

Forest Reproductive Material

Basic knowledge



El módulo sobre Material forestal reproductivo está destinado a las personas que se dedican a la planificación de iniciativas de reforestación, forestación y restauración de bosques, los encargados de formular estrategias para la conservación de material forestal reproductivo y otros interesados en la utilización y conservación de material forestal reproductivo de buena calidad y los beneficios que ello comporta.

El módulo pone de relieve cuestiones fundamentales en la gestión del material forestal reproductivo e incluye enlaces a herramientas y casos pertinentes.



El módulo sobre Material forestal reproductivo está destinado a las personas que se dedican a la planificación de iniciativas de reforestación, forestación y restauración de bosques, los

encargados de formular estrategias para la conservación de material forestal reproductivo y otros interesados en la utilización y conservación de material forestal reproductivo de buena calidad y los beneficios que ello comporta.

El módulo pone de relieve cuestiones fundamentales en la gestión del material forestal reproductivo e incluye enlaces a herramientas y casos pertinentes.

El término material forestal reproductivo abarca semillas, partes de plantas (por ejemplo, esquejes e injertos) y plantas cultivadas mediante semillas o partes de ellas, incluidas las plantas propagadas *in vitro*. Un buen conocimiento del material forestal reproductivo –como la variación genética y morfológica, la biología reproductiva, la biología y el almacenamiento de la semilla, así como la propagación vegetal (por semillas o medios vegetativos)– es fundamental para la gestión forestal sostenible de los bosques naturales y plantados. En los bosques plantados, por ejemplo, el conocimiento adecuado de estos aspectos contribuirá a garantizar la utilización de técnicas apropiadas en la selección de la fuente de las semillas; la recolección, el análisis y el almacenamiento de semillas; la producción de plántulas, y la adaptación del material forestal reproductivo a las condiciones ambientales del lugar de plantación.

Es de vital importancia que se establezcan sistemas de gestión adecuados del material forestal reproductivo en los proyectos de forestación, reforestación y restauración de bosques. En dichos sistemas participarán numerosas partes interesadas, como los centros nacionales de semillas de árboles y los responsables de las políticas; organismos del sector privado de distintas dimensiones, como empresas de semillas, distribuidores de semillas y viveros; las comunidades locales, y los gestores de los programas y proyectos de forestación.

La gestión de material forestal reproductivo implica, entre otras cosas:

- la identificación de especies, proveniencias e individuos apropiados como fuentes de material forestal reproductivo;
- la recolección y la adquisición de material forestal reproductivo;
- la manipulación y el almacenamiento de material forestal reproductivo, y
- la producción y el transporte de plántulas.

Material forestal reproductivo contribuye a los ODS:



El término material forestal reproductivo abarca semillas, partes de plantas (por ejemplo, esquejes e injertos) y plantas cultivadas mediante semillas o partes de ellas, incluidas las plantas propagadas *in vitro*. Un buen conocimiento del material forestal reproductivo –como la variación genética y morfológica, la biología reproductiva, la biología y el almacenamiento de la semilla, así como la propagación vegetal

(por semillas o medios vegetativos)– es fundamental para la gestión forestal sostenible de los bosques naturales y plantados. En los bosques plantados, por ejemplo, el conocimiento adecuado de estos aspectos contribuirá a garantizar la utilización de técnicas apropiadas en la selección de la fuente de las semillas; la recolección, el análisis y el almacenamiento de semillas; la producción de plántulas, y la adaptación del material forestal reproductivo a las condiciones ambientales del lugar de plantación.

Es de vital importancia que se establezcan sistemas de gestión adecuados del material forestal reproductivo en los proyectos de forestación, reforestación y restauración de bosques. En dichos sistemas participarán numerosas partes interesadas, como los centros nacionales de semillas de árboles y los responsables de las políticas; organismos del sector privado de distintas dimensiones, como empresas de semillas, distribuidores de semillas y viveros; las comunidades locales, y los gestores de los programas y proyectos de forestación.

La gestión de material forestal reproductivo implica, entre otras cosas:

- la identificación de especies, proveniencias e individuos apropiados como fuentes de material forestal reproductivo;
- la recolección y la adquisición de material forestal reproductivo;
- la manipulación y el almacenamiento de material forestal reproductivo, y
- la producción y el transporte de plántulas.

Material forestal reproductivo contribuye a los ODS:



In more depth

En toda actividad de plantación de árboles, es fundamental iniciar con el material reproductivo adecuado. Lamentablemente, existen numerosos ejemplos en todo el mundo de programas de regeneración forestal que han fracasado por no haber prestado la debida atención al material forestal reproductivo.

En toda actividad de plantación de árboles, es fundamental iniciar con el material reproductivo adecuado. Lamentablemente, existen numerosos ejemplos en todo el mundo de programas de regeneración forestal que han fracasado por no haber prestado la debida atención al material forestal reproductivo.

Objetivos de los programas de material forestal reproductivo

Conservación de la diversidad genética. La función del material forestal reproductivo en la conservación de la diversidad genética dependerá de si la conservación se realizará *in situ* o *ex situ*. En la conservación *ex situ*, el material forestal reproductivo recolectado se documentará de manera adecuada, y se registrará información sobre la ubicación de los rodales de los que se ha obtenido, el número de árboles de cada rodal de los que se han recolectado las semillas (y, preferiblemente, la ubicación de cada árbol recolectado), y diversos parámetros ecológicos y del suelo, entre otras cosas. Se identificarán los árboles madre de los que proceden las semillas. Siempre que sea posible, se recolectarán muestras de frutos y hojas de cada árbol semillero a fin de asegurar que sus especies han sido identificadas correctamente.

Es preciso tener buenos conocimientos sobre la fisiología y la manipulación de la semilla de manera que se garantice que las semillas se pueden conservar a largo plazo. Se evaluarán los indicadores de calidad de la semilla como el contenido de humedad, la pureza y la viabilidad.

Gestión de bosques naturales. La finalidad de la gestión de bosques naturales es optimizar la diseminación y la regeneración natural de las especies deseadas; para ello, es importante conocer la biología reproductiva de dichas especies. En algunos bosques naturales y bajo determinados regímenes de gestión, puede ser necesario recolectar la semilla y sembrarla en los bosques naturales (lo que se denomina a veces "siembra directa") o cultivar las plántulas en viveros para su plantación en los bosques (lo que se llama a veces "plantación de enriquecimiento"), a fin de favorecer los procesos de regeneración. Es fundamental disponer de buenos conocimientos silvícolas y conocimientos prácticos especializados para que dichas actividades logren resultados satisfactorios.

Plantaciones a gran escala. Resulta esencial utilizar material forestal reproductivo de buena calidad para obtener resultados satisfactorios con las actividades de plantación de árboles, ya se hagan con fines de rehabilitación de tierras degradadas, de producción comercial de fibras lignificadas, de conservación u otros propósitos. Por consiguiente, debe prestarse atención al contexto institucional, y puede ser preciso llevar a cabo actividades de desarrollo de la capacidad. Los proyectos a gran escala requerirán una gran cantidad de material forestal reproductivo, por lo que puede ser necesario establecer centros nacionales o subnacionales de semillas de árboles o reforzar los existentes.

Forestería comunitaria. En la forestería y la agroforestería comunitarias se puede alentar a las comunidades locales o los distribuidores de semillas a que contribuyan en diferentes puntos del sistema de suministro de material forestal reproductivo. Las comunidades locales y los agricultores, por ejemplo, deberían participar en lo posible en la gestión del rodal semillero, la recolección y la limpieza de semillas y las actividades en los viveros, entre otras cosas. Los enfoques participativos y la utilización de conocimientos indígenas no sólo asegurarán que la población local participe plenamente, sino que con toda probabilidad arrojarán también resultados eficaces, sostenibles y adaptados al contexto local.

Elección del material forestal reproductivo adecuado

Contexto ambiental. El rendimiento del material forestal reproductivo en el terreno dependerá en gran medida de su grado de adaptación al medio ambiente; por lo tanto, es esencial disponer de información sobre las condiciones biofísicas y ecológicas de la zona en que se ejecutará el programa de reforestación o forestación. La información climática sobre el material forestal reproductivo se puede dividir en sentido amplio en la relacionada con las especies de zonas tropicales y subtropicales y la relacionada con especies de zonas templadas. Muchos países en desarrollo se encuentran en los trópicos, y gran parte del trabajo que se está llevando a cabo sobre material forestal reproductivo está dirigido a ofrecer información específica para esos países. No obstante, numerosos principios y prácticas son aplicables en ambas regiones.

Ensayos de especies y de proveniencias. Las personas que desean iniciar un programa de forestación, reforestación o restauración de bosques se enfrentan a una amplia gama de opciones de especies que pueden plantar. Asimismo, numerosas especies abarcan una extensa variedad de características geográficas y climáticas y, por lo tanto, es probable que tengan una alta variación genética que se

puede agrupar en “proveniencias”, es decir, poblaciones de especies que crecen en la misma zona de origen (y por tanto están expuestas a condiciones ambientales similares). Por lo que respecta a especies con un gran número de proveniencias, puede ser necesario realizar ensayos de proveniencias a fin de seleccionar las que son más adecuadas para una zona determinada.

A fin de proporcionar información sobre las especies o las proveniencias más apropiadas para un lugar seleccionado, se deberán propagar pequeñas cantidades de una variedad de material forestal reproductivo bien documentado, de ser posible con una certificación que garantice su alta calidad física y genética, que se plantarán en el terreno bajo condiciones estrictamente controladas, lo cual se conoce como ensayos de especies o de proveniencias.

Identificación de los productos y los servicios ambientales deseados. Antes de ejecutar un programa relativo a la plantación de árboles o la siembra directa, es fundamental saber el tipo de árboles que se emplearán. Hay muchos ejemplos de programas de plantación de árboles en los que el uso final no se había decidido, no se conocía o no se había planificado de la manera adecuada en el momento de la ejecución, lo que en último término da como resultado que a veces miles de hectáreas de bosques plantados tengan un escaso o ningún valor económico o ambiental. En algunos casos, especies no nativas se han vuelto invasivas, lo que ha acarreado considerables costos no previstos que han superado los beneficios que las plantaciones podrían haber brindado. Por consiguiente, es importante que se definan claramente los bienes y los servicios previstos de los bosques plantados y que se seleccione el material forestal reproductivo adecuado a tales objetivos.

Muchos bosques plantados se establecerán con múltiples objetivos, generando productos como madera para construcción, madera para pasta, leña, postes para construcción y una variedad de productos forestales no madereros como forraje, corteza, frutos, aceites, colorantes, medicinas y especias. Además, los árboles y los bosques plantados proporcionarán servicios ambientales relacionados con, entre otras cosas, la protección del suelo y el agua, la absorción de carbono y la conservación de la biodiversidad, los cuales pueden planearse o ser fortuitos. Existen numerosas fuentes de información sobre los usos posibles y reales de una vasta gama de especies arbóreas

El proceso de selección del material forestal reproductivo

El proceso para seleccionar especies y proveniencias puede comenzar una vez que se ha definido el contexto y los usos finales. Conlleva los cuatro pasos principales siguientes:

1. Las especies que se han de plantar se eligen basándose en los mejores conocimientos disponibles acerca de su hábitat natural y de las características biológicas y reproductivas, así como su grado de adaptación a las condiciones del lugar de plantación. En otras palabras, el principio de zonaje de semillas –utilizar material forestal reproductivo en la misma zona de semillas (o región de proveniencia)– debería aplicarse en la mayor medida posible. Como norma general, se utilizarán especies que sean nativas de la zona local con preferencia a las que no son nativas, siempre que los objetivos de la actividad de plantación lo hagan posible.
2. Se pueden utilizar especies existentes, ensayos de proveniencia, clones o de otro tipo y los buenos resultados de material forestal reproductivo utilizado en otras plantaciones o lugares similares para tener una idea de la manera en que se comportará el material forestal reproductivo. La información puede estar disponible en monografías de especies o bases de datos de estudios que podrían consultarse para realizar una selección adecuada. Se utilizarán datos a largo plazo en lo posible para permitir una gama más amplia de condiciones.
3. Independientemente del tipo de información que exista, puede ser necesario confirmar las decisiones en materia de material forestal reproductivo (especialmente cuando se prevé realizar plantaciones a gran escala) llevando a cabo ensayos de especies o de proveniencias del material forestal reproductivo propuesto en el terreno. Ello se debe a que numerosos factores desconocidos podrían influir en el rendimiento, como plagas, sequía, salinidad o acidez del suelo y la incidencia de las malas hierbas. En teoría, los ensayos deberían continuar hasta que los árboles puedan generar los bienes y los servicios ambientales para los que fueron plantados, aunque los largos plazos de realización pueden impedirlo.
4. Al llevar a cabo tales ensayos sobre el terreno, es importante obtener el material forestal reproductivo de un proveedor fiable y aplicar los principios y las prácticas de investigación aplicada.

Una cuestión importante que hay que tener en cuenta es si se deben utilizar especies locales o introducidas. Especies como los eucaliptos, los pinos y la teca conforman la mayor parte de las plantaciones forestales comerciales de todo el mundo, y la mayoría fuera de sus ambientes naturales. Para adoptar la decisión de utilizar esas especies deberán tenerse en cuenta aspectos ambientales, sociales y culturales, así como los objetivos económicos del proyecto relativo a los bosques plantados. La utilización de especies introducidas puede dar lugar a graves problemas, como la invasividad (por ejemplo, especies introducidas que asumen una función dominante en los territorios a menoscabo de las especies nativas) y la contaminación del fondo de genes local.

El último paso al seleccionar el material consiste en decidir cuál es el material reproductivo más apropiado (es decir, semillas, esquejes o material clonado en laboratorio).

Recolección y distribución de semillas

Una vez que se ha adoptado la decisión sobre las especies que se utilizarán y su proveniencia, es preciso adquirir el material forestal reproductivo de manera que se garantice la buena calidad y la cantidad suficiente. Hay muchos factores que hay que tomar en cuenta, particularmente si las semillas se han de recolectar en el terreno o se han de comprar a un distribuidor. La compra (y la venta) de material forestal reproductivo requiere, entre otras cosas, un buen conocimiento de las normas y reglamentos vigentes y la documentación necesaria. Después de haberse obtenido el material forestal reproductivo, ha de realizarse un esfuerzo considerable para mantener su calidad y garantizar que esté listo para ser utilizado cuando sea necesario.

Programación. Para recolectar las semillas en el terreno es preciso conocer bien las épocas de fructificación, así como planificar la recolección de manera adecuada a fin de garantizar la disponibilidad suficiente de semillas maduras para la propagación. En algunos casos, es necesario recolectar semillas con varios años de antelación a su utilización, porque puede que algunos árboles no produzcan semillas todos los años o que la siembra no se produzca durante períodos prolongados de sequía o si los bosques están bajo estrés.

Estimación de la cantidad. Puede ser difícil estimar con precisión la cantidad de semillas necesarias para un programa de plantación. La mejor manera de realizar estos cálculos es trabajando al revés, es decir, determinar la superficie que se ha de plantar y la tasa de existencias para estimar a continuación la mortalidad en la plantación, el rendimiento de plántulas en el vivero, las tasas de germinación de semillas, el rendimiento de semillas por fruto, el rendimiento de fruto por árbol y, en el bosque o el huerto de semillas, el número de árboles semilleros por hectárea. Los errores al estimar cualquiera de estos parámetros se acumularán, por lo que deberán utilizarse datos fiables en la mayor medida posible.

Acceso a los árboles. Es posible que la recolección de frutos, semillas o material de propagación vegetativa de los árboles en rodales naturales sea una tarea difícil, peligrosa y que requiera mucho tiempo. Las características que convierten a algunas especies en atractivos árboles semilleros, especialmente para la producción de madera para la construcción (por ejemplo, tronco recto, ramificación ligera y tasas de crecimiento rápido) hacen con frecuencia difícil el acceso a sus copas. Se ha desarrollado una extensa variedad de técnicas para resolver estos problemas, como la corta de árboles; la utilización de técnicas de montañismo (para trepar a los árboles) y helicópteros y rifles (para voltear las ramas portadoras de semillas). Hay que prestar especial atención a capacitar y dotar de las medidas de seguridad adecuadas a las personas que se dedican a la recolección de semillas, ya que sus vidas dependen de ello.

Elaboración del presupuesto. Dada la dificultad para pronosticar la duración y el rendimiento de las semillas, los presupuestos para la recolección de semillas deben ser lo suficientemente flexibles como para asegurar que se disponga de los fondos necesarios en relativamente poco tiempo. No obstante, la rigidez de las normas y los procedimientos de administración pueden hacerlo difícil.

Suministradores de semillas. Las empresas comerciales y otras instituciones suelen ofrecer material forestal reproductivo. Es importante utilizar el material procedente de aquellos suministradores fiables que proporcionan material de calidad física y genética adecuadas y con la documentación apropiada. Otros usuarios de material forestal reproductivo pueden ser un recurso valioso al recomendar buenos suministradores. En algunos países, las instituciones de investigación y desarrollo pueden suministrar material forestal reproductivo de buena calidad, pero normalmente en pequeñas cantidades. El Centro Mundial sobre Agroforestería gestiona un [directorio de suministradores de semillas](#).

Documentación. Las colecciones de semillas deben documentarse debidamente a fin de brindar a los usuarios información precisa sobre la ubicación geográfica de las fuentes de semillas, el número de árboles de los que se han recolectado, la calidad genética (relativa a las fuentes o rodales de semillas identificados, los rodales de semillas seleccionados y los huertos de semillas calificadas), la fecha de la recolección y otros parámetros. Se aplicará el [Esquema para la Certificación de Material Forestal Reproductivo que Circula en el Comercio Internacional](#) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Todo material forestal reproductivo, especialmente aquél que es objeto de comercio internacional, deberá ir acompañado de certificados de calidad genética (que confirmen como mínimo las especies y la fuente geográfica) y calidad física (como el número de semillas por kilogramo, la pureza y el porcentaje de germinación). Estos certificados pueden ser emitidos por el suministrador de forma separada o de conformidad con un esquema de certificación reconocido a nivel nacional o internacional. Los certificados fitosanitarios son obligatorios a fin de garantizar que el material forestal reproductivo no esté contaminado por insectos, hongos u otros tipos de plagas. Tal vez sea necesario emitir otro certificado denominado acuerdo de transferencia de material, con el objeto de proteger los derechos de los proveedores o los guardianes originales del material forestal reproductivo.

Catálogos y precios. Los suministradores pueden facilitar los catálogos y los certificados mediante copia impresa o electrónica. Los usuarios deben asegurarse de que los datos facilitados por los suministradores son adecuados para garantizar que el material forestal reproductivo ofrecido es de calidad suficiente. Si se compara con el costo total de los programas de plantación, el costo de las semillas y de otro tipo de material forestal reproductivo no es elevado, por lo que comprar material forestal reproductivo barato y de escasa calidad constituiría un ahorro falso. Por otra parte, también es posible establecer un precio excesivo y los compradores potenciales deberán

comparar los precios entre una variedad de fuentes a fin de evitar esta práctica.

Envasado y transporte. El transporte del material forestal reproductivo comercializado puede llevar un tiempo considerable, y dicho material puede estar sujeto a condiciones adversas para mantener su viabilidad. Por consiguiente, es importante asegurarse de que el envasado sea adecuado, que los transportistas conozcan la naturaleza del material y que se notifique al receptor el envío y la llegada de manera que se pueda organizar la entrega rápida. La falta de atención a esta parte del proceso puede ocasionar que el material llegue muerto o emmohecido.

Manipulación y análisis de las semillas

Recepción y registro. Es importante que todo programa que implique la utilización de material forestal reproductivo –desde la pequeña a la gran escala, y desde las empresas de plantaciones comerciales hasta los proyectos de agroforestería– mantenga los registros adecuados del material forestal reproductivo, la manipulación y sus usos. La información que debe registrarse es la fuente, la calidad (pureza y germinación) y la cantidad iniciales, los tratamientos a los que se somete el material forestal reproductivo, los resultados de los análisis de germinación bajo almacenamiento, el régimen de almacenamiento, la distribución (es decir, cantidades y receptores) y las ubicaciones en las que se ha utilizado el material forestal reproductivo en el terreno. Se dispone de una amplia variedad de formas y programas para registrar los datos a fin de ayudar en el proceso de mantenimiento de registros.

Elaboración. Normalmente, es necesario extraer las semillas recolectadas del fruto, que puede ser carnoso o seco, y, a continuación, limpiarlas y secarlas, cuando sea preciso, procurando evitar la pérdida de calidad física y fisiológica. Se ha desarrollado una extensa variedad de técnicas para esta labor; además, hay diversos tipos de máquinas en pequeña escala, aunque en numerosos casos los métodos manuales sencillos son más adecuados.

Almacenamiento. Los árboles pueden producir semillas de manera irregular, por lo que se debe recolectar el máximo posible durante los buenos años de semillas y mantenerlas en un estado viable hasta que se vayan a utilizar. La duración del almacenamiento dependerá del objetivo al que servirá el material forestal reproductivo (por ejemplo, para programas de plantación o para conservación genética), y puede que se almacene por un período relativamente corto (menos de un año) o a largo plazo (posiblemente por decenios).

Las semillas se pueden clasificar en dos tipos básicos en función de su aptitud para el almacenamiento, que están relacionados con el hábitat natural de las especies. Las semillas “ortodoxas” se almacenan mejor en un ambiente seco y frío, y las semillas “recalcitrantes” deben mantenerse húmedas y no pueden resistir el frío; los estudios llevados a cabo indican que hay además numerosos subtipos de estas dos categorías más amplias. Existe una gran cantidad de información sobre técnicas de almacenamiento, y se están realizando estudios para mejorar la aptitud para el almacenamiento de las semillas recalcitrantes. Se está desarrollando la utilización de temperaturas ultrabajas para el almacenamiento (conservación en condiciones criogénicas) de algún tipo de material forestal reproductivo. Por otro lado, sencillos sistemas aptos para la forestería comunitaria a menudo son adecuados. El almacenamiento de semillas que conlleva sistemas sofisticados de control ambiental puede ser fundamental para la conservación de genes a largo plazo.

Evaluación de la calidad de las semillas. Es importante un buen conocimiento de la calidad física, fisiológica y fitosanitaria de las semillas para realizar un seguimiento de la recolección, la elaboración, el almacenamiento y la distribución, así como para decidir sobre las técnicas de propagación que se utilizarán en el vivero. Los laboratorios y las instalaciones de almacenamiento de semillas conforman el núcleo de numerosos centros de semillas de árboles nacionales, permitiendo el análisis de muestras de los lotes de semillas. Por lo general, las principales características que hay que evaluar en una semilla son el peso de la semilla (por ejemplo, semillas por kilogramo), la pureza, el contenido de humedad, el porcentaje de germinación y el vigor. Se puede utilizar un equipo sencillo para evaluar muchas de esas características, pero para otras puede ser necesario utilizar un equipo de precisión como balanzas e incubadoras. Se están desarrollando nuevas técnicas para medir características como el desarrollo de embriones y el vigor. La [Asociación Internacional de Análisis de Semillas](#) es una buena fuente de información sobre las técnicas para llevar a cabo la evaluación de la calidad de semillas y las reglas que se han de aplicar.

Tratamiento. Tal vez sea necesario tratar las semillas para mejorar su almacenamiento, la germinación y la supervivencia sobre el terreno. Entre los posibles tratamientos figuran la fumigación de las semillas con un fungicida o insecticida antes del almacenamiento, el revestimiento de las semillas con un repelente contra insectos para la siembra directa y someter a las semillas a varios procesos que contribuyan a romper la latencia fisiológica o física (por ejemplo, tratamiento térmico o ruptura mecánica del tegumento impermeable de las semillas). En algunas especies es necesaria la inoculación con micorrizas para asegurar el crecimiento vigoroso de la plántula.

Distribución. La distribución de material forestal reproductivo a los usuarios debe registrarse a fin de garantizar la rastreabilidad, ya que ésta es esencial para la evaluación adecuada de la calidad de dicho material y su rendimiento en el terreno.

Objetivos de los programas de material forestal reproductivo

Conservación de la diversidad genética. La función del material forestal reproductivo en la conservación de la diversidad genética dependerá de si la conservación se realizará *in situ* o *ex situ*. En la conservación *ex situ*, el material forestal reproductivo recolectado se documentará de manera adecuada, y se registrará información sobre la ubicación de los rodales de los que se ha obtenido, el número de árboles de cada rodal de los que se han recolectado las semillas (y, preferiblemente, la ubicación de cada árbol recolectado), y diversos parámetros ecológicos y del suelo, entre otras cosas. Se identificarán los árboles madre de los que proceden las semillas. Siempre que sea posible, se recolectarán muestras de frutos y hojas de cada árbol semillero a fin de asegurar que sus especies han sido identificadas correctamente.

Es preciso tener buenos conocimientos sobre la fisiología y la manipulación de la semilla de manera que se garantice que las semillas se pueden conservar a largo plazo. Se evaluarán los indicadores de calidad de la semilla como el contenido de humedad, la pureza y la viabilidad.

Gestión de bosques naturales. La finalidad de la gestión de bosques naturales es optimizar la diseminación y la regeneración natural de las especies deseadas; para ello, es importante conocer la biología reproductiva de dichas especies. En algunos bosques naturales y bajo determinados regímenes de gestión, puede ser necesario recolectar la semilla y sembrarla en los bosques naturales (lo que se denomina a veces "siembra directa") o cultivar las plántulas en viveros para su plantación en los bosques (lo que se llama a veces "plantación de enriquecimiento"), a fin de favorecer los procesos de regeneración. Es fundamental disponer de buenos conocimientos silvícolas y conocimientos prácticos especializados para que dichas actividades logren resultados satisfactorios.

Plantaciones a gran escala. Resulta esencial utilizar material forestal reproductivo de buena calidad para obtener resultados satisfactorios con las actividades de plantación de árboles, ya se hagan con fines de rehabilitación de tierras degradadas, de producción comercial de fibras lignificadas, de conservación u otros propósitos. Por consiguiente, debe prestarse atención al contexto institucional, y puede ser preciso llevar a cabo actividades de desarrollo de la capacidad. Los proyectos a gran escala requerirán una gran cantidad de material forestal reproductivo, por lo que puede ser necesario establecer centros nacionales o subnacionales de semillas de árboles o reforzar los existentes.

Forestería comunitaria. En la forestería y la agroforestería comunitarias se puede alentar a las comunidades locales o los distribuidores de semillas a que contribuyan en diferentes puntos del sistema de suministro de material forestal reproductivo. Las comunidades locales y los agricultores, por ejemplo, deberían participar en lo posible en la gestión del rodal semillero, la recolección y la limpieza de semillas y las actividades en los viveros, entre otras cosas. Los enfoques participativos y la utilización de conocimientos indígenas no sólo asegurarán que la población local participe plenamente, sino que con toda probabilidad arrojarán también resultados eficaces, sostenibles y adaptados al contexto local.

Elección del material forestal reproductivo adecuado

Contexto ambiental. El rendimiento del material forestal reproductivo en el terreno dependerá en gran medida de su grado de adaptación al medio ambiente; por lo tanto, es esencial disponer de información sobre las condiciones biofísicas y ecológicas de la zona en que se ejecutará el programa de reforestación o forestación. La información climática sobre el material forestal reproductivo se puede dividir en sentido amplio en la relacionada con las especies de zonas tropicales y subtropicales y la relacionada con especies de zonas templadas. Muchos países en desarrollo se encuentran en los trópicos, y gran parte del trabajo que se está llevando a cabo sobre material forestal reproductivo está dirigido a ofrecer información específica para esos países. No obstante, numerosos principios y prácticas son aplicables en ambas regiones.

Ensayos de especies y de proveniencias. Las personas que desean iniciar un programa de forestación, reforestación o restauración de bosques se enfrentan a una amplia gama de opciones de especies que pueden plantar. Asimismo, numerosas especies abarcan una extensa variedad de características geográficas y climáticas y, por lo tanto, es probable que tengan una alta variación genética que se puede agrupar en "proveniencias", es decir, poblaciones de especies que crecen en la misma zona de origen (y por tanto están expuestas a condiciones ambientales similares). Por lo que respecta a especies con un gran número de proveniencias, puede ser necesario realizar ensayos de proveniencias a fin de seleccionar las que son más adecuadas para una zona determinada.

A fin de proporcionar información sobre las especies o las proveniencias más apropiadas para un lugar seleccionado, se deberán propagar pequeñas cantidades de una variedad de material forestal reproductivo bien documentado, de ser posible con una certificación que garantice su alta calidad física y genética, que se plantarán en el terreno bajo condiciones estrictamente controladas, lo cual se conoce como ensayos de especies o de proveniencias.

Identificación de los productos y los servicios ambientales deseados. Antes de ejecutar un programa relativo a la plantación de

árboles o la siembra directa, es fundamental saber el tipo de árboles que se emplearán. Hay muchos ejemplos de programas de plantación de árboles en los que el uso final no se había decidido, no se conocía o no se había planificado de la manera adecuada en el momento de la ejecución, lo que en último término da como resultado que a veces miles de hectáreas de bosques plantados tengan un escaso o ningún valor económico o ambiental. En algunos casos, especies no nativas se han vuelto invasivas, lo que ha acarreado considerables costos no previstos que han superado los beneficios que las plantaciones podrían haber brindado. Por consiguiente, es importante que se definan claramente los bienes y los servicios previstos de los bosques plantados y que se seleccione el material forestal reproductivo adecuado a tales objetivos.

Muchos bosques plantados se establecerán con múltiples objetivos, generando productos como madera para construcción, madera para pasta, leña, postes para construcción y una variedad de productos forestales no madereros como forraje, corteza, frutos, aceites, colorantes, medicinas y especias. Además, los árboles y los bosques plantados proporcionarán servicios ambientales relacionados con, entre otras cosas, la protección del suelo y el agua, la absorción de carbono y la conservación de la biodiversidad, los cuales pueden planearse o ser fortuitos. Existen numerosas fuentes de información sobre los usos posibles y reales de una vasta gama de especies arbóreas

El proceso de selección del material forestal reproductivo

El proceso para seleccionar especies y proveniencias puede comenzar una vez que se ha definido el contexto y los usos finales. Conlleva los cuatro pasos principales siguientes:

1. Las especies que se han de plantar se eligen basándose en los mejores conocimientos disponibles acerca de su hábitat natural y de las características biológicas y reproductivas, así como su grado de adaptación a las condiciones del lugar de plantación. En otras palabras, el principio de zonaje de semillas –utilizar material forestal reproductivo en la misma zona de semillas (o región de proveniencia)– debería aplicarse en la mayor medida posible. Como norma general, se utilizarán especies que sean nativas de la zona local con preferencia a las que no son nativas, siempre que los objetivos de la actividad de plantación lo hagan posible.
2. Se pueden utilizar especies existentes, ensayos de proveniencia, clonales o de otro tipo y los buenos resultados de material forestal reproductivo utilizado en otras plantaciones o lugares similares para tener una idea de la manera en que se comportará el material forestal reproductivo. La información puede estar disponible en monografías de especies o bases de datos de estudios que podrían consultarse para realizar una selección adecuada. Se utilizarán datos a largo plazo en lo posible para permitir una gama más amplia de condiciones.
3. Independientemente del tipo de información que exista, puede ser necesario confirmar las decisiones en materia de material forestal reproductivo (especialmente cuando se prevé realizar plantaciones a gran escala) llevando a cabo ensayos de especies o de proveniencias del material forestal reproductivo propuesto en el terreno. Ello se debe a que numerosos factores desconocidos podrían influir en el rendimiento, como plagas, sequía, salinidad o acidez del suelo y la incidencia de las malas hierbas. En teoría, los ensayos deberían continuar hasta que los árboles puedan generar los bienes y los servicios ambientales para los que fueron plantados, aunque los largos plazos de realización pueden impedirlo.
4. Al llevar a cabo tales ensayos sobre el terreno, es importante obtener el material forestal reproductivo de un suministrador fiable y aplicar los principios y las prácticas de investigación aplicada.

Una cuestión importante que hay que tener en cuenta es si se deben utilizar especies locales o introducidas. Especies como los eucaliptos, los pinos y la teca conforman la mayor parte de las plantaciones forestales comerciales de todo el mundo, y la mayoría fuera de sus ambientes naturales. Para adoptar la decisión de utilizar esas especies deberán tenerse en cuenta aspectos ambientales, sociales y culturales, así como los objetivos económicos del proyecto relativo a los bosques plantados. La utilización de especies introducidas puede dar lugar a graves problemas, como la invasividad (por ejemplo, especies introducidas que asumen una función dominante en los territorios a menoscabo de las especies nativas) y la contaminación del fondo de genes local.

El último paso al seleccionar el material consiste en decidir cuál es el material reproductivo más apropiado (es decir, semillas, esquejes o material clonado en laboratorio).

Recolección y distribución de semillas

Una vez que se ha adoptado la decisión sobre las especies que se utilizarán y su proveniencia, es preciso adquirir el material forestal reproductivo de manera que se garantice la buena calidad y la cantidad suficiente. Hay muchos factores que hay que tomar en cuenta, particularmente si las semillas se han de recolectar en el terreno o se han de comprar a un distribuidor. La compra (y la venta) de material forestal reproductivo requiere, entre otras cosas, un buen conocimiento de las normas y reglamentos vigentes y la documentación necesaria. Después de haberse obtenido el material forestal reproductivo, ha de realizarse un esfuerzo considerable para mantener su calidad y garantizar que esté listo para ser utilizado cuando sea necesario.

Programación. Para recolectar las semillas en el terreno es preciso conocer bien las épocas de fructificación, así como planificar la recolección de manera adecuada a fin de garantizar la disponibilidad suficiente de semillas maduras para la propagación. En algunos casos, es necesario recolectar semillas con varios años de antelación a su utilización, porque puede que algunos árboles no produzcan semillas todos los años o que la siembra no se produzca durante períodos prolongados de sequía o si los bosques están bajo estrés.

Estimación de la cantidad. Puede ser difícil estimar con precisión la cantidad de semillas necesarias para un programa de plantación. La mejor manera de realizar estos cálculos es trabajando al revés, es decir, determinar la superficie que se ha de plantar y la tasa de existencias para estimar a continuación la mortalidad en la plantación, el rendimiento de plántulas en el vivero, las tasas de germinación de semillas, el rendimiento de semillas por fruto, el rendimiento de fruto por árbol y, en el bosque o el huerto de semillas, el número de árboles semilleros por hectárea. Los errores al estimar cualquiera de estos parámetros se acumularán, por lo que deberán utilizarse datos fiables en la mayor medida posible.

Acceso a los árboles. Es posible que la recolección de frutos, semillas o material de propagación vegetativa de los árboles en rodales naturales sea una tarea difícil, peligrosa y que requiera mucho tiempo. Las características que convierten a algunas especies en atractivos árboles semilleros, especialmente para la producción de madera para la construcción (por ejemplo, tronco recto, ramificación ligera y tasas de crecimiento rápido) hacen con frecuencia difícil el acceso a sus copas. Se ha desarrollado una extensa variedad de técnicas para resolver estos problemas, como la corta de árboles; la utilización de técnicas de montañismo (para trepar a los árboles) y helicópteros y rifles (para voltear las ramas portadoras de semillas). Hay que prestar especial atención a capacitar y dotar de las medidas de seguridad adecuadas a las personas que se dedican a la recolección de semillas, ya que sus vidas dependen de ello.

Elaboración del presupuesto. Dada la dificultad para pronosticar la duración y el rendimiento de las semillas, los presupuestos para la recolección de semillas deben ser lo suficientemente flexibles como para asegurar que se disponga de los fondos necesarios en relativamente poco tiempo. No obstante, la rigidez de las normas y los procedimientos de administración pueden hacerlo difícil.

Suministradores de semillas. Las empresas comerciales y otras instituciones suelen ofrecer material forestal reproductivo. Es importante utilizar el material procedente de aquellos suministradores fiables que proporcionan material de calidad física y genética adecuadas y con la documentación apropiada. Otros usuarios de material forestal reproductivo pueden ser un recurso valioso al recomendar buenos suministradores. En algunos países, las instituciones de investigación y desarrollo pueden suministrar material forestal reproductivo de buena calidad, pero normalmente en pequeñas cantidades. El Centro Mundial sobre Agroforestería gestiona un [directorio de suministradores de semillas](#).

Documentación. Las colecciones de semillas deben documentarse debidamente a fin de brindar a los usuarios información precisa sobre la ubicación geográfica de las fuentes de semillas, el número de árboles de los que se han recolectado, la calidad genética (relativa a las fuentes o rodales de semillas identificados, los rodales de semillas seleccionados y los huertos de semillas calificadas), la fecha de la recolección y otros parámetros. Se aplicará el [Esquema para la Certificación de Material Forestal Reproductivo que Circula en el Comercio Internacional](#) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Todo material forestal reproductivo, especialmente aquél que es objeto de comercio internacional, deberá ir acompañado de certificados de calidad genética (que confirmen como mínimo las especies y la fuente geográfica) y calidad física (como el número de semillas por kilogramo, la pureza y el porcentaje de germinación). Estos certificados pueden ser emitidos por el suministrador de forma separada o de conformidad con un esquema de certificación reconocido a nivel nacional o internacional. Los certificados fitosanitarios son obligatorios a fin de garantizar que el material forestal reproductivo no esté contaminado por insectos, hongos u otros tipos de plagas. Tal vez sea necesario emitir otro certificado denominado acuerdo de transferencia de material, con el objeto de proteger los derechos de los proveedores o los guardianes originales del material forestal reproductivo.

Catálogos y precios. Los suministradores pueden facilitar los catálogos y los certificados mediante copia impresa o electrónica. Los usuarios deben asegurarse de que los datos facilitados por los suministradores son adecuados para garantizar que el material forestal reproductivo ofrecido es de calidad suficiente. Si se compara con el costo total de los programas de plantación, el costo de las semillas y de otro tipo de material forestal reproductivo no es elevado, por lo que comprar material forestal reproductivo barato y de escasa calidad constituiría un ahorro falso. Por otra parte, también es posible establecer un precio excesivo y los compradores potenciales deberán comparar los precios entre una variedad de fuentes a fin de evitar esta práctica.

Envasado y transporte. El transporte del material forestal reproductivo comercializado puede llevar un tiempo considerable, y dicho material puede estar sujeto a condiciones adversas para mantener su viabilidad. Por consiguiente, es importante asegurarse de que el envasado sea adecuado, que los transportistas conozcan la naturaleza del material y que se notifique al receptor el envío y la llegada de manera que se pueda organizar la entrega rápida. La falta de atención a esta parte del proceso puede ocasionar que el material llegue muerto o enmohecido.

Manipulación y análisis de las semillas

Recepción y registro. Es importante que todo programa que implique la utilización de material forestal reproductivo –desde la pequeña a la gran escala, y desde las empresas de plantaciones comerciales hasta los proyectos de agroforestería– mantenga los registros adecuados del material forestal reproductivo, la manipulación y sus usos. La información que debe registrarse es la fuente, la calidad (pureza y germinación) y la cantidad iniciales, los tratamientos a los que se somete el material forestal reproductivo, los resultados de los análisis de germinación bajo almacenamiento, el régimen de almacenamiento, la distribución (es decir, cantidades y receptores) y las ubicaciones en las que se ha utilizado el material forestal reproductivo en el terreno. Se dispone de una amplia variedad de formas y programas para registrar los datos a fin de ayudar en el proceso de mantenimiento de registros.

Elaboración. Normalmente, es necesario extraer las semillas recolectadas del fruto, que puede ser carnoso o seco, y, a continuación, limpiarlas y secarlas, cuando sea preciso, procurando evitar la pérdida de calidad física y fisiológica. Se ha desarrollado una extensa variedad de técnicas para esta labor; además, hay diversos tipos de máquinas en pequeña escala, aunque en numerosos casos los métodos manuales sencillos son más adecuados.

Almacenamiento. Los árboles pueden producir semillas de manera irregular, por lo que se debe recolectar el máximo posible durante los buenos años de semillas y mantenerlas en un estado viable hasta que se vayan a utilizar. La duración del almacenamiento dependerá del objetivo al que servirá el material forestal reproductivo (por ejemplo, para programas de plantación o para conservación genética), y puede que se almacene por un período relativamente corto (menos de un año) o a largo plazo (posiblemente por decenios).

Las semillas se pueden clasificar en dos tipos básicos en función de su aptitud para el almacenamiento, que están relacionados con el hábitat natural de las especies. Las semillas “ortodoxas” se almacenan mejor en un ambiente seco y frío, y las semillas “recalcitrantes” deben mantenerse húmedas y no pueden resistir el frío; los estudios llevados a cabo indican que hay además numerosos subtipos de estas dos categorías más amplias. Existe una gran cantidad de información sobre técnicas de almacenamiento, y se están realizando estudios para mejorar la aptitud para el almacenamiento de las semillas recalcitrantes. Se está desarrollando la utilización de temperaturas ultrabajas para el almacenamiento (conservación en condiciones criogénicas) de algún tipo de material forestal reproductivo. Por otro lado, sencillos sistemas aptos para la forestería comunitaria a menudo son adecuados. El almacenamiento de semillas que conlleva sistemas sofisticados de control ambiental puede ser fundamental para la conservación de genes a largo plazo.

Evaluación de la calidad de las semillas. Es importante un buen conocimiento de la calidad física, fisiológica y fitosanitaria de las semillas para realizar un seguimiento de la recolección, la elaboración, el almacenamiento y la distribución, así como para decidir sobre las técnicas de propagación que se utilizarán en el vivero. Los laboratorios y las instalaciones de almacenamiento de semillas conforman el núcleo de numerosos centros de semillas de árboles nacionales, permitiendo el análisis de muestras de los lotes de semillas. Por lo general, las principales características que hay que evaluar en una semilla son el peso de la semilla (por ejemplo, semillas por kilogramo), la pureza, el contenido de humedad, el porcentaje de germinación y el vigor. Se puede utilizar un equipo sencillo para evaluar muchas de esas características, pero para otras puede ser necesario utilizar un equipo de precisión como balanzas e incubadoras. Se están desarrollando nuevas técnicas para medir características como el desarrollo de embriones y el vigor. La [Asociación Internacional de Análisis de Semillas](#) es una buena fuente de información sobre las técnicas para llevar a cabo la evaluación de la calidad de semillas y las reglas que se han de aplicar.

Tratamiento. Tal vez sea necesario tratar las semillas para mejorar su almacenamiento, la germinación y la supervivencia sobre el terreno. Entre los posibles tratamientos figuran la fumigación de las semillas con un fungicida o insecticida antes del almacenamiento, el revestimiento de las semillas con un repelente contra insectos para la siembra directa y someter a las semillas a varios procesos que contribuyan a romper la latencia fisiológica o física (por ejemplo, tratamiento térmico o ruptura mecánica del tegumento impermeable de las semillas). En algunas especies es necesaria la inoculación con micorrizas para asegurar el crecimiento vigoroso de la plántula.

Distribución. La distribución de material forestal reproductivo a los usuarios debe registrarse a fin de garantizar la rastreabilidad, ya que ésta es esencial para la evaluación adecuada de la calidad de dicho material y su rendimiento en el terreno.

Further learning

FAO. 2004. [Forest genetic resources no. 31](#). FAO, Rome.

FAO. 2002. [Forest genetic resources no. 30](#). FAO, Rome.

FAO, FLD & IPGRI. 2004. [Forest genetic resources conservation and management. Vol. 3: In plantations and genebanks \(ex situ\)](#). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Credits

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

Initiator(s): Albert Nikiema - FAO, Forestry Department

Contributor(s): Oudara Souvannavong - FAO, Forestry Department

