

Management of Planted Forests

Basic knowledge

Módulos relacionados

- [Adaptación y mitigación al cambio climático](#)
- [Aprovechamiento maderero](#)
- [Áreas protegidas](#)
- [Enfoques y herramientas participativas](#)
- [Gestión de la fauna silvestre](#)
- [Gestión de los incendios de vegetación](#)
- [Los bosques y el agua](#)
- [Material forestal reproductivo](#)
- [Ordenación territorial](#)
- [Plagas forestales](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Silvicultura en bosques naturales](#)



El presente módulo sobre Manejo de bosques plantados ofrece información sobre buenas prácticas para el establecimiento y el manejo de los bosques plantados. Se podría considerar como un módulo destinado, principalmente, a la silvicultura de bosques plantados, empezando exactamente ahí donde finaliza el módulo sobre [Material forestal reproductivo](#). Se complementa con los módulos sobre [Aprovechamiento maderero](#), [Madera fuente de energía](#), [Plagas forestales](#), [Agroforestería](#) y [Análisis y desarrollo de mercados para empresas forestales](#). Incluye orientaciones que van desde la selección del lugar y la elección del material de propagación hasta la plantación y los cuidados culturales.



El presente módulo sobre Manejo de bosques plantados ofrece información sobre buenas prácticas para el establecimiento y el manejo de los bosques plantados. Se podría considerar como un módulo destinado, principalmente, a la silvicultura de bosques plantados, empezando exactamente ahí donde finaliza el módulo sobre [Material forestal reproductivo](#). Se complementa con los módulos sobre [Aprovechamiento maderero](#), [Madera fuente de energía](#), [Plagas forestales](#), [Agroforestería](#) y [Análisis y desarrollo de mercados para empresas forestales](#). Incluye orientaciones que van desde la selección del lugar y la elección del material de propagación hasta la plantación y los cuidados culturales.

Reconociendo que los bosques plantados se establecen para alcanzar diferentes objetivos de manejo –y que estos producen una amplia gama de productos y servicios– el presente módulo suministra información más detallada sobre los requisitos para establecerlos y manejarlos eficazmente para producir madera y proteger el medio ambiente. También se ofrecen enlaces a otros módulos especializados de este Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible, además de herramientas útiles para los gestores forestales, una variedad de casos de diferentes partes del mundo y algunos materiales de referencia importantes.

Los bosques plantados se establecen principalmente mediante la siembra de plantas o semillas. La plantación resultante es un tipo de bosque plantado cuya característica es que está compuesto por una o dos especies de árboles, regularmente espaciados y con manejo intensivo (FAO, 2018). En 2020, se estimó que la superficie mundial de bosques plantados era de 294 millones de hectáreas (ha), es decir, el siete por ciento de la superficie forestal mundial. De esta superficie, 131 millones de ha eran plantaciones, es decir, alrededor del 45 por ciento de la superficie total de bosques plantados (FAO, 2020).

Los bosques plantados se manejan a pequeña y gran escala y con una variedad de objetivos diferentes que incluyen la restauración de plantaciones ornamentales, la protección del medio ambiente, la biodiversidad, el secuestro de carbono y la producción de productos madereros y no madereros (Bauhus, van der Meer y Kanninen, 2010; Evans, 2009; Lamb, 2011; Stanturf, Palik y Dumroese, 2014). Si están [manejados de manera sostenible](#), los bosques plantados tienen el potencial de suministrar importantes beneficios sociales y ambientales (FAO, 2010). Si se desea obtener estos beneficios, es importante que las plantaciones estén sometidas a [ordenación responsable](#) utilizando las mejores prácticas (FAO, 2006).

Plantaciones para la producción de madera

Se considera que las plantaciones representan cada vez más uno de los dos puntos extremos del gradiente de intensificación de la gestión forestal. Esto concuerda con las tendencias hacia la intensificación sostenible en la silvicultura para satisfacer la demanda de productos a base de madera y de fibras (Silva, Freer-Smith y Madsen, 2019). En la mayoría de los casos, las plantaciones se establecen con el objetivo de producir madera y pueden producir una amplia gama de productos madereros, incluidos trozas de aserrío, madera para pulpa y biomasa para combustible. En 2014, se produjo el 45 por ciento de la madera en rollo industrial a partir de bosques plantados (Jürgensen,

Kollert y Lebedys, 2014). En muchos casos, las grandes plantaciones forestales son planificadas y manejadas por silvicultores profesionales con un alto nivel de conocimientos en materia de bosques. Estas, a menudo, se complementan con plantaciones establecidas por pequeños propietarios que también abastecen de madera las mismas plantas de procesamiento. Sin embargo, en algunos países (entre otros, la India, Viet Nam e Indonesia), las plantaciones pequeñas (<100 ha) y muy pequeñas (<10 ha) son un componente importante de la superficie total de plantación (Midgley, Stevens y Arnold, 2017). Los propietarios de las pequeñas plantaciones pueden recibir o comprar material de reproducción mejorado de extensionistas gubernamentales, grandes empresas o cooperativas. A veces, venden su cosecha madura a grandes empresas o cooperativas que tienen el tamaño suficiente para manejar molinos y otras plantas de procesamiento. Este modelo suele ser particularmente útil para estos pequeños propietarios de bosques con limitada capacidad financiera y forestal.

Otro objetivo común de las plantaciones forestales es mejorar los medios de vida de las poblaciones rurales. Las plantaciones forestales pueden ser fuentes de empleo para las comunidades que viven en torno a las grandes propiedades forestales, y pueden brindar oportunidades significativas para abordar la desigualdad de género, ya que ofrecen a las familias una diversidad de tipos de empleo. Las plantaciones también ofrecen oportunidades a los empresarios y familias que establecen y manejan plantaciones en sus propiedades, o suministran bienes y servicios como la venta de plantitas a los propietarios de las plantaciones. Por otro lado, la silvicultura puede ser una actividad perjudicial y se requieren buenas prácticas para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores forestales (OIT, 1998).

Bosques plantados para protección y producción de servicios ecosistémicos

Muchos bosques plantados se establecen con el único propósito de producir madera pero, si están bien diseñados y bien manejados, estos bosques pueden también brindar una serie de servicios ecosistémicos (Bauhus, van der Meer y Kanninen, 2010). Si se manejan de forma adecuada, los bosques plantados pueden mejorar la calidad del agua producida por una cuenca hidrográfica o área de captación de aguas, además de proteger el suelo y servir como banda de amortiguación ante inundaciones y fenómenos meteorológicos extremos. Los bosques plantados también pueden complementar los valores de diversidad biológica de los bosques naturales, por ejemplo, sirviendo como corredores ecológicos y como hábitat y fuente de alimentos adicionales.

En los sistemas agrícolas, muchas veces se incluyen árboles plantados para otros fines, por ejemplo, para el enriquecimiento y la estabilización del suelo y la provisión de sombra. Incluso cuando la madera es el principal objetivo, hay casos en los que los cultivos agrícolas forman parte de la fase de desarrollo inicial de la plantación hasta que se produce el cierre del dosel (es decir, los sistemas taungya), o como cultivo a nivel del terreno (p.ej., cúrcuma, índigo, pimiento, café) después del cierre del dosel. En [situaciones de agroforestería](#), los árboles suelen estar más espaciados que en rodales puros.

Además del suministro de madera y productos no madereros, los bosques plantados pueden ser eficaces para absorber grandes cantidades de carbono de la atmósfera y depositarlo en su madera. Si se manejan utilizando las mejores prácticas, la reforestación y la restauración forestal en áreas previamente forestadas pueden contribuir eficazmente a mitigar los efectos del cambio climático (véase el [Informe especial 2020 del IPCC](#) sobre cambio climático y tierra, pág. 27). Sin embargo, la eficacia a largo plazo de los bosques plantados como sumidero de carbono depende en gran medida de la duración de la rotación y la finalidad de la madera producida, además del uso de la tierra que precedió al bosque plantado. En cambio, la madera que se usa en la construcción puede continuar secuestrando carbono durante décadas o siglos y reemplazar materiales con alto contenido de carbono como el acero y el hormigón armado; mientras que la madera utilizada para la producción de energía de biomasa, o productos de celulosa, puede capturar carbono solo durante meses o años (Oliver *et al.*, 2014). Si se establecen plantaciones reemplazando bosques u otra vegetación natural establecida desde hace mucho tiempo, la emisión de carbono a corto plazo, durante el establecimiento, debe equilibrarse con la absorción a largo plazo en la madera; en algunos casos, el balance del carbono sigue siendo desfavorable durante décadas.

Condiciones favorables para el establecimiento de bosques plantados

Como inversión a largo plazo (es decir, de años o décadas) con la capacidad de suministrar múltiples bienes y servicios a las personas y al medio ambiente, es importante contar con un marco sólido de gobernanza y manejo para fomentar y sostener la inversión en los bosques plantados (FAO, 2010). Por tanto, para quienes invierten su tiempo y dinero en el establecimiento de las plantaciones, la tenencia segura de la tierra y los árboles es un requisito previo para las plantaciones, así como la planificación financiera para sufragar el cuidado y la protección de la inversión. Hay enfoques de ordenación del paisaje y la silvicultura, bien establecidos, para lograr un equilibrio entre los diferentes bienes y servicios que suministran los bosques plantados (véanse, por ejemplo, Carnus *et al.*, 2006; Stanturf, Palik y Dumroese, 2014). Los requisitos previos para su implementación son objetivos de manejo claros y a largo plazo para el bosque plantado, y un manejo estable durante el ciclo de vida de la plantación.

Manejos de bosques plantados contribuye a los ODS:



Módulos relacionados

- [Adaptación y mitigación al cambio climático](#)
- [Aprovechamiento maderero](#)
- [Áreas protegidas](#)
- [Enfoques y herramientas participativas](#)
- [Gestión de la fauna silvestre](#)
- [Gestión de los incendios de vegetación](#)
- [Los bosques y el agua](#)
- [Material forestal reproductivo](#)
- [Ordenación territorial](#)
- [Plagas forestales](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Silvicultura en bosques naturales](#)

Reconociendo que los bosques plantados se establecen para alcanzar diferentes objetivos de manejo –y que estos producen una amplia gama de productos y servicios– el presente módulo suministra información más detallada sobre los requisitos para establecerlos y manejarlos eficazmente para producir madera y proteger el medio ambiente. También se ofrecen enlaces a otros módulos especializados de este Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible, además de herramientas útiles para los gestores forestales, una variedad de casos de diferentes partes del mundo y algunos materiales de referencia importantes.

Los bosques plantados se establecen principalmente mediante la siembra de plantas o semillas. La plantación resultante es un tipo de bosque plantado cuya característica es que está compuesto por una o dos especies de árboles, regularmente espaciados y con manejo intensivo (FAO, 2018). En 2020, se estimó que la superficie mundial de bosques plantados era de 294 millones de hectáreas (ha), es decir, el siete por ciento de la superficie forestal mundial. De esta superficie, 131 millones de ha eran plantaciones, es decir, alrededor del 45 por ciento de la superficie total de bosques plantados (FAO, 2020).

Los bosques plantados se manejan a pequeña y gran escala y con una variedad de objetivos diferentes que incluyen la restauración de plantaciones ornamentales, la protección del medio ambiente, la biodiversidad, el secuestro de carbono y la producción de productos madereros y no madereros (Bauhus, van der Meer y Kanninen, 2010; Evans, 2009; Lamb, 2011; Stanturf, Palik y Dumroese, 2014). Si están [manejados de manera sostenible](#), los bosques plantados tienen el potencial de suministrar importantes beneficios sociales y ambientales (FAO, 2010). Si se desea obtener estos beneficios, es importante que las plantaciones estén sometidas a [ordenación](#)

[responsable](#) utilizando las mejores prácticas (FAO, 2006).

Plantaciones para la producción de madera

Se considera que las plantaciones representan cada vez más uno de los dos puntos extremos del gradiente de intensificación de la gestión forestal. Esto concuerda con las tendencias hacia la intensificación sostenible en la silvicultura para satisfacer la demanda de productos a base de madera y de fibras (Silva, Freer-Smith y Madsen, 2019). En la mayoría de los casos, las plantaciones se establecen con el objetivo de producir madera y pueden producir una amplia gama de productos madereros, incluidos trozas de aserrío, madera para pulpa y biomasa para combustible. En 2014, se produjo el 45 por ciento de la madera en rollo industrial a partir de bosques plantados (Jürgensen, Kollert y Lebedys, 2014). En muchos casos, las grandes plantaciones forestales son planificadas y manejadas por silvicultores profesionales con un alto nivel de conocimientos en materia de bosques. Estas, a menudo, se complementan con plantaciones establecidas por pequeños propietarios que también abastecen de madera las mismas plantas de procesamiento. Sin embargo, en algunos países (entre otros, la India, Viet Nam e Indonesia), las plantaciones pequeñas (<100 ha) y muy pequeñas (<10 ha) son un componente importante de la superficie total de plantación (Midgley, Stevens y Arnold, 2017). Los propietarios de las pequeñas plantaciones pueden recibir o comprar material de reproducción mejorado de extensionistas gubernamentales, grandes empresas o cooperativas. A veces, venden su cosecha madura a grandes empresas o cooperativas que tienen el tamaño suficiente para manejar molinos y otras plantas de procesamiento. Este modelo suele ser particularmente útil para estos pequeños propietarios de bosques con limitada capacidad financiera y forestal.

Otro objetivo común de las plantaciones forestales es mejorar los medios de vida de las poblaciones rurales. Las plantaciones forestales pueden ser fuentes de empleo para las comunidades que viven en torno a las grandes propiedades forestales, y pueden brindar oportunidades significativas para abordar la desigualdad de género, ya que ofrecen a las familias una diversidad de tipos de empleo. Las plantaciones también ofrecen oportunidades a los empresarios y familias que establecen y manejan plantaciones en sus propiedades, o suministran bienes y servicios como la venta de plantitas a los propietarios de las plantaciones. Por otro lado, la silvicultura puede ser una actividad perjudicial y se requieren buenas prácticas para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores forestales (OIT, 1998).

Bosques plantados para protección y producción de servicios ecosistémicos

Muchos bosques plantados se establecen con el único propósito de producir madera pero, si están bien diseñados y bien manejados, estos bosques pueden también brindar una serie de servicios ecosistémicos (Bauhus, van der Meer y Kanninen, 2010). Si se manejan de forma adecuada, los bosques plantados pueden mejorar la calidad del agua producida por una cuenca hidrográfica o área de captación de aguas, además de proteger el suelo y servir como banda de amortiguación ante inundaciones y fenómenos meteorológicos extremos. Los bosques plantados también pueden complementar los valores de diversidad biológica de los bosques naturales, por ejemplo, sirviendo como corredores ecológicos y como hábitat y fuente de alimentos adicionales.

En los sistemas agrícolas, muchas veces se incluyen árboles plantados para otros fines, por ejemplo, para el enriquecimiento y la estabilización del suelo y la provisión de sombra. Incluso cuando la madera es el principal objetivo, hay casos en los que los cultivos agrícolas forman parte de la fase de desarrollo inicial de la plantación hasta que se produce el cierre del dosel (es decir, los sistemas taungya), o como cultivo a nivel del terreno (p.ej., cúrcuma, índigo, pimienta, café) después del cierre del dosel. En [situaciones de agroforestería](#), los árboles suelen estar más espaciados que en rodales puros.

Además del suministro de madera y productos no madereros, los bosques plantados pueden ser eficaces para absorber grandes cantidades de carbono de la atmósfera y depositarlo en su madera. Si se manejan utilizando las mejores prácticas, la reforestación y la restauración forestal en áreas previamente forestadas pueden contribuir eficazmente a mitigar los efectos del cambio climático (véase el [Informe especial 2020 del IPCC](#) sobre cambio climático y tierra, pág. 27). Sin embargo, la eficacia a largo plazo de los bosques plantados como sumidero de carbono depende en gran medida de la duración de la rotación y la finalidad de la madera producida, además del uso de la tierra que precedió al bosque plantado. En cambio, la madera que se usa en la construcción puede continuar secuestrando carbono durante décadas o siglos y reemplazar materiales con alto contenido de carbono como el acero y el hormigón armado; mientras que la madera utilizada para la producción de energía de biomasa, o productos de celulosa, puede capturar carbono solo durante meses o años (Oliver *et al.*, 2014). Si se establecen plantaciones reemplazando bosques u otra vegetación natural establecida desde hace mucho tiempo, la emisión de carbono a corto plazo, durante el establecimiento, debe equilibrarse con la absorción a largo plazo en la madera; en algunos casos, el balance del carbono sigue siendo desfavorable durante décadas.

Condiciones favorables para el establecimiento de bosques plantados

Como inversión a largo plazo (es decir, de años o décadas) con la capacidad de suministrar múltiples bienes y servicios a las personas y al medio ambiente, es importante contar con un marco sólido de gobernanza y manejo para fomentar y sostener la inversión en los bosques plantados (FAO, 2010). Por tanto, para quienes invierten su tiempo y dinero en el establecimiento de las plantaciones, la tenencia segura

de la tierra y los árboles es un requisito previo para las plantaciones, así como la planificación financiera para sufragar el cuidado y la protección de la inversión. Hay enfoques de ordenación del paisaje y la silvicultura, bien establecidos, para lograr un equilibrio entre los diferentes bienes y servicios que suministran los bosques plantados (véanse, por ejemplo, Carnus *et al.*, 2006; Stanturf, Palik y Dumroese, 2014). Los requisitos previos para su implementación son objetivos de manejo claros y a largo plazo para el bosque plantado, y un manejo estable durante el ciclo de vida de la plantación.

Manejos de bosques plantados contribuye a los ODS:



In more depth

Esta sección ofrece una breve introducción a los requisitos para establecer y manejar con buenos resultados los bosques plantados destinados a la producción de madera y a la protección del medio ambiente. Se puede considerar que se trata de material técnico para bosques plantados que aborda temas que inician ahí donde finaliza el módulo sobre [Material forestal reproductivo](#). Se complementa con los módulos sobre [Aprovechamiento maderero](#), [Madera fuente de energía](#), [Plagas forestales](#), [Agroforestería](#), y [Análisis y desarrollo de mercados para empresas forestales](#). Se recomienda perfeccionar con información más detallada de la sección sobre Herramientas y los ejemplos presentados en los Casos. Se debe integrar con aspectos técnicos de la silvicultura y también se invita a los lectores a consultar los módulos no técnicos del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre gobernanza y otras condiciones necesarias a realizarse antes de plantear los objetivos de manejo y de empezar el establecimiento de un bosque plantado.

Esta sección ofrece una breve introducción a los requisitos para establecer y manejar con buenos resultados los bosques plantados destinados a la producción de madera y a la protección del medio ambiente. Se puede considerar que se trata de material técnico para bosques plantados que aborda temas que inician ahí donde finaliza el módulo sobre [Material forestal reproductivo](#). Se complementa con los módulos sobre [Aprovechamiento maderero](#), [Madera fuente de energía](#), [Plagas forestales](#), [Agroforestería](#), y [Análisis y desarrollo de mercados para empresas forestales](#). Se recomienda perfeccionar con información más detallada de la sección sobre Herramientas y los ejemplos presentados en los Casos. Se debe integrar con aspectos técnicos de la silvicultura y también se invita a los lectores a consultar los módulos no técnicos del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre gobernanza y otras condiciones necesarias a realizarse antes de plantear los objetivos de manejo y de empezar el establecimiento de un bosque plantado.

Selección y evaluación del sitio

La selección de los lugares para el establecimiento de bosques plantados requiere un examen atento de las limitaciones de carácter social y jurídico como la tenencia de la tierra, la demanda de tierra agrícola productiva y la accesibilidad a la tierra. Los propietarios de tierras, públicos o privados, que hayan tomado la decisión de establecer una plantación deben preparar un plan claro para, al menos, el primer ciclo de rotación desde la siembra hasta la cosecha.

El lugar debe tener suficiente agua, calor y suelo para mantener una cosecha saludable de árboles; se debe tener cuidado de no plantar árboles para la producción de bienes en ecosistemas frágiles o sistemas de alto valor para la conservación, como los humedales. Si un objetivo o consideración económica principal del manejo es producir madera, el sitio debe estar lo suficientemente cerca de un aserradero o de un centro de acopio para que los costos de transporte sean rentables. La plantación a gran escala no es factible si no hay vías de acceso, por lo tanto, todos los sitios considerados para la plantación de bosques deben tener acceso por carretera, o el gestor forestal debe estar preparado para construir estas vías de acceso. Las carreteras mal construidas o con pésimo mantenimiento son, con toda probabilidad, la principal causa de erosión del suelo y de contaminación de las aguas superficiales de los bosques plantados. De tal forma, las carreteras deben construirse y mantenerse de manera profesional para manejar de forma sostenible los bosques plantados a escala (Dykstra y Heinrich, 1996).

Elección de especies y concordancia de sitios

La correspondencia entre el material de plantación adecuado y las condiciones apropiadas del sitio puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una inversión en un bosque plantado. Además, cada especie y procedencia de la especie tiene sus condiciones propias de tolerancias y crecimiento (Webb et al., 1984). A fin de mitigar los riesgos asociados con el cambio climático mundial, en algunos casos los gestores forestales están analizando el uso de procedencias de zonas climáticas más cálidas, o de mezclas de procedencias.

Una amplia gama de factores –como el propósito del bosque plantado, la meta de producción (en su caso), las condiciones predominantes del sitio (p.ej., características del terreno, clima y suelo), la disponibilidad de material de plantación y las características silvícolas y de crecimiento deseadas– determinará la elección de especies adecuadas para un bosque plantado. Según los fines, las especies seleccionadas deberían producir productos comercializables como madera, fibra, leña, alimentos y medicamentos. Es posible que, por razones ecológicas o sociales, se prefieran las especies autóctonas a las introducidas. Por otro lado, el material de plantación de especies forestales introducidas puede haber sido mejorado a través de muchas generaciones de selección artificial para potenciar el crecimiento rápido, las propiedades específicas de la madera o la forma del tallo. Ya sea autóctono o introducido, el material de plantación debe evaluarse por su riesgo para el entorno de la plantación debido a la invasividad y al riesgo que representa el entorno de la plantación debido a plagas y enfermedades. El plan de manejo debe poder mitigar adecuadamente esos riesgos, de ser necesario.

Los viveros y el material de plantación

Uno de los principales pasos en el manejo de los bosques plantados es la utilización de material de plantación de buena calidad. Los gestores forestales deben encontrar una cantidad suficiente de material de plantación viable, a un precio accesible para cumplir con sus

objetivos de manejo, o bien revisar esos objetivos.

Cualesquiera que sean las especies o procedencias preferidas para el material de plantación, un aspecto fundamental en la gestión de los bosques plantados es la utilización de [semillas de buena calidad u otros materiales de propagación](#) (p.ej., plántulas y esquejes) procedentes de árboles madre sanos y bien formados. La utilización de material de plantación de buena calidad disminuye la mortalidad de las plántulas debido al estrés de trasplante y la probabilidad de que se tenga que replantar. Por consiguiente, en los proyectos de forestación o reforestación a gran escala, es aconsejable producir las plántulas en [viveros forestales especializados](#), centros de semillas forestales o viveros centralizados o descentralizados (comunitarios). Es preferible utilizar plantas de contenedores en lugar de plántulas con raíces desnudas a fin de disminuir el riesgo de deshidratación y el estrés de trasplante, y aumentar la probabilidad de que el establecimiento se produzca con buenos resultados (si bien se puede ver un argumento a favor de la utilización de plántulas con raíces desnudas en el módulo [Plagas forestales](#)). Por lo que respecta a las especies arbóreas que rara vez fructifican o cuyas semillas germinan con dificultad, el material clonal de plantación se puede obtener de árboles individuales que tienen características deseables, como elevadas tasas de crecimiento, resistencia a las plagas y calidad de la madera.

La siembra directa de árboles

El uso de tecnologías locales apropiadas, basadas en la demanda de la localidad, es importante para establecer bosques plantados con buenos resultados. En algunos casos, es preferible aumentar lentamente el área de bosque árbol por árbol, en lugar de plantar grandes bloques de árboles a la vez. En este caso, una combinación de siembra directa y regeneración natural asistida es un enfoque útil para el establecimiento de bosques plantados.

Siembra directa significa plantar semillas directamente en el terreno (a menudo recolectadas en la localidad, de árboles con características deseables). Estas semillas suelen ser recolectadas, sembradas y cuidadas por los lugareños, en función de su propio interés de aumentar la cantidad de árboles en su tierra. La ventaja de la siembra directa es el menor costo de capital, ya que no se requiere una preparación intensiva del sitio, ni la adquisición de plántulas, ni los cuidados culturales.

Las condiciones propicias para obtener buenos resultados incluyen habitantes motivados y capacitados para recolectar las semillas y plantarlas en lugares donde puedan germinar y crecer. Si se desea obtener resultados satisfactorios, es necesario plantearse objetivos de manejo que puedan prever un aumento gradual de la cobertura arbórea, con árboles esparcidos por todo el paisaje.

Si desea ulterior información, consúltese (en idioma inglés):

- [Manual práctico para la regeneración natural asistida;](#)
- [Guía de siembra directa de árboles, del USDA;](#)
- [Guía práctica para el roble y el castaño en la India;](#)
- [Diferentes materiales sobre la práctica en el sitio web del proyecto Acción contra la Desertificación.](#)

La siembra y los cuidados culturales

Preparación del terreno y el lugar

La preparación del lugar de plantación –de manera que sea propicio para la supervivencia y la adaptación rápida del material de plantación– es absolutamente necesaria para lograr resultados satisfactorios. A fin de reducir la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes, se debe evitar la eliminación completa de la cubierta vegetal. La preparación del lugar con maquinaria pesada no debe realizarse cuando el contenido de agua del suelo está a la capacidad de campo, ya que esto puede producir una compactación significativa del suelo, asociada con una mayor densidad y una disminución del espacio de macrosporas. Si no se dispone de procedimientos mecanizados de bajo impacto, la preparación del terreno se debe realizar manualmente, en la medida de lo posible, con objeto de mantener la textura del suelo y reducir la pérdida de nutrientes. Deben establecerse y utilizarse bandas de amortiguamiento para proteger los arroyos y los cursos de agua perennes. Se puede proceder a la quema controlada para aclarar grandes superficies de sotobosque denso secundario, pero es necesario contar con el conocimiento de expertos a fin de evitar daños ambientales. En los casos en que el terreno tenga un 15 por ciento o más de pendiente, las líneas de plantación seguirán las curvas de nivel. Se debe evitar la eliminación completa de la maleza durante el proceso de cuidados culturales, para evitar la erosión del suelo.

La plantación de árboles

La plantación de árboles con buenos resultados no es tan simple como pudiera parecer; tampoco es la etapa final del proceso de forestación o reforestación. Si no se eliminan las malas hierbas, se aplica el fertilizante (cuando sea posible) y se evitan los incendios, el duro trabajo de los plantadores forestales y los esfuerzos realizados en los viveros para cultivar las plantas no servirán para nada. Por lo tanto, se debe concebir la forestación y la reforestación como un proceso a largo plazo y no solo como una actividad aislada de plantación de árboles. Para que la plantación sea satisfactoria se deben tener en cuenta los siguientes aspectos como punto de partida, y estos se deben adaptar y adecuar en función de las condiciones locales y las mejores prácticas:

- En un lugar determinado se deberían plantar diversas especies arbóreas adecuadas. Por motivos de organización logística puede

que sea más fácil mantener un número reducido de especies en un sitio determinado y variar las especies a lo largo del paisaje.

- Las plántulas se pueden disponer aleatoriamente en el lugar con una distancia media entre los árboles adyacentes de 2 a 3 metros, o se pueden plantar en líneas o grupos.
- El agujero donde se sembrará la plantita debe tener, al menos, 25 cm de profundidad y 25 cm de ancho (más profundo para áreas de bosque seco; véase [Chidumayo y Gumbo, 2010, Capítulo 9]).
- La densidad combinada de plántulas regeneradas de manera natural más las plantadas normalmente es del orden de 625 troncos por hectárea (con un espaciado medio de 4 m x 4 m), pero puede ascender hasta 10 000 troncos (1 m x 1 m) para algunas especies frondosas. La densidad de plantación debe ser suficiente para establecer un rodal que pueda satisfacer los objetivos y reducir al mínimo al mismo tiempo el costo de las plántulas y el trabajo necesario.
- En términos generales, la altura ideal de las plántulas para su plantación es de entre 25 y 50 cm. Sin embargo, cuando se plantan en una superficie donde ya existe vegetación, por ejemplo, en casos de plantación de enriquecimiento, puede ser necesaria una altura de entre 50 y 75 cm, ya que las plantas más altas tienen más probabilidad de competir con éxito con la vegetación existente. El costo superior que supone producir plantas más grandes en el vivero se verá compensado, probablemente, por tasas de mortalidad inferiores y menores costos de deshierbe.
- El mejor momento para plantar árboles es durante un período en el que el suelo está húmedo y las temperaturas son moderadas (p.ej., a principios de la estación húmeda y/o al final de la temporada de primavera). Las fechas de plantación apropiadas a nivel local se pueden determinar a raíz de los datos meteorológicos locales. El horario recomendado de plantación es temprano por la mañana para reducir el estrés por calor en los trabajadores y las plántulas.
- La logística de la operación desde el vivero hasta el sitio de plantación en el suelo necesita una planificación cuidadosa para reducir el tiempo de transporte y la exposición del material de plantación a la desecación producida por viento y sol.
- En climas templados, se debería realizar un levantamiento de campo de tres a seis meses después de la plantación inicial, con el fin de evaluar la tasa de establecimiento. Las plántulas muertas se deberían reemplazar a principios de la estación húmeda del año siguiente, en teoría con plántulas del mismo tamaño a las supervivientes cercanas. En climas tropicales o en plantaciones de árboles de crecimiento rápido, el levantamiento de campo y el reemplazo de las plántulas muertas deberían realizarse durante la misma temporada de siembra. Usando buenas prácticas en la plantación, el propietario del bosque puede esperar reemplazar entre el 10 y el 15 por ciento de las plántulas plantadas.

Protección de las plántulas

Es preciso proteger las plántulas, ya sean naturales o plantadas, después del establecimiento frente a la competencia de las malas hierbas por la luz, la humedad y los nutrientes, así como contra los incendios y el ramoneo de animales silvestres o domésticos. Los bosques plantados no prosperarán si después de su plantación son olvidados. El crecimiento denso de la mala hierba retrasará el crecimiento de las plántulas, ya sea las que se han plantado como las que se han regenerado de manera natural, e incluso les puede causar la muerte como resultado de la competición por la humedad, los nutrientes y la luz. La eliminación de la mala hierba ayuda a que los árboles recién establecidos sobrevivan y crezcan, ya que reduce al mínimo los efectos dañinos de otras plantas en los árboles deseados. Si se considera necesario el deshierbe mediante productos químicos, por justificaciones económicas, debe ser realizado solamente por personal debidamente capacitado, utilizando el equipo necesario y aplicando los herbicidas de conformidad con las instrucciones y la guía del fabricante, los reglamentos y normas de las autoridades pertinentes. Es fundamental proteger las plántulas plantadas contra plagas y enfermedades para garantizar su supervivencia. Si desea más información al respecto, consúltese (Duryea y Dougherty, 1991; M. Kenis *et al.*, 2019).

Cuidados culturales, raleo y poda

Los cuidados culturales y el raleo de los bosques plantados son operaciones silvícolas destinadas a mejorar la calidad del rodal mediante la eliminación o la supresión de la vegetación no deseada, como plantas rastreras y viñas, y la remoción de los árboles mal formados, dañados o enfermos. El objetivo es aumentar el desarrollo de la copa y el crecimiento del diámetro de los árboles, concentrarse en el incremento futuro de los árboles mejor formados y mejorar la estabilidad del rodal dando un mayor espacio a las raíces de los posibles árboles de cosecha final. El cierre del dosel, o la muerte de las ramas más bajas de los árboles, indican al gestor forestal que es hora de ralear el rodal. Las operaciones de cuidado cultural y de raleo son importantes para lograr los objetivos de producción (p.ej., trozas de aserrío de buena calidad) en el menor tiempo posible. El no aclareo no suele ser apropiado para la producción de madera de uso general o trozas de aserrío o para chapas de buena calidad, pero puede ser adecuado para la producción de madera para pulpa o combustible.

La poda consiste en la eliminación de las ramas laterales vivas o muertas, cerca o al ras del tronco, y de múltiples flechas, de un árbol en pie con el objeto de mejorar la calidad de la madera del árbol. La poda es costosa y se debería realizar únicamente en rodales de los que se espera extraer madera o trozas de aserrío de buena calidad. Muchas especies crecen en bosques plantados en los que la poda se da de forma natural, lo cual reduce la necesidad de podar activamente el rodal. En los casos en que sea necesario, la poda se debería llevar a cabo solo después de la primera operación de raleo, y se debería limitar a los árboles potencialmente buenos (es decir, de cosecha final).

Organización del trabajo y calendario indicativo

Se debe llegar a un acuerdo sobre la participación y la función de las partes interesadas, así como elaborar un calendario para ejecutar los proyectos relativos a los bosques plantados. Es un error común subestimar el tiempo necesario para ejecutar este tipo de proyectos. Los estudios de reconocimiento del lugar del proyecto deberán iniciar dos o tres años antes de la plantación. Normalmente, es mejor plantar superficies pequeñas cada año durante varios años que plantar una gran superficie en una única temporada y tener un gran número de árboles plantados muertos debido a la falta de cuidados culturales. En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de calendario de trabajo adecuado relativo a un proyecto de media a gran escala de bosque plantado destinado a la producción de madera o trozas de aserrío.

Cuadro 1. Calendario de trabajo indicativo para la inversión en bosques plantados en un entorno estacionalmente seco

Tiempo relativo a la actividad de plantación	Intervenciones
30 meses antes	Reconocimiento del lugar del proyecto; aclaración de las cuestiones jurídicas y relativas a la tenencia de la tierra; demarcación de lindes; participación de las partes interesadas y establecimiento de un consenso; redacción de un borrador del plan preliminar del proyecto; inicio de la construcción del vivero.
24 meses antes	Inicio de la recolección controlada de semillas y la producción de plántulas en viveros (teniendo en cuenta las mejores prácticas para el manejo de semillas y viveros de las especies seleccionadas).
12–24 meses antes	Estudio del lugar del proyecto; producción de un mapa topográfico de uso del suelo que comprenda una designación de las funciones del bosque; evaluación de la accesibilidad vial y de la regeneración natural.
6 meses antes	Determinación del número, la calidad y las especies de las plántulas disponibles en los viveros.
2 meses antes (3–4 semanas en los climas tropicales)	Inicio del endurecimiento de plántulas en el vivero.
4–6 semanas antes	Demarcación de las parcelas de plantación en el terreno; señalización de la regeneración natural; preparación de las líneas de plantación; desbroce de malas hierbas en las líneas de plantación.
1 semana antes	Información a las partes interesadas y a los equipos de plantación.
1–2 días antes	Riego de las plántulas y transporte de estas al lugar de plantación, junto con el equipo y el material de plantación.
Campaña de plantación (a principios de la estación húmeda): plantación en el espaciado especificado, tamaño de la plántula 25–50 cm	
1–2 semanas después	Control de la calidad de la plantación; ajuste de las plántulas mal plantadas.
3–6 meses después (durante la misma temporada de la plantación para los climas tropicales)	Estudio del crecimiento y la supervivencia de los árboles plantados; deshierbe y aplicación del fertilizante; repetición de este último, según sea necesario.
Inicio de la estación seca	Construcción de cortafuegos y de torres de observación; organización de patrullas contra incendios.
Final de la estación seca	Estudio del crecimiento y la supervivencia de los árboles plantados y evaluación de las necesidades relativas a la replantación.
6–12 meses después	Replantación de las zonas en las que no se han establecido las plántulas (si procede).
Fase de cuidados culturales: este período es muy variable, y las prácticas de cuidado y cosecha y el período de rotación varían ampliamente según el objetivo de manejo, la zona ecológica y los aspectos económicos	
Años sucesivos	Eliminación de las malas hierbas y las plantas rastreras a lo largo de las líneas de plantación; regulación de la sombra y aplicación de fertilizante, según sea necesario.
Bosque plantado joven	Eliminación de las plantas rastreras de las líneas y en las zonas de intervención; extracción de árboles lobo (árboles que hacen sombra a los demás), árboles de flechas múltiples y otros troncos no deseados.
Bosque plantado de mediana edad	Selección y señalización de 200 a 300 posibles árboles de futura cosecha, de crecimiento y calidad superiores; señalización de los competidores para su extracción; realización de dos raleos que darán lugar a la eliminación del 60 por ciento de los árboles.

Bosque plantado de edad madura	Realización de dos raleos hasta los árboles de cosecha finales; unos cinco años antes del final de la rotación, primera corta de los árboles de cosecha final para eliminar alrededor del 50 por ciento del volumen en pie a fin de favorecer la regeneración natural (si esto es parte del plan de manejo); al final de la rotación, recolección de todos los árboles de cosecha restantes.
--------------------------------	--

Aspectos económicos y costos

Los bosques plantados son inversiones a largo plazo que conllevan costos asociados, por ejemplo, la selección de germoplasma, la producción de viveros, la preparación del sitio, el establecimiento, los cuidados culturales, el deshierbe y otras operaciones silvícolas, como la protección y la cosecha. A continuación, se presentan algunos costos indicativos, que variarán en función de las condiciones locales. Si desea más información al respecto, consulte el módulo del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre Financiación forestal. Es probable que los costos totales de un proyecto eficaz de bosques plantados en los tropicos, incluida la producción de plántulas y todos los materiales y mano de obra necesarios para la plantación, el mantenimiento y el monitoreo durante tres años, oscilen entre 1 000 y 3 000 USD por hectárea. (Evans y Turnbull, 2004, Cuadro 6.1; FAO y CLD, 2015, Cuadro 2; Hitimana, 2019, Comunicación personal). Por lo tanto, los bosques plantados representan una inversión considerable, y su protección a largo plazo es fundamental.

Una vez que se haya establecido la plantación, los cuidados culturales dependen no solo de la habilidad del gestor forestal y de su suerte ante las perturbaciones naturales imprevistas (incendios, tormentas de viento, plagas y enfermedades), sino también de los factores económicos. Las plantaciones se suelen manejar por los bienes que pueden producir y los ingresos que pueden generarse a partir de sus productos; los costos se incurren a lo largo de un ciclo de rotación, pero solo se recuperan con la extracción de madera o los ingresos provenientes del pago por servicios ambientales, permisos de caza, etc. En el período de tiempo que transcurre entre los costos incurridos y la venta de árboles para pagar y recuperar esos costos (la maduración de las inversiones), la contabilidad del propietario refleja el costo de su capital, que comprende (Zhang y Pearce, 2012):

- el tipo de interés prevaleciente (el costo de oportunidad de su inversión);
- la inflación por la cual, si es positiva, una unidad monetaria tiene menor valor en el futuro que en el presente;
- el riesgo, generalmente basado en un riesgo conocido y cuantificable para la madera en pie o el precio;
- la incertidumbre, cosas que el propietario no puede predecir o saber pero que reflejan una percepción personal o cultural de un futuro probable.

Por tanto, las especies de crecimiento rápido, las rotaciones más cortas y la aplicación de actividades de poda y raleo, en un estadio previo al comercial, pueden ser más atractivas como propuesta comercial si el costo de capital es alto. En situaciones de inestabilidad económica, política o social, un terrateniente puede invertir racionalmente menos y cosechar antes su bosque plantado, independientemente de los méritos silvícolas de los cuidados culturales. Para el terrateniente que dirige un negocio de plantación, su inversión debería producir al menos el mismo rendimiento que la tasa de rendimiento ajustada al riesgo de la alternativa a mayor inversión de tiempo de otras inversiones viables.

Beneficios para la localidad

Los beneficios financieros, como los creados por medio del empleo, el aprovechamiento de productos forestales, el ecoturismo o los servicios ambientales, son las fuentes de motivación más obvias y mensurables para que las partes interesadas participen en proyectos de plantaciones forestales. Asimismo, los habitantes aledaños a los bosques plantados suelen considerar también beneficios menos tangibles, como la mejora del medio ambiente (p.ej., los recursos de suelo y agua) y la infraestructura de la comunidad (p.ej., la renovación de edificios escolares), el mantenimiento de las tradiciones culturales y los beneficios políticos (p.ej., el fortalecimiento de los derechos de tenencia de la tierra) como razones igualmente importantes, o más importantes para plantar árboles y reforestar paisajes.

Temas de actualidad

Adaptación a los efectos del cambio climático

La mayor intensidad, cantidad y frecuencia de los peligros bióticos y abióticos (p.ej., fenómenos meteorológicos extremos) previstos como consecuencias del cambio climático, podría aumentar la vulnerabilidad de los bosques plantados e impactar enormemente en la productividad forestal y la provisión de servicios ambientales. Las [Directrices de la FAO sobre el cambio climático para los gestores forestales](#) establecen intervenciones específicas para reducir el riesgo que los efectos del cambio climático representan para los bosques plantados.

Biotecnología

Muchos perciben la aplicación de biotecnologías en los bosques plantados como una oportunidad para proporcionar nuevas variedades de

árboles y materiales de reproducción adaptados a las condiciones ambientales, sociales y económicas en constante cambio. La ingeniería genética, por ejemplo, tiene el potencial de aumentar la productividad de los bosques plantados y generar material de plantación más resistente a las plagas, a la escasez de agua y a los impactos del cambio climático (FAO, 2014, Capítulo 8). Sin embargo, también existen serias preocupaciones sobre los posibles riesgos ambientales que plantean los organismos modificados genéticamente. Entre otras preocupaciones se incluyen la posibilidad de desarrollar especies invasoras agresivas y la pérdida de biodiversidad debido al desplazamiento de cultivares tradicionales por un pequeño número de organismos modificados genéticamente.

La certificación forestal

El objetivo de la certificación forestal es promover la sostenibilidad social, ambiental y económica de la gestión forestal. Se trata de un mecanismo de mercado importante para promover la gestión forestal sostenible, que proporciona una prueba de que los bosques se están manejando de manera responsable. Una etiqueta de certificación en un producto forestal informa a los posibles compradores que el producto fue producido en un bosque bien manejado, de conformidad con un conjunto de normas establecidas. Si desea ulterior información, consulte el módulo del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre [Certificación forestal](#).

Bosques naturales y bosques plantados

A nivel mundial, está aumentando la demanda de productos forestales como madera, fibra de madera, combustibles de madera y productos forestales no madereros, impulsada por cambios demográficos, crecimiento económico, políticas que favorecen el uso de energía renovable y campañas mundiales que promueven el valor de la madera como material ecológico. Al mismo tiempo, el área y la calidad de los bosques naturales están disminuyendo, y los bosques naturales remanentes se designan cada vez más para la protección del suelo y el agua, la conservación de la biodiversidad y otros fines que impiden o limitan la producción de madera (FAO, 2020). Por lo tanto, está aumentando el papel de los bosques plantados para satisfacer la creciente demanda de productos forestales (Carle y Holmgren, 2008; Jürgensen, Kollert y Lebedys, 2014; Payn *et al.*, 2015). A fin de lograr resultados positivos, es importante que el bosque plantado no sustituya al bosque natural que permanece sano y que la comunidad mundial implemente y supervise las mejores prácticas (FAO, 2006).

Bosques plantados y biodiversidad

La diversidad biológica apunala las funciones que los bosques brindan a las personas y al medio ambiente. La biodiversidad en los bosques se conserva principalmente a través de las poblaciones de árboles silvestres y los organismos que coexisten con ellos; esta biodiversidad puede considerarse tanto de valor inherente (p.ej., por razones culturales o espirituales) como de valor para fines utilitarios, como caja de herramientas y plantilla de opciones que ayudan a mejorar la resiliencia. Los ecosistemas forestales naturales conservan la mayor parte de la biodiversidad terrestre; por lo tanto, en varios convenios y acuerdos internacionales se ha destacado la importancia del mantenimiento de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales.

Si bien los bosques plantados pueden complementar los bosques naturales en la conservación de la biodiversidad, no sustituyen las funciones de los bosques naturales como reservorio de biodiversidad. Los bosques plantados pueden verse como un uso especializado de una pequeña fracción de la biodiversidad conservada en los bosques naturales. Si los gestores forestales desean aumentar la diversidad de bienes y servicios del bosque plantado, o aumentar la resiliencia del bosque a la alteración o el cambio, entonces es oportuno aumentar la biodiversidad también en el bosque plantado. Esto puede hacerse a nivel genético, de especies, compartimentos o de paisaje; y también se puede hacer mediante la rotación del cultivo en el tiempo en el mismo lugar (Carnus *et al.*, 2006).

Selección y evaluación del sitio

La selección de los lugares para el establecimiento de bosques plantados requiere un examen atento de las limitaciones de carácter social y jurídico como la tenencia de la tierra, la demanda de tierra agrícola productiva y la accesibilidad a la tierra. Los propietarios de tierras, públicos o privados, que hayan tomado la decisión de establecer una plantación deben preparar un plan claro para, al menos, el primer ciclo de rotación desde la siembra hasta la cosecha.

El lugar debe tener suficiente agua, calor y suelo para mantener una cosecha saludable de árboles; se debe tener cuidado de no plantar árboles para la producción de bienes en ecosistemas frágiles o sistemas de alto valor para la conservación, como los humedales. Si un objetivo o consideración económica principal del manejo es producir madera, el sitio debe estar lo suficientemente cerca de un aserradero o de un centro de acopio para que los costos de transporte sean rentables. La plantación a gran escala no es factible si no hay vías de acceso, por lo tanto, todos los sitios considerados para la plantación de bosques deben tener acceso por carretera, o el gestor forestal debe estar preparado para construir estas vías de acceso. Las carreteras mal construidas o con pésimo mantenimiento son, con toda probabilidad, la principal causa de erosión del suelo y de contaminación de las aguas superficiales de los bosques plantados. De tal forma, las carreteras deben construirse y mantenerse de manera profesional para manejar de forma sostenible los bosques plantados a escala

(Dykstra y Heinrich, 1996).

Elección de especies y concordancia de sitios

La correspondencia entre el material de plantación adecuado y las condiciones apropiadas del sitio puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una inversión en un bosque plantado. Además, cada especie y procedencia de la especie tiene sus condiciones propias de tolerancias y crecimiento (Webb et al., 1984). A fin de mitigar los riesgos asociados con el cambio climático mundial, en algunos casos los gestores forestales están analizando el uso de procedencias de zonas climáticas más cálidas, o de mezclas de procedencias.

Una amplia gama de factores –como el propósito del bosque plantado, la meta de producción (en su caso), las condiciones predominantes del sitio (p.ej., características del terreno, clima y suelo), la disponibilidad de material de plantación y las características silvícolas y de crecimiento deseadas– determinará la elección de especies adecuadas para un bosque plantado. Según los fines, las especies seleccionadas deberían producir productos comercializables como madera, fibra, leña, alimentos y medicamentos. Es posible que, por razones ecológicas o sociales, se prefieran las especies autóctonas a las introducidas. Por otro lado, el material de plantación de especies forestales introducidas puede haber sido mejorado a través de muchas generaciones de selección artificial para potenciar el crecimiento rápido, las propiedades específicas de la madera o la forma del tallo. Ya sea autóctono o introducido, el material de plantación debe evaluarse por su riesgo para el entorno de la plantación debido a la invasividad y al riesgo que representa el entorno de la plantación debido a plagas y enfermedades. El plan de manejo debe poder mitigar adecuadamente esos riesgos, de ser necesario.

Los viveros y el material de plantación

Uno de los principales pasos en el manejo de los bosques plantados es la utilización de material de plantación de buena calidad. Los gestores forestales deben encontrar una cantidad suficiente de material de plantación viable, a un precio accesible para cumplir con sus objetivos de manejo, o bien revisar esos objetivos.

Cualesquiera que sean las especies o procedencias preferidas para el material de plantación, un aspecto fundamental en la gestión de los bosques plantados es la utilización de [semillas de buena calidad u otros materiales de propagación](#) (p.ej., plántulas y esquejes) procedentes de árboles madre sanos y bien formados. La utilización de material de plantación de buena calidad disminuye la mortalidad de las plántulas debido al estrés de trasplante y la probabilidad de que se tenga que replantar. Por consiguiente, en los proyectos de forestación o reforestación a gran escala, es aconsejable producir las plántulas en [viveros forestales especializados](#), centros de semillas forestales o viveros centralizados o descentralizados (comunitarios). Es preferible utilizar plantas de contenedores en lugar de plántulas con raíces desnudas a fin de disminuir el riesgo de deshidratación y el estrés de trasplante, y aumentar la probabilidad de que el establecimiento se produzca con buenos resultados (si bien se puede ver un argumento a favor de la utilización de plántulas con raíces desnudas en el módulo [Plagas forestales](#)). Por lo que respecta a las especies arbóreas que rara vez fructifican o cuyas semillas germinan con dificultad, el material clonal de plantación se puede obtener de árboles individuales que tienen características deseables, como elevadas tasas de crecimiento, resistencia a las plagas y calidad de la madera.

La siembra directa de árboles

El uso de tecnologías locales apropiadas, basadas en la demanda de la localidad, es importante para establecer bosques plantados con buenos resultados. En algunos casos, es preferible aumentar lentamente el área de bosque árbol por árbol, en lugar de plantar grandes bloques de árboles a la vez. En este caso, una combinación de siembra directa y regeneración natural asistida es un enfoque útil para el establecimiento de bosques plantados.

Siembra directa significa plantar semillas directamente en el terreno (a menudo recolectadas en la localidad, de árboles con características deseables). Estas semillas suelen ser recolectadas, sembradas y cuidadas por los lugareños, en función de su propio interés de aumentar la cantidad de árboles en su tierra. La ventaja de la siembra directa es el menor costo de capital, ya que no se requiere una preparación intensiva del sitio, ni la adquisición de plántulas, ni los cuidados culturales.

Las condiciones propicias para obtener buenos resultados incluyen habitantes motivados y capacitados para recolectar las semillas y plantarlas en lugares donde puedan germinar y crecer. Si se desea obtener resultados satisfactorios, es necesario plantearse objetivos de manejo que puedan prever un aumento gradual de la cobertura arbórea, con árboles esparcidos por todo el paisaje.

Si desea ulterior información, consúltese (en idioma inglés):

- [Manual práctico para la regeneración natural asistida;](#)
- [Guía de siembra directa de árboles, del USDA;](#)
- [Guía práctica para el roble y el castaño en la India;](#)
- [Diferentes materiales sobre la práctica en el sitio web del proyecto Acción contra la Desertificación.](#)

La siembra y los cuidados culturales

Preparación del terreno y el lugar

La preparación del lugar de plantación –de manera que sea propicio para la supervivencia y la adaptación rápida del material de plantación– es absolutamente necesaria para lograr resultados satisfactorios. A fin de reducir la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes, se debe evitar la eliminación completa de la cubierta vegetal. La preparación del lugar con maquinaria pesada no debe realizarse cuando el contenido de agua del suelo está a la capacidad de campo, ya que esto puede producir una compactación significativa del suelo, asociada con una mayor densidad y una disminución del espacio de macrosporas. Si no se dispone de procedimientos mecanizados de bajo impacto, la preparación del terreno se debe realizar manualmente, en la medida de lo posible, con objeto de mantener la textura del suelo y reducir la pérdida de nutrientes. Deben establecerse y utilizarse bandas de amortiguamiento para proteger los arroyos y los cursos de agua perennes. Se puede proceder a la quema controlada para aclarar grandes superficies de sotobosque denso secundario, pero es necesario contar con el conocimiento de expertos a fin de evitar daños ambientales. En los casos en que el terreno tenga un 15 por ciento o más de pendiente, las líneas de plantación seguirán las curvas de nivel. Se debe evitar la eliminación completa de la maleza durante el proceso de cuidados culturales, para evitar la erosión del suelo.

La plantación de árboles

La plantación de árboles con buenos resultados no es tan simple como pudiera parecer; tampoco es la etapa final del proceso de forestación o reforestación. Si no se eliminan las malas hierbas, se aplica el fertilizante (cuando sea posible) y se evitan los incendios, el duro trabajo de los plantadores forestales y los esfuerzos realizados en los viveros para cultivar las plantas no servirán para nada. Por lo tanto, se debe concebir la forestación y la reforestación como un proceso a largo plazo y no solo como una actividad aislada de plantación de árboles. Para que la plantación sea satisfactoria se deben tener en cuenta los siguientes aspectos como punto de partida, y estos se deben adaptar y adecuar en función de las condiciones locales y las mejores prácticas:

- En un lugar determinado se deberían plantar diversas especies arbóreas adecuadas. Por motivos de organización logística puede que sea más fácil mantener un número reducido de especies en un sitio determinado y variar las especies a lo largo del paisaje.
- Las plántulas se pueden disponer aleatoriamente en el lugar con una distancia media entre los árboles adyacentes de 2 a 3 metros, o se pueden plantar en líneas o grupos.
- El agujero donde se sembrará la plantita debe tener, al menos, 25 cm de profundidad y 25 cm de ancho (más profundo para áreas de bosque seco; véase [Chidumayo y Gumbo, 2010, Capítulo 9]).
- La densidad combinada de plántulas regeneradas de manera natural más las plantadas normalmente es del orden de 625 troncos por hectárea (con un espaciado medio de 4 m x 4 m), pero puede ascender hasta 10 000 troncos (1 m x 1 m) para algunas especies frondosas. La densidad de plantación debe ser suficiente para establecer un rodal que pueda satisfacer los objetivos y reducir al mínimo al mismo tiempo el costo de las plántulas y el trabajo necesario.
- En términos generales, la altura ideal de las plántulas para su plantación es de entre 25 y 50 cm. Sin embargo, cuando se plantan en una superficie donde ya existe vegetación, por ejemplo, en casos de plantación de enriquecimiento, puede ser necesaria una altura de entre 50 y 75 cm, ya que las plantas más altas tienen más probabilidad de competir con éxito con la vegetación existente. El costo superior que supone producir plantas más grandes en el vivero se verá compensado, probablemente, por tasas de mortalidad inferiores y menores costos de deshierbe.
- El mejor momento para plantar árboles es durante un período en el que el suelo está húmedo y las temperaturas son moderadas (p.ej., a principios de la estación húmeda y/o al final de la temporada de primavera). Las fechas de plantación apropiadas a nivel local se pueden determinar a raíz de los datos meteorológicos locales. El horario recomendado de plantación es temprano por la mañana para reducir el estrés por calor en los trabajadores y las plántulas.
- La logística de la operación desde el vivero hasta el sitio de plantación en el suelo necesita una planificación cuidadosa para reducir el tiempo de transporte y la exposición del material de plantación a la desecación producida por viento y sol.
- En climas templados, se debería realizar un levantamiento de campo de tres a seis meses después de la plantación inicial, con el fin de evaluar la tasa de establecimiento. Las plántulas muertas se deberían reemplazar a principios de la estación húmeda del año siguiente, en teoría con plántulas del mismo tamaño a las supervivientes cercanas. En climas tropicales o en plantaciones de árboles de crecimiento rápido, el levantamiento de campo y el reemplazo de las plántulas muertas deberían realizarse durante la misma temporada de siembra. Usando buenas prácticas en la plantación, el propietario del bosque puede esperar reemplazar entre el 10 y el 15 por ciento de las plántulas plantadas.

Protección de las plántulas

Es preciso proteger las plántulas, ya sean naturales o plantadas, después del establecimiento frente a la competencia de las malas hierbas por la luz, la humedad y los nutrientes, así como contra los incendios y el ramoneo de animales silvestres o domésticos. Los bosques plantados no prosperarán si después de su plantación son olvidados. El crecimiento denso de la mala hierba retrasará el crecimiento de las plántulas, ya sea las que se han plantado como las que se han regenerado de manera natural, e incluso les puede causar la muerte como resultado de la competición por la humedad, los nutrientes y la luz. La eliminación de la mala hierba ayuda a que los árboles recién establecidos sobrevivan y crezcan, ya que reduce al mínimo los efectos dañinos de otras plantas en los árboles deseados. Si se considera

necesario el deshierbe mediante productos químicos, por justificaciones económicas, debe ser realizado solamente por personal debidamente capacitado, utilizando el equipo necesario y aplicando los herbicidas de conformidad con las instrucciones y la guía del fabricante, los reglamentos y normas de las autoridades pertinentes. Es fundamental proteger las plántulas plantadas contra plagas y enfermedades para garantizar su supervivencia. Si desea más información al respecto, consúltese (Duryea y Dougherty, 1991; M. Kenis et al., 2019).

Cuidados culturales, raleo y poda

Los cuidados culturales y el raleo de los bosques plantados son operaciones silvícolas destinadas a mejorar la calidad del rodal mediante la eliminación o la supresión de la vegetación no deseada, como plantas rastreras y viñas, y la remoción de los árboles mal formados, dañados o enfermos. El objetivo es aumentar el desarrollo de la copa y el crecimiento del diámetro de los árboles, concentrarse en el incremento futuro de los árboles mejor formados y mejorar la estabilidad del rodal dando un mayor espacio a las raíces de los posibles árboles de cosecha final. El cierre del dosel, o la muerte de las ramas más bajas de los árboles, indican al gestor forestal que es hora de ralear el rodal. Las operaciones de cuidado cultural y de raleo son importantes para lograr los objetivos de producción (p.ej., trozas de aserrío de buena calidad) en el menor tiempo posible. El no aclareo no suele ser apropiado para la producción de madera de uso general o trozas de aserrío o para chapas de buena calidad, pero puede ser adecuado para la producción de madera para pulpa o combustible.

La poda consiste en la eliminación de las ramas laterales vivas o muertas, cerca o al ras del tronco, y de múltiples flechas, de un árbol en pie con el objeto de mejorar la calidad de la madera del árbol. La poda es costosa y se debería realizar únicamente en rodales de los que se espera extraer madera o trozas de aserrío de buena calidad. Muchas especies crecen en bosques plantados en los que la poda se da de forma natural, lo cual reduce la necesidad de podar activamente el rodal. En los casos en que sea necesario, la poda se debería llevar a cabo solo después de la primera operación de raleo, y se debería limitar a los árboles potencialmente buenos (es decir, de cosecha final).

Organización del trabajo y calendario indicativo

Se debe llegar a un acuerdo sobre la participación y la función de las partes interesadas, así como elaborar un calendario para ejecutar los proyectos relativos a los bosques plantados. Es un error común subestimar el tiempo necesario para ejecutar este tipo de proyectos. Los estudios de reconocimiento del lugar del proyecto deberán iniciar dos o tres años antes de la plantación. Normalmente, es mejor plantar superficies pequeñas cada año durante varios años que plantar una gran superficie en una única temporada y tener un gran número de árboles plantados muertos debido a la falta de cuidados culturales. En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de calendario de trabajo adecuado relativo a un proyecto de media a gran escala de bosque plantado destinado a la producción de madera o trozas de aserrío.

Cuadro 1. Calendario de trabajo indicativo para la inversión en bosques plantados en un entorno estacionalmente seco

Tiempo relativo a la actividad de plantación	Intervenciones
30 meses antes	Reconocimiento del lugar del proyecto; aclaración de las cuestiones jurídicas y relativas a la tenencia de la tierra; demarcación de lindes; participación de las partes interesadas y establecimiento de un consenso; redacción de un borrador del plan preliminar del proyecto; inicio de la construcción del vivero.
24 meses antes	Inicio de la recolección controlada de semillas y la producción de plántulas en viveros (teniendo en cuenta las mejores prácticas para el manejo de semillas y viveros de las especies seleccionadas).
12–24 meses antes	Estudio del lugar del proyecto; producción de un mapa topográfico de uso del suelo que comprenda una designación de las funciones del bosque; evaluación de la accesibilidad vial y de la regeneración natural.
6 meses antes	Determinación del número, la calidad y las especies de las plántulas disponibles en los viveros.
2 meses antes (3–4 semanas en los climas tropicales)	Inicio del endurecimiento de plántulas en el vivero.
4–6 semanas antes	Demarcación de las parcelas de plantación en el terreno; señalización de la regeneración natural; preparación de las líneas de plantación; desbroce de malas hierbas en las líneas de plantación.
1 semana antes	Información a las partes interesadas y a los equipos de plantación.
1–2 días antes	Riego de las plántulas y transporte de estas al lugar de plantación, junto con el equipo y el material de plantación.

Campaña de plantación (a principios de la estación húmeda): plantación en el espaciado especificado, tamaño de la plántula 25–50 cm	
1–2 semanas después	Control de la calidad de la plantación; ajuste de las plántulas mal plantadas.
3–6 meses después (durante la misma temporada de la plantación para los climas tropicales)	Estudio del crecimiento y la supervivencia de los árboles plantados; deshierbe y aplicación del fertilizante; repetición de este último, según sea necesario.
Inicio de la estación seca	Construcción de cortafuegos y de torres de observación; organización de patrullas contra incendios.
Final de la estación seca	Estudio del crecimiento y la supervivencia de los árboles plantados y evaluación de las necesidades relativas a la replantación.
6–12 meses después	Replantación de las zonas en las que no se han establecido las plántulas (si procede).
Fase de cuidados culturales: este período es muy variable, y las prácticas de cuidado y cosecha y el período de rotación varían ampliamente según el objetivo de manejo, la zona ecológica y los aspectos económicos	
Años sucesivos	Eliminación de las malas hierbas y las plantas rastreras a lo largo de las líneas de plantación; regulación de la sombra y aplicación de fertilizante, según sea necesario.
Bosque plantado joven	Eliminación de las plantas rastreras de las líneas y en las zonas de intervención; extracción de árboles lobo (árboles que hacen sombra a los demás), árboles de flechas múltiples y otros troncos no deseados.
Bosque plantado de mediana edad	Selección y señalización de 200 a 300 posibles árboles de futura cosecha, de crecimiento y calidad superiores; señalización de los competidores para su extracción; realización de dos raleos que darán lugar a la eliminación del 60 por ciento de los árboles.
Bosque plantado de edad madura	Realización de dos raleos hasta los árboles de cosecha finales; unos cinco años antes del final de la rotación, primera corta de los árboles de cosecha final para eliminar alrededor del 50 por ciento del volumen en pie a fin de favorecer la regeneración natural (si esto es parte del plan de manejo); al final de la rotación, recolección de todos los árboles de cosecha restantes.

Aspectos económicos y costos

Los bosques plantados son inversiones a largo plazo que conllevan costos asociados, por ejemplo, la selección de germoplasma, la producción de viveros, la preparación del sitio, el establecimiento, los cuidados culturales, el deshierbe y otras operaciones silvícolas, como la protección y la cosecha. A continuación, se presentan algunos costos indicativos, que variarán en función de las condiciones locales. Si desea más información al respecto, consulte el módulo del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre Financiación forestal. Es probable que los costos totales de un proyecto eficaz de bosques plantados en los trópicos, incluida la producción de plántulas y todos los materiales y mano de obra necesarios para la plantación, el mantenimiento y el monitoreo durante tres años, oscilen entre 1 000 y 3 000 USD por hectárea. (Evans y Turnbull, 2004, Cuadro 6.1; FAO y CLD, 2015, Cuadro 2; Hitimana, 2019, Comunicación personal). Por lo tanto, los bosques plantados representan una inversión considerable, y su protección a largo plazo es fundamental.

Una vez que se haya establecido la plantación, los cuidados culturales dependen no solo de la habilidad del gestor forestal y de su suerte ante las perturbaciones naturales imprevistas (incendios, tormentas de viento, plagas y enfermedades), sino también de los factores económicos. Las plantaciones se suelen manejar por los bienes que pueden producir y los ingresos que pueden generarse a partir de sus productos; los costos se incurren a lo largo de un ciclo de rotación, pero solo se recuperan con la extracción de madera o los ingresos provenientes del pago por servicios ambientales, permisos de caza, etc. En el período de tiempo que transcurre entre los costos incurridos y la venta de árboles para pagar y recuperar esos costos (la maduración de las inversiones), la contabilidad del propietario refleja el costo de su capital, que comprende (Zhang y Pearse, 2012):

- el tipo de interés prevaleciente (el costo de oportunidad de su inversión);
- la inflación por la cual, si es positiva, una unidad monetaria tiene menor valor en el futuro que en el presente;
- el riesgo, generalmente basado en un riesgo conocido y cuantificable para la madera en pie o el precio;
- la incertidumbre, cosas que el propietario no puede predecir o saber pero que reflejan una percepción personal o cultural de un futuro probable.

Por tanto, las especies de crecimiento rápido, las rotaciones más cortas y la aplicación de actividades de poda y raleo, en un estadio previo al comercial, pueden ser más atractivas como propuesta comercial si el costo de capital es alto. En situaciones de inestabilidad económica, política o social, un terrateniente puede invertir racionalmente menos y cosechar antes su bosque plantado, independientemente de los méritos silvícolas de los cuidados culturales. Para el terrateniente que dirige un negocio de plantación, su inversión debería producir al menos el mismo rendimiento que la tasa de rendimiento ajustada al riesgo de la alternativa a mayor inversión de tiempo de otras inversiones viables.

Beneficios para la localidad

Los beneficios financieros, como los creados por medio del empleo, el aprovechamiento de productos forestales, el ecoturismo o los servicios ambientales, son las fuentes de motivación más obvias y mensurables para que las partes interesadas participen en proyectos de plantaciones forestales. Asimismo, los habitantes aledaños a los bosques plantados suelen considerar también beneficios menos tangibles, como la mejora del medio ambiente (p.ej., los recursos de suelo y agua) y la infraestructura de la comunidad (p.ej., la renovación de edificios escolares), el mantenimiento de las tradiciones culturales y los beneficios políticos (p.ej., el fortalecimiento de los derechos de tenencia de la tierra) como razones igualmente importantes, o más importantes para plantar árboles y reforestar paisajes.

Temas de actualidad

Adaptación a los efectos del cambio climático

La mayor intensidad, cantidad y frecuencia de los peligros bióticos y abióticos (p.ej., fenómenos meteorológicos extremos) previstos como consecuencias del cambio climático, podría aumentar la vulnerabilidad de los bosques plantados e impactar enormemente en la productividad forestal y la provisión de servicios ambientales. Las [Directrices de la FAO sobre el cambio climático para los gestores forestales](#) establecen intervenciones específicas para reducir el riesgo que los efectos del cambio climático representan para los bosques plantados.

Biotecnología

Muchos perciben la aplicación de biotecnologías en los bosques plantados como una oportunidad para proporcionar nuevas variedades de árboles y materiales de reproducción adaptados a las condiciones ambientales, sociales y económicas en constante cambio. La ingeniería genética, por ejemplo, tiene el potencial de aumentar la productividad de los bosques plantados y generar material de plantación más resistente a las plagas, a la escasez de agua y a los impactos del cambio climático (FAO, 2014, Capítulo 8). Sin embargo, también existen serias preocupaciones sobre los posibles riesgos ambientales que plantean los organismos modificados genéticamente. Entre otras preocupaciones se incluyen la posibilidad de desarrollar especies invasoras agresivas y la pérdida de biodiversidad debido al desplazamiento de cultivares tradicionales por un pequeño número de organismos modificados genéticamente.

La certificación forestal

El objetivo de la certificación forestal es promover la sostenibilidad social, ambiental y económica de la gestión forestal. Se trata de un mecanismo de mercado importante para promover la gestión forestal sostenible, que proporciona una prueba de que los bosques se están manejando de manera responsable. Una etiqueta de certificación en un producto forestal informa a los posibles compradores que el producto fue producido en un bosque bien manejado, de conformidad con un conjunto de normas establecidas. Si desea ulterior información, consulte el módulo del Conjunto de Herramientas para la GFS sobre [Certificación forestal](#).

Bosques naturales y bosques plantados

A nivel mundial, está aumentando la demanda de productos forestales como madera, fibra de madera, combustibles de madera y productos forestales no madereros, impulsada por cambios demográficos, crecimiento económico, políticas que favorecen el uso de energía renovable y campañas mundiales que promueven el valor de la madera como material ecológico. Al mismo tiempo, el área y la calidad de los bosques naturales están disminuyendo, y los bosques naturales remanentes se designan cada vez más para la protección del suelo y el agua, la conservación de la biodiversidad y otros fines que impiden o limitan la producción de madera (FAO, 2020). Por lo tanto, está aumentando el papel de los bosques plantados para satisfacer la creciente demanda de productos forestales (Carle y Holmgren, 2008; Jürgensen, Kollert y Lebedys, 2014; Payn *et al.*, 2015). A fin de lograr resultados positivos, es importante que el bosque plantado no sustituya al bosque natural que permanece sano y que la comunidad mundial implemente y supervise las mejores prácticas (FAO, 2006).

Bosques plantados y biodiversidad

La diversidad biológica apunala las funciones que los bosques brindan a las personas y al medio ambiente. La biodiversidad en los bosques se conserva principalmente a través de las poblaciones de árboles silvestres y los organismos que coexisten con ellos; esta biodiversidad puede considerarse tanto de valor inherente (p.ej., por razones culturales o espirituales) como de valor para fines utilitarios, como caja de herramientas y plantilla de opciones que ayudan a mejorar la resiliencia. Los ecosistemas forestales naturales conservan la mayor parte de la biodiversidad terrestre; por lo tanto, en varios convenios y acuerdos internacionales se ha destacado la importancia del mantenimiento de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales.

Si bien los bosques plantados pueden complementar los bosques naturales en la conservación de la biodiversidad, no sustituyen las

funciones de los bosques naturales como reservorio de biodiversidad. Los bosques plantados pueden verse como un uso especializado de una pequeña fracción de la biodiversidad conservada en los bosques naturales. Si los gestores forestales desean aumentar la diversidad de bienes y servicios del bosque plantado, o aumentar la resiliencia del bosque a la alteración o el cambio, entonces es oportuno aumentar la biodiversidad también en el bosque plantado. Esto puede hacerse a nivel genético, de especies, compartimentos o de paisaje; y también se puede hacer mediante la rotación del cultivo en el tiempo en el mismo lugar (Carnus *et al.*, 2006).

Further learning

Arriaga, V., Cervantes, V. & Vargas-Mena, A. 2006. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

CABI International. 2002. [Pines of Silvicultural Importance](#). CABI Publishing Series. Boston, MA, CABI Pub.

Carle, J. & Holmgren, P. 2003. [Definitions related to planted forests](#). Paper presented at the UNFF inter-sessional expert meeting on *The Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management - Maximizing Planted Forests' Contribution to SFM*. Wellington, New Zealand, March 2003.

Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B. 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, 104 (2) : 65-77.

Cossalter, C. & Pye-Smith, C. 2003. [Fast-wood forestry. Myths and realities](#). Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.

Evans, J. (ed.) 2009. [Planted forests: uses, impacts, and sustainability](#). CAB International & FAO.

Evans, J. & Turnbull, J. 2004. *Plantation Forestry in the Tropics*, 3rd edn. Oxford University Press, Oxford.

Evans, J. 1999. [Sustainability of forest plantations. The evidence](#). Department for International Development (DFID). London, UK.

FAO. several years. [Working paper series on planted forests](#).

FAO. several years. Articles on planted forests published in [Unasylva](#).

Foucard, J.C. 2008. [Filière pépinière : de la production à la plantation](#). Tec & Doc Lavoisier.

Isebrands, J.G. & Richardson, J., eds. 2014. [Poplars and willows?: trees for society and the environment](#). Rome, Italy, Boston, MA?: CABI?; Rome?: FAO, [2014] ©2014. 634 pp.

International Congress on Planted Forests. 2013. Planted forests are a vital resource for future green economies. [Summary Report of the 3rd International Congress on Planted Forests](#). Bordeaux, Dublin, Porto, Estoril.

ITTO. 1993. [Guidelines for the establishment and sustainable management of planted tropical forests](#). Policy Development Series 4, Yokohama. Japan.

Matthews J.D. 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford University Press.

Mead, D.J. 2013. *Sustainable management of Pinus radiata plantations / by Donald J. Mead*. FAO, ed. FAO forestry paper?; no. 170. 0258-6150. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Nambiar, E.K.S. 2019 [Tamm Review: Re-imagining forestry and wood business: pathways to rural development, poverty alleviation and climate change mitigation in the tropics](#). *Forest Ecology and Management*. Volume 448, 15 September 2019, Pages 160-173.

Oxford Tropical Forestry Papers. (1968 - present) (available at <https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/oxford/ftp>).

Tiarks, A., Nambiar, E.K.S. & Cossalter, C., 1998. [Site management and productivity in tropical forest plantations](#). Occasional Paper no 16, Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.

Varmola, M., Florencia, Lee, D., Montagnini, F., Saramäki, J. & y Gautier, D. [Funciones diversificadas de los bosques plantados](#).

Wadsworth, F. 2000. [Producción forestal para América tropical](#). Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal, Manual de Agricultura. IUFRO-SPDC Textbook Project No. 3.

Wormald, T.J. 1992. [Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics](#). FAO forestry paper 103. Rome, Italy.

Zhang, D. & Pearse, P.H. 2012. *Forest Economics*. UBC Press. 390 pp.

Web links

http://www.itto.int/project_search/ ITTO - Project search. 2004-2014. Last accessed 17.05.2021.

References

- Bauhus, J., van der Meer, P.J. & Kanninen, M. 2010. Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests. 1-254 pp.
- Carle, J. & Holmgren, P. 2008. Wood from planted forests: a global outlook 2005-2030. *Forest Products Journal*, 58(12): 6–18.
- Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B. 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, 104(2): 65–77. <https://doi.org/10.1093/jof/104.2.65>
- Chidumayo, E.N. & Gumbo, D.J. 2010. *The dry forests and woodlands of Africa: Managing for products and services*. E.N. Chidumayo & D.J. Gumbo, eds. London, UK, Earthscan Publications. 1-288 pp. (also available at https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGumbo1001.pdf).
- Duryea, M.L. & Dougherty, P.M. 1991. *Forest Regeneration Manual*. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 425 pp.
- Dykstra, D.P. & Heinrich, R. 1996. *FAO model code of forest harvesting practice*. Rome, Italy, FAO. (also available at www.fao.org/3/v6530e/v6530e00.htm).
- Evans, J. 2009. *Planted forests: uses, impacts, and sustainability*. 224 pp. (also available at books.google.com/books).
- Evans, J. & Turnbull, J.W. 2004. *Plantation forestry in the tropics: the role, silviculture, and use of planted forest for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes*. Oxford (United Kingdom) Oxford Univ. Press.
- FAO. 2006. *Responsible management of planted forests: voluntary guidelines*. Rome, Italy. 73 pp. (also available at www.fao.org/docrep/pdf/009/j9256e/j9256e00.pdf).
- FAO. 2010. *Planted forests in sustainable forest management. A statement of principles*. FAO, p. Rome, Italy. (also available at www.fao.org/3/al248e/al248e00.pdf).
- FAO. 2014. *The State of the World's Forest Genetic Resources*. Rome, Italy, FAO. 304 pp. (also available at www.fao.org/3/a-i3825e.pdf).
- FAO. 2018. *Global forest resources assessment 2020: Terms and Definitions*. Rome, Italy. 32 pp. (also available at www.fao.org/3/l8661EN/l8661en.pdf).
- FAO. 2020. *Global Forest Resources Assessment 2020: Main Report*. Rome, Italy. (also available at www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf).
- FAO & UNCCD. 2015. *Sustainable financing for forest and landscape restoration: Key Messages*
- ILO. 1998. *Safety and health in forestry work: An ILO code of practice*. Geneva, Switzerland. (also available at https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_107793.pdf).
- Jürgensen, C., Kollert, W. & Lebedys, A. 2014. Assessment of industrial roundwood production from planted forests. *FAO Planted Forests and Trees Working Paper*, FP/48/E(48): 40. (also available at www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/).
- Lamb, D. 2011. Regreening the Bare Hills?: Tropical Forest Restoration in the Asia-Pacific Region. search.ebscohost.com/login.aspx
- M. Kenis, B.P.H., Colombari, F., Lawson, S., Sun, J., Wilken, C., Weeks, R. & Sathyapala, S. 2019. *Guide to the classical biological control of insect pests in planted and natural forests*. 113 pp. (also available at www.fao.org/3/ca3677en/CA3677EN.pdf).
- Midgley, S.J., Stevens, P.R. & Arnold, R.J. 2017. Hidden assets: Asia's smallholder wood resources and their contribution to supply chains of commercial wood. *Australian Forestry*, 80(1): 10–25. <https://doi.org/10.1080/00049158.2017.1280750>
- Oliver, C.D., Nassar, N.T., Lippke, B.R. & McCarter, J.B. 2014. Carbon, Fossil Fuel, and Biodiversity Mitigation With Wood and Forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(3): 248–275. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.839386>

Payn, T., Carnus, J.M., Freer-Smith, P., Kimberley, M., Kollert, W., Liu, S., Orazio, C., Rodriguez, L., Silva, L.N. & Wingfield, M.J. 2015. Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecology and Management*, 352: 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.021>

Silva, L.N., Freer-Smith, P. & Madsen, P. 2019. Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations. *New Forests*, 50(2): 153–168. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9644-6>

Stanturf, J.A., Palik, B.J. & Dumroese, R.K. 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, 331: 292–323. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.029>

Webb, D.B., Wood, P.D., Smith, J.P. & Henman, G.S. 1984. *A Guide to Species Selection for Tropical and sub-Tropical Plantations*. Oxford, UK, Oxford?: Oxford University Press. 266 pp.

Zhang, D. & Pearse, P.H. 2012. *Forest Economics*. UBC Press. 390 pp. (also available at <https://books.google.it/books?id=ZSaqugAACAAJ>).

Credits

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

Initiator(s): Walter Kollert - FAO, Forestry Division

Contributor(s): Cesar Sabogal - FAO, Forestry Division

Reviewer(s): ITTO

This module was revised in 2017 to strengthen gender considerations.

Initiator(s): Gender Team in Forestry

Reviewer(s): Walter Kollert

This module was revised in 2020 to update the content

Initiators(s): Benjamin Caldwell - FAO Forestry Division; Hubertus van Heisenberg - Independent consultant.

Reviewers: New Generation Plantations team, IUFRO Task Force on Sustainable Planted forests for a Greener Future; Sawlog Production Grant Scheme; Jonas Cedergren, Nora Berrahmouni, Patrice Savadogo - FAO; Peter Kanowski.

