

RECOLECCIÓN

JOHN K. FRANCIS

Investigador Forestal

Instituto Internacional de Silvicultura Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR

Una de las diferencias más importantes entre los bosques templados y los tropicales es el alto grado de diversidad de especies en estos últimos. Mientras que en un transecto en el bosque templado se pueden encontrar 25 especies arbóreas, en uno del bosque tropical del mismo tamaño es posible encontrar hasta 10 veces ese número. En efecto, hay probablemente más de 50,000 especies arbóreas en los trópicos. Como consecuencia de esta extensa variedad biológica y una amplia gama de climas, condiciones económicas y sistemas políticos, los viveros de árboles tropicales y las organizaciones recolectoras de semillas varían enormemente en su estructura y métodos empleados para recolectar y procesar las semillas. Estos viveros y organizaciones varían en tecnología, contando desde los esquemas de operación más sofisticadas y mecanizadas, hasta pequeños viveros que utilizan solamente mano de obra y materiales fabricados localmente. Todos ellos utilizan medios válidos y necesarios para resolver los problemas específicos de cada situación local.

La recolección de semillas y las operaciones de procesamiento son determinadas por los objetivos que las guían. Los objetivos industriales, como proporcionar materia prima a un molino productivo o satisfacer la demanda de un contrato de exportación,

requieren la producción de abundantes cantidades de semillas con una calidad relativamente alta, de una o de algunas especies. Por lo general, se tiene mucho cuidado para seleccionar o producir semillas de genotipos sumamente productivos. La mayoría de estas organizaciones recolectoras de semillas, tienen suficientes presupuestos y un alto grado de mecanización.

Las empresas que producen semillas para su venta en sus propios países como para la exportación, requieren producir con la más alta calidad posible. Deben contener mínimos desperdicios y estar libres de plagas y de semillas de malas hierbas. Los genotipos superiores obtienen precios superiores, por lo que todos los lotes deben representar un promedio de todos los árboles silvestres de la zona, o ser recolectados de árboles de fenotipos selectos. Existe una presión constante por ofrecer la mayor cantidad de especies posibles, pero el costo tiende a subir junto con el número de especies que se mantiene en las plantaciones. Estas operaciones pueden emplear de una a varias personas, tener diferentes grados de mecanización y estar afiliadas con el gobierno o con el sector privado.

El objetivo más común de la recolección de semillas en los trópicos es poder mantener el suministro a los

viveros forestales locales. Estos viveros son la fuente principal de plantas de árboles dirigida a productores, ciudades, agricultores y organizaciones de conservación y manejo de bosques que usan las plantas con fines ornamentales, agrícolas, agroforestales, de conservación y de silvicultura. Comúnmente mantienen un inventario relativamente extenso de las pocas especies que están en demanda constante (todas las cuales son productoras confiables de semillas), y un grupo de otras especies que cambia, conforme se presentan oportunidades de recolección de éstas semillas. Por lo general, los mismos empleados de los viveros recolectan las semillas o éstas son adquiridas de recolectores locales de temporada. Rara vez se almacenan las semillas por más de un año. La calidad de las semillas y su manejo es ampliamente variable. Debido a que los suelos son bajos en la mayor parte de los trópicos, y que en algunos lugares el objetivo de proporcionar empleos reemplaza el objetivo de producir plantas, con frecuencia la mano de obra reemplaza el equipo o las mejoras que requieren inversión de capital. Lamentablemente, la calidad del producto y la eficiencia pueden disminuir.

Los problemas de recolección y procesamiento son determinados por las especies. Por lo tanto, cuanto mayor es el número de especies que se manejan, mayor es el número de problemas que se deben resolver. Lamentablemente, algunas especies se plantan porque la recolección y el manejo de sus semillas son fáciles, no porque son las mejores especies disponibles para satisfacer cierta necesidad. Muchas especies excelentes se plantan raramente o nunca se plantan porque sus semillas son difíciles de recolectar o usar. Conforme aumenta la experiencia en recolección y manejo de semillas, se agregarán varias especies interesantes a los inventarios de plantaciones. El aumentar el número de especies que nosotros podemos reproducir con éxito por semilla, facilitará la difícil tarea de rehabilitar ecosistemas dañados. Este capítulo analiza algunos de los retos de la recolección y procesamiento de semillas en los trópicos, así como los métodos para hacer frente a estos retos.

RECOLECCIÓN DE SEMILLAS

MÉTODOS GENERALES

Es importante recordar que las características de los frutos se desarrollaron como una estrategia para facilitar de dispersión de semillas. Con frecuencia, las técnicas de recolección, extracción o germinación solamente han imitado el proceso natural.

DEL SUELO

La base principal de la recolección de semillas es, y seguirá siendo, recoger los frutos o sus semillas del suelo, después de que han caído. Este método es especialmente conveniente para las especies con frutos o semillas grandes o conspicuas como *Melia azedarach* L., *Ormosia krugii* Urban, y *Terminalia catappa* L. Vainas protectoras permiten la recolección de frutos de especies como *Crescentia cujete* L., *Hymenaea courbaril* L., *Pterocarpus macrocarpus* Kurz y *Senna spectabilis* (DC.) Irwin y Barneby, de semanas a meses después de que los frutos han caído. Aun las semillas o los frutos de especies con semillas relativamente pequeñas, como *Bucida buceras* L. y *Petitia domingensis* Jacq., pueden ser recolectados del suelo si éste está desnudo o pavimentado, o si se pone una lona debajo del árbol justo antes de que caigan los frutos. En esas circunstancias, el uso de una aspiradora o barredora puede acelerar a veces el proceso de recolección.

DEL ÁRBOL

Otra manera común de recolectar frutos y semillas es recogerlos de los árboles. En muchos casos es más rápido que recolectarlos del suelo, y mantiene las semillas más limpias. Además, las semillas de varias especies son demasiado pequeñas para recogerlas del suelo, y otras se dispersan extensamente o los animales y los insectos se las comen antes que caigan. Los árboles pequeños pueden permitir la recolección a mano. La producción puede acelerarse sacudiéndolos dentro de una canasta atada a la cintura del recolector.

Las semillas deben recogerse entre el momento de madurez fisiológica (calculando el tiempo de manera que los frutos maduren durante el almacenamiento) y el momento en que el árbol las suelta o los depredadores o los diseminadores se las comen. Por lo general, la madurez se denota por un cambio en el color del fruto de un matiz de verde a un color indicador como pardo o rojo. En algunos casos, la conducta depredadora de animales indica madurez. El ver a cacatúas alimentándose de semillas, indica que las semillas de *Agathis* están maduras (Whitmore, 1977). Las semillas de varias especies, como *Albizia lebbek* (Kunth) Harms, y *Melia azedarach* L., permanecen en sus frutos en el árbol por semanas o meses, facilitando mucho la recolección. Varios de los eucaliptos tienen gran cantidad de frutos por largos períodos, los cuales se abren rápidamente después de un incendio (Cremer *et al.*, 1978). Estos frutos también se abrirán después que las ramillas podadas se sequen. Las especies con conos serotinos, como *Pinus patula* Schiede y

Deppe, producen conos que permanecen en el árbol con semillas viables 1, 2 o más años después de madurar (Wormald, 1975).

RETOS ESPECIALES

ÁRBOLES ALTOS

La mayoría de las especies son demasiado altas para la recolección a mano. Podadoras en palos largos proporcionan una forma conveniente y barata de recolectar frutos de 2 a 9 m del sobre el suelo. También se usan escaleras dobles y escaleras rectas o de extensión, fáciles de portar de hasta 7 m. Los frutos o semillas que se rompen o se desprenden fácilmente, o las semillas que son expulsadas de sus frutos, pueden recolectarse poniendo una lona debajo del árbol y golpeando el árbol con un palo largo. En métodos similares, los árboles se sacuden con las manos (si son pequeños), mediante un sacudidor mecánico, o atando una cadena o sogas al tronco a una altura conveniente y a un vehículo o a otro árbol, luego saltando sobre la cadena o la soga o tirando de un lado a otro con el vehículo. Una ventaja singular de recolectar las semillas sacudiendo los árboles es que para especies como *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavon) Oken, en las cuales todos los frutos o las semillas no maduran al mismo tiempo, al sacudirlo suelta los frutos maduros mientras que los frutos inmaduros permanecen en el árbol (Greaves y McCarter, 1990).

Cuando las especies de poca altura, como *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Hibiscus tiliaceus* L. y *Moringa oleifera* Lam., y especies con florecimiento precoz, como *Spathodea campanulata* Beauv., invaden áreas despejadas, éstas son lo suficientemente pequeñas para recolectarlas a mano o con podadoras en palos. Los árboles plantados en situaciones de espacios abiertos, a veces crecen poco lo que permite una fácil recolección. El árbol de *Swietenia* spp. en espacios abiertos, por lo general produce varios de sus frutos a 9 m del suelo, pero no hace esto en bosques cerrados. Muchas especies continúan dando frutos después de ser podadas en su copa baja. Los árboles frutales, incluyendo *Mangifera indica* L. y *Citrus* spp., son manejados habitualmente de esta manera. Se deben realizar pruebas con diferentes formas de copas en muchas especies forestales tropicales.

Con frecuencia las semillas de especies maderables en bosques naturales se producen en la parte superior de la copa de los árboles de mucha altura. De manera habitual estas semillas se recolectan de árboles talados como parte de las operaciones de tala. Si está disponible el método es excelente, sin embargo la caída puede romper los racimos de

semillas, al mismo tiempo que el mismo aprovechamiento forestal produce suficiente material talado que impide la recolección de los frutos. En algunas áreas se ha talado destructivamente los árboles para obtener las semillas (Britwum, 1973). Por lo general este método es considerado ecológica y económicamente inaceptable, aunque el método puede ser benéfico si la remoción de árboles semilleros se ha planeado para mejorar el rodal.

El reto de recolectar semillas de árboles altos ha inspirado muchos métodos. Pequeñas cantidades de semillas, por lo general destinadas para reproducción o análisis de procedencia, han sido recolectadas haciendo caer ramas con disparos de rifles o escopetas. Se han usado proyectiles de hondas y se han arrojado palos para obtener pequeñas cantidades de semilla. Se han utilizado flechas para tirar cuerdas sobre las ramas para cortar o sacudir y hacer caer pequeñas cantidades de semilla. Tradicionalmente, escaladores locales han sido contratados para subir a los árboles y obtener las semillas deseadas en cantidad, con muy poco o sin equipo de seguridad. Actualmente cualquier recolector cuidadoso requeriría el uso de arneses, cinturones y cuerdas de seguridad, así como casco. Actualmente existen aditamentos que permiten acelerar el ascenso a la copa de los árboles por el tronco, dentro de los cuales destacan las espuelas, bicicletas y escaleras desmontables. Una vez en la copa de los árboles, el recolector usa comúnmente una pértiga podadora para cortar los frutos que están en el extremo de las ramas o serruchar las ramas que tienen frutos. Finalmente, los recolectores de semillas con presupuestos suficientes utilizan canastillas mecánicas sobre suelos firmes y planos para recolectar los frutos de árboles altos.

ÁRBOLES SEMILLEROS DISPERSOS

En bosques tropicales húmedos, los árboles de semillas de varias especies crecen a más de 1 Km de separación. Los árboles semilleros adultos de especies excesivamente aprovechadas y de especies raras con frecuencia son difíciles de encontrar. Búsquedas aleatorias pueden demandar mucho tiempo. Los recolectores de semillas tradicionalmente mantienen un inventario mental sobre árboles semilleros conocidos, o potencialmente productores, que han observado durante sus excursiones a lo largo de los años. Aunque para obtener este grado de experiencia toma muchos años, el sistema opera bien siempre y cuando estos inventarios se transmitan a las generaciones de recolectores subsecuentes. La alternativa es mantener un inventario escrito de los árboles semilleros potenciales de, por lo menos, las especies críticas junto con mapas de sus ubicaciones. La

tecnología moderna puede dar eficiencia y precisión a este proceso que demanda mucho tiempo a través del uso de bases de datos en computadoras y tecnología de posicionamiento global por satélite (GPS).

IMPUREZA GENÉTICA

Un número de especies se cruzan libremente con miembros de su mismo género o variedades dentro de la misma especie para dar frutos indeseables o inciertos. Las caobas (*Swietenia*) en Puerto Rico son ejemplo de este cruzamiento libre, y las semillas de *Eucalyptus robusta* Sm., obtenidas de Brasil hace muchos años, introdujeron varios híbridos que eran, por lo general, inferiores a las especies puras. Se ha reportado que el árbol maderero *Hibiscus elatus* Sw. se ha cruzado con el arbustivo *Hibiscus pernambucensis* Arruda en Jamaica (Adams, 1971). En el caso de *Swietenia*, las plántulas híbridas pueden comúnmente ser separadas de las especies parentales por el tamaño de la hoja. En *Eucalyptus robusta*, es imposible esta separación. El problema se soluciona recolectando sólo de árboles semilleros aislados y bien identificados.

ÉPOCAS DE FRUCTIFICACIÓN IMPREDECIBLES O DESCONOCIDAS

En la parte de los trópicos con un fuerte ciclo estacional húmedo-seco, casi todas las especies florecen y dan frutos en estaciones fijas bien definidas. Estudios fenológicos pueden documentar estas estaciones y la recolección puede ser planeada acorde a esta periodicidad. Sin embargo, en muchas especies, las fechas de floración y fructificación pueden variar ligeramente (Greaves, 1978), y el nivel de fructificación puede variar fuertemente de un año a otro, dependiendo de la cantidad y patrones estacionales de precipitación, así como de otros factores como el viento o daños ocasionados por insectos. Los años semilleros son en teoría, predecibles a partir de las condiciones climáticas y se pueden predecir con éxito a partir de la floración y fructificación para un conjunto pequeño de especies, como *Pinus caribaea* sensu Small, non Morelet, que florece un año y produce semillas el año siguiente.

En esas partes de los trópicos con una distribución de la precipitación relativamente pareja, muchas especies, como *Roystonea* spp., *Ficus citrifolia* P. Miller, e *Hibiscus elatus* Sw., florecen y dan frutos irregularmente durante todo el año. Algunas especies, como *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, producen semillas más o menos continuamente en hábitats húmedos, pero por temporadas en hábitats con un ciclo fuerte lluvioso-seco. En Costa Rica, *Vochysia hondurensis* Sprague da frutos dos

veces al año (Nichols y González, 1992a, 1992b). La producción de frutos en algunas especies es completamente impredecible; los árboles individuales dan frutos irregularmente de un año a otro y por temporadas, y no están sincronizados con otros de sus especies. Sin embargo, esto puede ser una ventaja. Si no hay semillas disponibles en un árbol, éstas pueden estar presentes en el árbol contiguo; o si no hay semillas disponibles en una localidad, pueden estar disponibles a unos cuantos kilómetros. *Byrsonima spicata* (Cav.) Kunth, *Cordia sulcata* DC., y *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) Howard, demuestran este comportamiento. Aunque *Swietenia macrophylla* G. King comúnmente presenta una sincronización estacional aun fuera de su rango de origen, algunos individuos no sincronizados producen algunas semillas durante la mayor parte del año. Una floración y fructificación continua, así como una fructificación anual discontinua e irregular es una estrategia natural para evitar traslapar la demanda de polinizadores y dispersores de semillas. Además, tener un pequeño porcentaje de la población fuera de sincronía ayuda a evitar la pérdida de regeneración debido a irregularidades en los patrones normales de precipitación. Para solucionar el problema de recolección de especies con este comportamiento variado, la fenología debe ser registrada y las actividades de recolección deberán ser planeadas a nivel de especie. Los recolectores no deben desanimarse por algunos fracasos.

FRUCTIFICACIÓN RARA Y RETARDADA

Varias especies, como *Bertholletia excelsa* Humb. y Bonpl., no dan frutos hasta que se convierten en grandes individuos de dosel dominante, un proceso que puede tomar 50 años o más. En plantaciones, el proceso se puede acortar de 15 a 25 años e injertos pueden producir frutos en un tiempo tan corto como 6 años (Ferraz, 1991). Los huertos semilleros aprovechan la tendencia de árboles aislados de producir frutos más rápida y prolíficamente que las especies forestales comunes. La abundancia y la facilidad de recolección de árboles aislados con frecuencia han llevado a la recolección excesiva de árboles cuyo fenotipo es conocido, los cuales se encuentran en pastizales y a lo largo de las calles. *Lagerstroemia speciosa* (L.) Pres. comienza a dar frutos en tan sólo 3 años, pero no produce semillas viables hasta aproximadamente 15 años (Food and Agriculture Organization, 1957). La mayoría de las especies de *Bambusa* florecen y dan fruto en sincronía regional solamente una vez en unas cuantas décadas, y la palma *Corypha umbraculifera* L., florece una vez al final de su larga vida y luego muere.

Las ventajas de recolectar semillas de especies que pueden ser almacenadas durante años de cosecha abundante son numerosas. El costo por unidad de semilla es más bajo; menos semillas son dañadas por insectos; y por lo general la semilla germina a más altos porcentajes (Lamb, 1993). En Puerto Rico, algunos árboles exóticos sanos, como *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco, no producen semillas en sus nuevos hábitats (Francis, 1987), y las semillas deben ser importadas cada temporada. Anillar, cortar la corteza, estrangulamiento del tallo, doblar el tallo, podar las raíces, y restringir el abastecimiento de agua, ha demostrado ser una esperanza para promover la producción de semillas, a pesar de que estos métodos finalmente dañan los árboles (Rudolph *et al.*, 1974).

DEPREDACIÓN ANIMAL

Los roedores, monos, aves, murciélagos y animales pastantes pueden eliminar rápidamente una cosecha de semillas en un área limitada. Los loros en América Central pueden consumir completamente una cosecha de semillas de *Acacia aneura* F. Muell. antes de que maduren (Willan, 1995). A pesar de que las cercas, alambrados, espantapájaros, reflectores y matracas pueden reducir o eliminar la depredación de semillas con éxito, por lo general, son solamente prácticos para huertos o rodales semilleros. A veces las semillas pueden cosecharse una vez que estén viables, y antes de que éstas o los frutos se vuelvan atractivos o accesibles a los animales. Cuando las especies forestales están diseminadas (aisladas), la recolección extensa e intensiva puede ser la única manera de obtener las fuentes requeridas de semillas. En zonas templadas es puede robar las provisiones de las ardillas; en los trópicos, las semillas se separan de las excretas de los depredadores que se han estado alimentando de los frutos de las especies deseadas.

INFESTACIÓN POR INSECTOS

La mayoría de las especies son atacadas en algún grado por insectos de semillas. Ocasionalmente, especies como *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. son atacadas tan seriamente por insectos que su propagación es limitada (Brookman-Amisshah, 1973; Marrero, 1949). En algunos casos se pueden utilizar insecticidas para prevenir ataques de insectos y asegurar buenas cosechas de semillas. El porcentaje de viabilidad en las semillas de *Zanthoxylum flavum* Vahl en Puerto Rico, se reduce a $\leq 5\%$, por un gorgojo de semilla (Francis, comunicación personal, 1994; Marrero, 1949). Una organización en conservación pudo producir semillas libres de insectos y con buena germinación, mediante la aplicación de un insecticida

(Rivera, comunicación personal). Muchos tipos de semilla deben ser también ser tratados por fumigación, tratamiento con frío o aplicación de insecticidas, para eliminar el daño ocasionado por los insectos durante el secado y almacenamiento.

PERÍODO CORTO DE DISPONIBILIDAD

Por varias razones, los frutos o semillas de muchas especies se maduran y están disponibles en los árboles por un período de tiempo muy corto, de tan sólo unos días. Los frutos de *Hyeronima oblonga* Muell. Arg. y *H. alchornoioides* Allem. Diss. caen de 3 a 4 días después que maduran (Nichols y González, 1992a, 1992b). En la etapa final de maduración, los conos de *Pinus caribaea* sensu Small non Morelet cambian de color de verde a pardo, los conos se abren y las semillas se dispersan rápidamente (Greaves, 1978). Inspecciones frecuentes de campo son indispensables para determinar el mejor momento para la recolección de semillas. Debido a que los árboles individuales de una especie con frecuencia no están muy sincronizados, recolectar de árbol en árbol puede alargar la temporada de recolección. Con frecuencia, el recolector puede alargar el período de recolección de semillas subiendo por una gradiente altitudinal o a través de un gradiente de humedad. Algunas especies, como *Maesopsis eminii* Engl. y *Pouteria* spp., recolectadas justo antes de que maduren, en el almacenamiento alcanzan la madurez, por lo que la temporada de recolección se alarga por unos días. El recolector debe conocer las características de las especies, dado que algunas como *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken, dejan de madurar tan pronto como se desprenden del árbol (Greaves y McCarter 1990). Una vez que el fruto de especies consideradas como críticas ha caído, el recolector además deberá estudiar el tiempo que las semillas de especies de importancia permanecerán viables en el suelo. Por ejemplo, para recolectar semillas dipterocárpicas del suelo, se debe escoger el momento preciso dado que un retraso de tan sólo unos días puede resultar en la pérdida de su viabilidad (Domingo, 1973).

PROCESAMIENTO DE SEMILLAS

El método básico para obtener las semillas de las estructuras de los frutos de manera manual es útil para cantidades de semillas usadas en investigación, y aún resulta altamente productivo para unas cuantas especies como *Swietenia* spp., pero es demasiado lento para la mayoría de los requerimientos. Métodos tradicionales como sacudir, pisar, moler en mortero, oprimir, flotar o cernir, se usan para limpiar las semillas de algunas especies, como *Albizia procera* (Roxb.) Benth, *Casuarina* spp., *Eucalyptus* spp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, y *Melaleuca*

spp. Las semillas en racimos y en vainas o cápsulas quebradizas, como las de *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Cassia javanica* L., *Parkinsonia aculeata* L., y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., pueden comúnmente limpiarse utilizando trilladoras normales para investigación, o rompiéndolas martillando suavemente, para luego cernir y soplar. Por lo general, cada etapa de la operación se adapta para acomodar los diversos tamaños, formas y densidades de las semillas.

RETOS DEL PROCESAMIENTO

DIFICULTADES PARA LA LIMPIEZA DE LAS SEMILLAS

La semilla de *Ochroma pyramidale* Cav. está cubierta con una ala sedosa ("seda") la cual toma mucho tiempo sacar a mano. En una solución novedosa, las semillas se esparcieron finamente sobre una malla grande y se les prendió fuego. Conforme se quemó la seda, las semillas fueron cayendo a través de la malla y se escarificaron durante este proceso (Holdridge, 1940b). Con frecuencia es conveniente quitar las alas o eliminar otras partes secas de las semillas o de los frutos, para reducir el volumen para el almacenamiento o envío. También se han usado máquinas diseñadas para sacar las alas de *Pinus* spp. y de otras especies, así como para sacar algún tejido no deseado, como escamas y puntos bracteales, en *Araucaria cunninghamii* Aiton ex D. Don (Haines y Nickles, 1987). Debido a que las semillas de *Swietenia* spp. son grandes y frágiles, se les quitan las alas a mano, pero otras semillas más resistentes, como las de *Tectona grandis* L.f., pueden limpiarse con el pie, empujando los costales de semillas contra el suelo y luego soplando para quitar los desperdicios.

Muchas especies como *Dalbergia sissoo* Roxb., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., Lam., y *Tectona grandis* L.f., tienen vainas o cápsulas muy duras. Algunas otras como *Pterocarpus macrocarpus* Kurz., tienen semillas frágiles adentro. Otras tienen estructuras del mismo fruto que se adhieren estrechamente a las semillas, como en algunas Araucarias. Estas semillas a veces pueden ser separadas a mano usando navajas o tijeras de podar, sin que exista actualmente alguna máquina disponible para ello. Por lo general, las vainas o cápsulas se rompen en pequeñas unidades y se siembran como semillas (FAO, 1955). Cuando las semillas no se pueden separar de los frutos o de los desperdicios, éstas pueden plantarse dentro de sus frutos o incluso estar mezcladas con algunos desperdicios. Con frecuencia este método requiere entresacar las plántulas resultantes que aparezcan en racimos (Francis, 1989c). A veces, una fuerte

germinación justificará la limpieza a mano de pequeños lotes de semillas (Dabral, 1976), especialmente si las semillas son escasas o caras, o si la mano de obra es abundante. Un método ingenioso de limpiar las semillas en vainas de leguminosas dulces, como *Acacia* spp., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., y *Samanea saman* (Jacq.) Merrill, consiste en dárselas de comer al ganado o a las cabras y extraer las semillas limpias (y escarificadas) del estiércol (National Academy of Sciences, 1980).

Otra clase de problemas de limpieza ocurre cuando las semillas se encuentran encerradas en frutos carnosos. Cuando el fruto es delgado, las semillas a veces pueden secarse dentro del fruto, y sembrarse con los residuos del fruto adheridos sin afectar la germinación (Food and Agriculture Organization, 1955; Stein *et al.*, 1974). En algunas especies, el fruto adherido puede quitarse o removerse promoviendo su pudrición o permitiendo que los insectos se lo coman. Si los frutos de *Acrocomia media* O.F. Cook se incuban bajo el mulch durante varios meses, el fruto carnoso se reduce a cáscara y las semillas no se dañan. Este método también hace madurar después las semillas (Francis, 1993a). El mismo proceso, con una menor duración, puede utilizarse con *Juglans jamaicensis* C. DC. (Francis y Alemañy, 1994).

Sin embargo, por lo general y después de la recolección, el fruto debe removerse pronto para facilitar su almacenamiento y siembra, a fin de evitar el daño a las semillas durante la pudrición del fruto (Pleva, 1973). Para realizar la limpieza de frutos carnosos, se han utilizado variados métodos y máquinas. En muchos viveros, la mayoría de los frutos carnosos se separan a mano, lavándolos sobre mallas para su posterior secado. Este método es la forma más rápida de limpiar muchas especies de semillas grandes como *Mammea americana* L. y *Persea americana* Miller. A veces, remojar los frutos en agua por un período de tiempo facilita la separación de las semillas (FAO, 1955). Durante el tamizado en húmedo, los frutos se maceran a mano contra una malla lo suficientemente pequeña para retener las semillas. La pulpa del fruto se quita lavando continuamente con agua corriente o haciendo girar la malla en un estanque. Las semillas limpias se secan antes de almacenarlas. En una variación de este método, los frutos se despulpan con una herramienta manual o con una máquina antes del tamizado en húmedo. Con frecuencia se usa también la flotación para separar la pulpa del fruto, desperdicios y semillas huecas de las semillas llenas que se hundan (Stein *et al.*, 1974).

TAMAÑO DE SEMILLAS INCONVENIENTE

El ejemplo más conocido de semillas de gran tamaño es *Cocos nucifera* L. Estas semillas gigantes deben permanecer en la cáscara, lo cual limita a que una persona pueda cargar aproximadamente 10 semillas y demanda mucho almacenamiento y espacio en el vivero. Otras especies como *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. y *Mammea americana* L., tienen semillas grandes que pueden también ser inconvenientes para transportar y almacenar en grandes cantidades. A pesar de estos problemas, las abundantes reservas almacenadas en las semillas grandes, con frecuencia compensan los inconvenientes del tamaño con su excelente germinación e impresionante crecimiento inicial.

Las semillas muy pequeñas también pueden presentar problemas. Debido a que las semillas de *Eucalyptus* spp. y *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) Blake son demasiado pequeñas, los frutos deben recolectarse y transportarse antes de que se abran y las semillas dispersen. Limpiar semillas pequeñas secas es fácil, pero limpiar semillas muy pequeñas e incrustadas en frutos carnosos, como *Ficus* spp. y *Muntingia calabura* L., puede ser difícil. Por lo general estas semillas se limpian por tamizado en húmedo y secado, y algunas veces tamizado seco o soplado.

SEMILLAS PERECEDERAS

Aunque por lo general la corta viabilidad de algunas especies se considera un problema de almacenamiento y de manejo de semillas (tan corta como unos cuantos días) (Food and Agriculture Organization, 1955; National Academy of Sciences, 1980), debe tomarse en consideración durante la recolección para facilitar el rápido procesamiento y siembra, o el envío de la semilla al futuro usuario. Otra clase de semillas, conocidas como recalcitrantes, pierden su capacidad de germinar al secarse. Estas son especialmente frecuentes en bosques húmedos y están más comúnmente asociadas con frutos carnosos. El proceso de germinación comúnmente inicia tan pronto como el fruto madura. Siempre que sea posible, los trabajos con semillas de especies recalcitrantes como *Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC., *Inga vera* Willd., *Persea americana* Miller y *Thespesia grandiflora* DC., las semillas deben cosecharse, limpiarse y sembrarse el mismo día o dentro de un lapso de tiempo muy corto. Si estas semillas deben almacenarse por un corto tiempo a temperatura ambiente, deben ponerse en una bolsa de plástico o debajo de costales húmedos. La mayoría de las especies soportarán la refrigeración y pueden ser almacenadas por una a varias semanas. Una

alternativa al almacenamiento de semillas es hacer germinar las semillas y mantener las plántulas en el vivero hasta que se necesiten. A pesar de que esto no es práctico con especies de rápido crecimiento, las especies de lento crecimiento, como *Guaiacum officinale* L., pueden mantenerse un año adicional en el vivero sin dificultad.

DEFENSAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Los frutos y las semillas de algunas especies como *Pterocarpus angolensis* DC., cuentan con espinas o pelos ásperos que dificultan la recolección y su extracción. El uso de guantes y otra ropa protectora, así como tal vez chamuscar (Kimariyo, 1973) o moler los frutos o semillas, puede facilitar el manejo de las semillas. En algunas especies como *Comocladia* spp., *Hippomane mancinella* L. y *Sapium laurocerasus* Desf., todas las partes son tóxicas, por lo menos cuando están verdes y especialmente para individuos sensibles. Otras, como *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst., tienen pelos irritantes o alergénicos (Little y Wadsworth, 1964). Un gran número de especies tóxicas e irritantes están diseminadas a lo largo de los trópicos. Se recomienda enfáticamente que las personas sensibles eludan completamente estas especies, y que quienes deben trabajar con ellas usen guantes desechables, máscaras de gasa, y otra ropa protectora.

CONCLUSIONES

Un alto grado de diversidad es común en los trópicos, especialmente en las tierras húmedas bajas. En trabajos con una sola especie, como las extensas plantaciones de *Pinus* spp., la diversidad natural es irrelevante. Sin embargo existen organizaciones que atienden una extensa variedad de usuarios con diferentes necesidades, y proyectos de restauración de ecosistemas donde la naturaleza determina las especies se han de plantar, no pueden pasar por alto la diversidad. Se deben trabajar especies poco conocidas y con características de difícil reproducción. Con un buen entendimiento de biología y ecología, ideas innovadoras y con un poco de suerte, la mayoría de estas especies pueden ser recolectadas y cultivadas. En algunos casos, investigaciones pueden proporcionar respuestas, pero para algunas especies y debido a una variedad de razones, la recolección y el procesamiento uniforme de semillas viables pueden ser imposibles. En un estudio de 14 años sobre especies adecuadas para la revegetación de tierras de minas de bauxita en Trombetas, Brasil, se evaluaron 600 especies y 160 fueron cultivadas y establecidas en el terreno; solamente 89 grupos taxonómicos demostraron supervivencia y crecimiento aceptables durante los primeros dos años (Knowles y Parrotta, 1995).

Si la diversidad es una característica distintiva de los bosques tropicales, la diversidad también caracteriza los métodos de recolección de semillas en los trópicos. Debido a que el número de especies recolectadas es grande, y los objetivos y presupuestos de organizaciones recolectoras de semillas varían, se deben utilizar una serie extensa de métodos de recolección. La redundancia es una característica importante de la alta biodiversidad; con frecuencia, hay varias especies alternativas disponibles para satisfacer cualquier necesidad especial. Los recolectores de semillas tal vez no tendrán éxito siempre en cosechar semillas de todas las especies deseadas, pero utilizando todos los medios necesarios, aprovechando las oportunidades de semillas conforme se presentan, y sustituyendo especies con otras de propiedades similares, ellos pueden ofrecer consistentemente una gama adecuada de semillas y plántulas a los usuarios.