corte de trepadoras y lianas previo a la extracción, en los casos donde las copas de los árboles están conectadas por pesadas lianas.
- Prescripciones relativas a las tasas de extracción para controlar los daños y asegurar la producción futura
- Construcción de caminos, de cargaderos y vías de arrastre siguiendo directrices de diseño favorables al medio ambiente
- Uso de técnicas apropiadas de apeo y tronzado, e inclusive apeo direccional, corta de tocones a ras del suelo para evitar residuos y tronzado óptimo del fuste en trozas de modo que se maximice la recuperación de madera útil aprovechable
- Traslado de trozas con grúa hasta las vías de arrastre, asegurando que la maquinaria de arrastre permanezca siempre en las vías
- Supervisión y control adecuados de las operaciones
- Evaluación posterior a la extracción para informar al gestor de los recursos y al equipo de corta y determinar el grado de éxito en la aplicación de las directrices de aprovechamiento de impacto reducido

Los beneficios del aprovechamiento de impacto reducido son, entre otros:

- Disminución de los árboles cortados innecesariamente y mejor utilización de los cortados, lo que significa menos residuos
- Mejora del tronzado, lo que representa una recuperación mayor de volumen por árbol y, por consiguiente, por hectárea
- Arrastre más cuidadoso que aumenta también la recuperación del volumen
- Reducción a más de la mitad del número de árboles remanentes gravemente dañados
- Disminución en casi la mitad de la superficie alterada por la maquinaria pesada
- Evaluaciones económicas normalmente favorables.

Aserrado con sierra de cadena y manual

El aserrado es la transformación con sierra de cadena in situ de trozas en madera utilizando una sierra mecánica. Las técnicas y el equipo varían. El aserrado manual es el predecesor del aserrado con sierra de cadena.

Las operaciones suelen ser en pequeña escala. Algunas de las ventajas del aserrío con sierra de cadena son las siguientes:

- No requiere inversiones importantes
- Es factible en zonas inaccesibles a la extracción convencional
- Se puede utilizar para convertir árboles aislados en trozas de calidad inferior
- El equipo es menos invasivo que el de las operaciones convencionales

Por regla general, el volumen del cilindro de la sierra mecánica en centímetros cúbicos debe ser mayor que el diámetro de la troza en centímetros. Existen cadenas especiales para el aserrado con sierra de cadena que deberían ser utilizadas. Existen tres tipos de serrería: serrería de raíles, serrería de bastidor y serrería de carro.

El aserrado manual predomina en los bosques tropicales. La recuperación es baja, normalmente entre un 20 por ciento y un 30 por ciento en el caso del aserrado manual y alrededor del 50 por ciento en el de la serrería de carro. En la sección [Casos](#) se ofrecen imágenes y videos del aserrado con sierra de cadena.

Madera y biomasa para obtener energía

La extracción de biomasa se puede integrar en los sistemas de aprovechamiento o efectuar de manera independiente. Se puede obtener biomasa de:

Bosques naturales. Esta operación se lleva a cabo de manera extensiva en muchos países en desarrollo. Es habitual que se extraigan partes de árboles en lugar de árboles enteros.

Árboles fuera de los bosques. Los árboles urbanos, árboles para caminos, setos, matorrales y árboles agroforestales constituyen una fuente importante de energía.

Bosques plantados. Los bosques plantados suministran casi el 20 por ciento del combustible derivado de madera.

Residuos del aprovechamiento. Un alto porcentaje (a veces hasta la mitad) de los árboles aprovechables se deja como residuos. Una gran parte se puede utilizar como energía. Esta práctica es muy frecuente en Escandinavia.

Corta de recuperación. Los árboles enfermos y muertos en los rodales dañados se pueden extraer y utilizar para obtener energía.

Raleo. Los troncos eliminados como parte del raleo precomercial y otros árboles no comerciales se pueden utilizar para obtener energía.

Equipo y maquinaria

A continuación se presentan los tipos más comunes de maquinaria. Los lectores que vean las imágenes y los vídeos sugeridos en la sección Casos deben tener presente que gran parte del material procede de los fabricantes. Las opiniones expresadas son las de los productores de los vídeos y no reflejan las de la FAO.

Cortadoras-apiladoras

Son máquinas con ruedas o montadas sobre orugas diseñadas para cortar y apilar los árboles que han de ser arrastrados, transportados o elaborados. Algunos cabezales de corta pueden manipular árboles de hasta 75 cm. Hay dos tipos generales: 1) Máquinas equipadas con un soporte articulado de accionamiento hidráulico para cortar, levantar y mover árboles en la dirección deseada, y 2) máquinas de corta distancia entre ejes con brazos de sujeción y cabezales de corte de acoplamiento compacto, que aseguran, al moverse y girar toda la máquina, el cumplimiento de la función de apilado.

Cosechadoras-procesadoras

Son máquinas que desraman los árboles y los convierten en trozas.

Una cosechadora es una máquina que corta, desrama y troza los árboles a nivel del tocón. Pueden llevar ruedas o carro. El brazo suele ser de unos 10 metros.

Animales de tiro y tractores agrícolas

Los animales de tiro se pueden utilizar para trozas más pequeñas en las operaciones de corta final y de raleo en los bosques artificiales. Los animales utilizados son mulas, bueyes, búfalos de agua y elefantes.

El tractor agrícola puede estar equipado para el arrastre y el transporte, y servir también como máquina básica para procesadoras y cosechadoras sencillas. Los tractores agrícolas se utilizan normalmente en los bosques de plantación.

Tractores forestales de arrastre (skidders)

Los tractores forestales de arrastre de troncos son máquinas autopulsadas para tirar de árboles o trozas mediante cabrestantes, eslingas de estrangulación, mecanismos de enganche o grapas y plumas. Los tractores de arrastre de troncos sobre orugas suelen ser rígidos (tractores de orugas/bulldozers) o flexibles.

Tractores (o vehículos) forestales autocargadores

Son máquinas que transportan árboles o trozas llevándolos sobre el chasis completamente separados del suelo. Normalmente, las trozas o árboles se cargan y descargan utilizando grúas hidráulicas o mecánicas.

Maquinaria para la carga de trozas y la extracción con pala

Las trozas se pueden cargar en los camiones mediante grúas montadas en éstos (camiones autocargadores) o mediante una máquina de carga independiente. Ésta puede ser un cargador frontal, una máquina sobre ruedas u orugas con horquillas, elevadores o mecanismos de

enganche unidos a un brazo elevador en la parte frontal o un cargador hidráulico. Las trozas se pueden cargar además manualmente o por medio de un sencillo sistema de cabrestante.

En la extracción con pala, los cargadores de trozas se utilizan para acercar las trozas al camino forestal. El cargador se mueve por la zona de extracción, agarrando los árboles o trozas a su alcance y balanceándolos para soltarlos más cerca del camino.

Teleféricos forestales, mástiles y carros

Un teleférico forestal es una máquina sobre la que se monta un sistema de cabrestantes que se utilizan para cargar trozas de la zona de corta hasta el cargadero mediante un sistema de arrastre por cable. El mástil es un árbol en pie o levantado, o una torre de acero, utilizado para elevar el cable del teleférico. Un carro es un montaje de ruedas que va y viene en el cable suspendido sobre el terreno. Las trozas se enganchan al carro mediante un cable de arrastre.

Further learning

- Akay, A.E., Arzberger, U., Heinemann, H.R., Heinrich, R., Owende, P.M., Sessions, J. & Spinelli, R.** 2004. Harvesting. In: *Encyclopedia of Forest Sciences* Volume 1. (Burley J., Evans J. Youngquist J.A. editors) Elsevier. Oxford, page 247-285.
- Apud, E., Dahlin, B., Fjeld, D., Hyttinen, P., Meyer F., Mikkonen, E. & McNabb, K.** 2004. Operations In: *Encyclopedia of Forest Sciences* Volume 2. (Burley J., Evans J. Youngquist J.A. editors) Elsevier. Oxford, UK. page 639-666.
- Arzberger, U. & Grimoldi, M.** (Eds.) 2003. [New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains](#). Workshop Proceedings, Ossiach, Austria 2001. FAO, UNECE, ILO & IUFRO.
- Bertault, J.G. & Kadir, K.** 1998. [Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest of East Kalimantan](#). CIRAD-Foret, FORDA, Inhutani I, Jakarta.
- Conway, S.** 1973. *Timber cutting practices*. Miller - Freeman San Francisco, USA.
- Enters, T., Durst, P.B., Applegate, G.B., Kho, P.C.S. & Man, G.** 2002. *Applying reduced impact logging to advance sustainable forest management*. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Eronheimo, E.** 1990. [Integrated small-scale harvesting and wood processing operation](#). FAO, Rome.
- FAO.** 1982. [Logging of mountain forests](#). FAO Forestry Paper 33. FAO, Rome.
- FAO.** 1978. [Appropriate wood harvesting in plantation forests](#). FAO, Rome.
- FAO.** 1995. [Use of construction crane for wood extraction in mountainous terrain](#). FAO, Rome.
- FAO.** 1996. [Forest codes of practice. Contributing to environmentally sound forest operations](#). FAO, Rome.
- FAO.** 1998. [Guidelines for the management of tropical forests 1. The production of wood](#). FAO, Rome.
- FAO.** 2004. [Reduced impact logging in tropical forests. Literature synthesis, analysis and prototype statistical framework](#). Forest Harvesting and Engineering Working Paper No. 1. FAO, Rome.
- FAO.** 2006. [Taking stock: assessing progress in developing and implementing codes of practice for forest harvesting in ASEAN member countries](#). RAP Publication 2006/10. ASEAN, FAO, Bangkok.
- Grebner, D.** 2013. Forest harvesting systems. In: [Introduction to forestry and natural resources](#), pp 287-302. Academic Press.
- McDermott, C.L., Cashore, B. & Kanowski, P.** 2007. [A global comparison of forest practice policies using Tasmania as a constant case](#). GISF Research Paper 010, Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven.
- Nambiar, E.K.S, Smethurst, P.J., Raison, J., House, A.P.N. & Moggridge, B.** 2012. [Assessment of code of practice for plantation forestry: Tasmania](#). CSIRO.
- Pokorny, B., Sabogal, C., Silva, J.N.M., Bernardo, P., Souza, J. & Zweede, J.** 2005. [Compliance with reduced-impact harvesting guidelines by timber enterprises in terra firme forests of the Brazilian Amazon](#). *International Forestry Review* Vol.7 (1): 9-20.
- Sessions, J.** (ed.) 2010. *Forest road operations in the Tropics*. Springer, Berlin.
- Sessions, J.** (ed.) 2010. *Harvesting operations in the tropics*. Springer, Berlin.
- Sessions, J.** (ed.) 1994. International seminar on *Forest operations under mountainous conditions*. University of Harbin, IUFRO, FAO & FEI Inc.
- Sessions, J. & Chung, W.** (eds.) 1999. *International mountain logging and 10th Pacific Northwest skyline symposium*. Department of Forest Engineering, Oregon State University & IUFRO. Corvallis, Oregon, USA.
- Spinelli, R., Secknus, M., Hartsough, B.R. & Francescato, V.** 2007. *Developing the forest-wood-energy chain through the reinforcement*

of forest owners associations. Press Service SRL, Sesto Fiorentino Osmannoro.

Sundberg, U. & Silversides, C.R. 1988. *Operational efficiency in forestry*. Volume 1. Analysis. Kluwer Academic Publishers.

Sundberg, U. & Silversides, C.R. 1988. *Operational efficiency in forestry*. Volume 2. Practice. Kluwer Academic Publishers.

Washington State University Extension. 1999. [A primer for timber harvesting](#). Washington State University Extension, Pullman, Washington.

Wit, M. & van Dam, J. (eds.) 2010. [Chainsaw milling: supplier to local markets](#). Tropenbos International, Wageningen.

Videos

Amazon Sat. [Amazônia Rural - Sustainable forest management – Part 1](#) [Portuguese]. Online video clip. YouTube, 1 April 2014.

Freite, F. [Forest management project of Grupo Orsa](#) [English version]. Online video clip. YouTube, 19 April 2011.

Web links

<http://www.loggingon.net/> *Logging-on*. 2009. Last accessed 19.08.2014.

Credits

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

Initiator(s): Jonas Cedergren - FAO, Forestry Department

Contributor(s): Simone Rose, Cesar Sabogal, - FAO, Forestry Department; Raffaella Spinelli

Reviewer(s): CATIE

