



# Definición de la Planta Objetivo

Thomas D. Landis y Kim M. Wilkinson

3

Las personas que cultivan especies nativas y tradicionales en los trópicos tienen diversas metas y enfrentan una multitud de desafíos en sus sitios de trasplante. Entender estas metas y desafíos y los pasos necesarios para lograrlos es esencial para tener éxito en el trasplante. El Concepto de Planta Objetivo se usa para definir qué materiales de la planta cultivar en el vivero para satisfacer las necesidades en los sitios de trasplante y lograr los objetivos del proyecto. Un enfoque de “una talla les queda bien a todos” para cultivar materiales, no funciona bien. En su lugar, los materiales de la planta deben ser compatibles para satisfacer los desafíos del sitio de trasplante en exterior. Establecer metas es fundamental; para una especie dada, la planta objetivo destinada para un sitio de restauración resistente en el que el cuidado será mínimo después del trasplante es muy diferente a la que se trasplanta a un parque de la ciudad o para paisajismo de un hotel donde recibirá muchos cuidados. Entonces, la definición de la planta objetivo depende de cómo se usará, su “aptitud para la finalidad establecida” (Sutton 1980). Esta definición es la esencia del Concepto de Planta Objetivo.

El Concepto de Planta Objetivo se desarrolló como una manera para definir la planta objetivo y tiene dos componentes igualmente importantes. El primer componente incorpora tres enfoques sencillos que proporcionan la amplia base fundamental necesaria para completar con éxito los proyectos de trasplante (figura 3.1). El segundo componente es el proceso de paso a paso de definir el material de la planta objetivo. El administrador del vivero y cliente responden sistemáticamente ocho respuestas secuenciales pero interrelacionadas sobre el sitio del trasplante y las metas del proyecto para definir finalmente el material de la planta objetivo. Las plantas objetivo se producen, trasplantan y monitorean en ese momento; luego se repite el ciclo. Es de suma importancia comprender el Concepto de Planta Objetivo al iniciar un nuevo vivero o actualizar uno en existencia, y también es útil al trabajar con los clientes. Examinemos el primero de los dos componentes en detalle.

**Página opuesta:** La “planta objetivo” se cultiva para satisfacer los desafíos del sitio de trasplante y los objetivos del proyecto. Foto de J.B. Friday

## Enfoques Importantes para Implementar el Concepto de Planta Objetivo

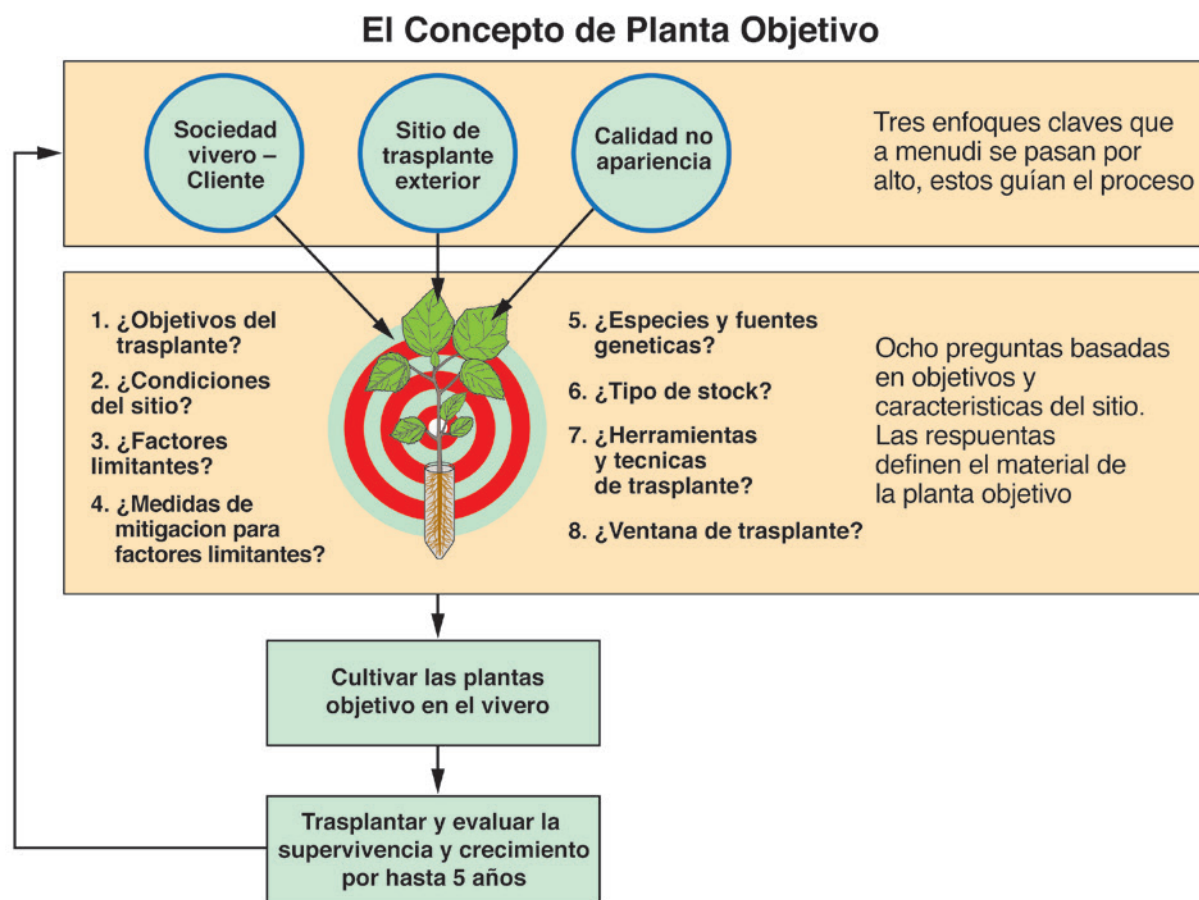
El primer componente del Concepto de Planta Objetivo incorpora tres ideas sencillas pasadas por alto con frecuencia que, cuando se consideran juntas, guían el planteamiento amplio para definir y seleccionar los materiales de la planta objetivo para un sitio específico.

### Inicio en el Sitio de Trasplante en Exterior

Con el Concepto de Planta Objetivo, el proceso de producción del vivero se inicia con las características del sitio de trasplante. Los administradores del suelo especifican exactamente qué tipo de material vegetal sería el mejor para las condiciones de su sitio (figura 3.2). Entendiendo estas necesidades, el vivero cultiva materiales vegetales que se adaptan localmente, son genéticamente adecuados y del tamaño, edad y otros óptimos, para sobrevivir y prosperar en el sitio de trasplante.

### Crear una Sociedad Vivero-Cliente

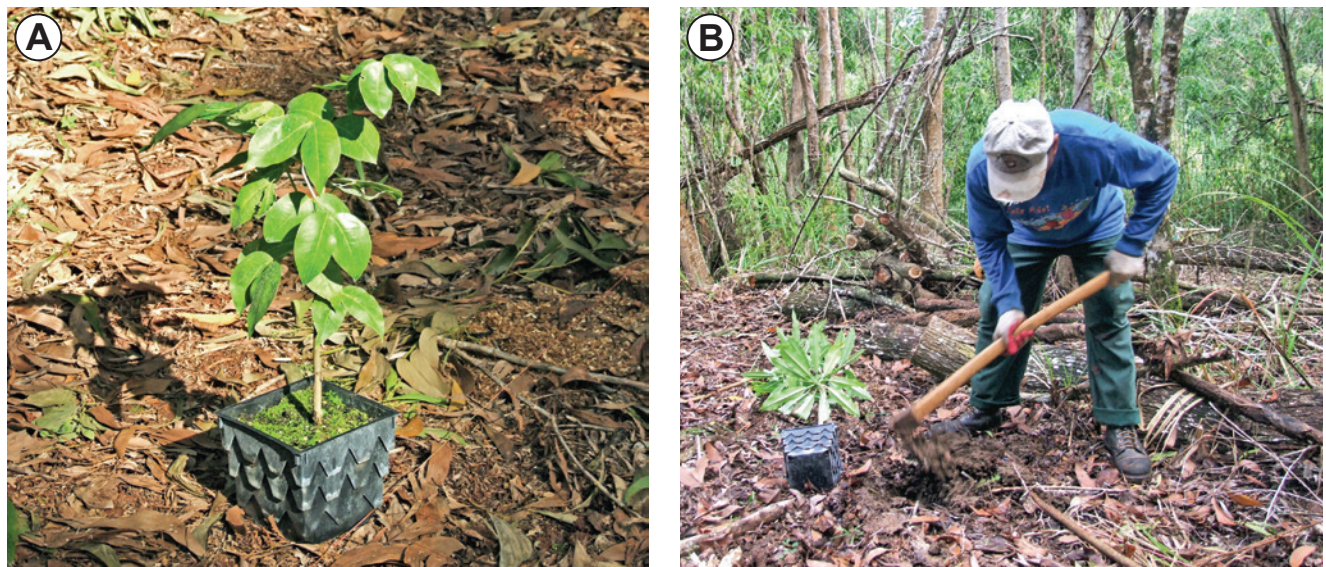
Con el Concepto de Planta Objetivo, el administrador de la tierra y el administrador del vivero, trabajan juntos para definir el tipo ideal de planta para el proyecto, el vivero cultiva las plantas y estas se trasplantan (figura 3.3). De acuerdo con su desempeño después del trasplante, el administrador del suelo y el administrador del vivero pueden trabajar juntos para revisar las características de la planta objetivo y mejorar la supervivencia y crecimiento de cultivos futuros (figura 3.4). Ver el Capítulo 18, Trabajar con Personas, para obtener información sobre cómo facilitar un diálogo significativo, de apoyo mutuo después del trasplante. La buena comunicación entre los clientes de plantas nativas y los administradores del vivero desarrolla relaciones y asegura las mejores plantas posibles para el proyecto. Estos comentarios también aseguran que los viveros y los clientes están aprendiendo y que se están adaptando, mejorando de esta forma el éxito obtenido durante el transcurso del tiempo.



**Figura 3.1**—El Concepto de Planta Objetivo empieza con una sociedad entre el cliente y el administrador del vivero que se concentra en colocar los mejores materiales vegetales en sitios específicos del proyecto. El administrador y el cliente deben responder en ese momento ocho preguntas sobre el proyecto; sus respuestas definen el material vegetal necesario para cumplir con los objetivos de ese proyecto. El vivero produce las plantas. El cliente y el administrador reevalúan a continuación los éxitos y fallas experimentados y usan esa información para mejorar el siguiente cultivo. Adaptado de Landis (2011).



**Figura 3.2**—Los materiales vegetales deben ser compatibles para afrontar los desafíos de los sitios de trasplante en exterior y los objetivos de los proyectos que atienden. Un vivero en Timor del Este cultiva especies agroforestales en bolsas de polietileno para atender las necesidades de la población (A). El Vivero Municipal de Palau cultiva plántulas nativas y culturalmente importantes en grandes macetas para proyectos forestales urbanos (B). Future Forests Nursery en Hawái cultiva árboles nativos y matorrales en varios tipos de contenedores y ambientes de cultivo para una restauración diversa y proyectos de explotación forestal (C). Foto A de J.B. Friday, foto B de Katie Friday y foto C de Jill Wagner.



**Figura 3.3**—A través del Concepto de Planta Objetivo, el administrador del vivero y el administrador del suelo trabajan juntos para especificar qué tipo de material vegetal sería el más adecuado para el proyecto. Se muestra un proyecto de reforestación nativo en Guam, en los que las plantas objetivo incluyeron árboles nativos tales como *Intsia bijuga* que se cultivan en contenedores guidadores de raíces cuadrados grandes de 1 galón (A). Las plántulas nativas se plantaron usando un zapapico en un suelo de arcilla suave (B). Fotos de J.B. Friday

**Figura 3.4**—El propietario de la tierra y el administrador del vivero trabajan juntos usando el Concepto de Planta Objetivo a fin de definir el tipo ideal de planta para el proyecto. De acuerdo con el desempeño del primer cultivo, los administradores hacen los cambios que son necesarios a fin de mejorar la supervivencia y crecimiento. En la fotografía un administrador de vivero y el propietario de la tierra están parados ante un ejemplar forestal mixto de 1 año (primer plano) discutiendo el desempeño de una plantación de 4 años (fondo) para tomar juntos algunas decisiones sobre las plantas objetivo del siguiente año. Foto de Craig R. Elevitch.



## Poner Énfasis en la Calidad de las Plántulas, no en la Apariencia

Con el Concepto de Planta Objetivo, la calidad de la planta no se determina por cuán buena es la apariencia de la planta en el vivero, sino por su desempeño en el trasplante. Un hermoso cultivo de plantas en el vivero puede tener un desempeño desastroso si las plantas no son adecuadas para las condiciones del sitio de trasplante en exterior. Sin el Concepto de Planta Objetivo, es probable que los clientes sin experiencia consideren que pueden comprar plantas baratas nativas para todos los fines que se desarrollarán casi en cualquier lugar. Con el Concepto de Planta Objetivo, las plantas se cultivan en el vivero con miras a lograr su adecuación para progresar en el sitio del trasplante en exterior y su habilidad para cumplir con los objetivos del proyecto.

El segundo componente del Concepto de Planta Objetivo es el proceso de definir los materiales de la planta objetivo. El administrador del vivero y el cliente usan las características del sitio de trasplante en exterior para responder sistemáticamente ocho preguntas secuenciales pero relacionadas (figura 3.1) para finalmente definir el material de la planta objetivo.

## 1. ¿Cuáles son los Objetivos del Trasplante en Exterior?

Se cultivan plantas nativas y tradicionales por una cantidad de razones; estos objetivos del proyecto tienen una influencia crítica en las características de la planta objetivo (figura 3.5).

En los trópicos, los objetivos del proyecto pueden incluir la reforestación de la tierra que ha sido deforestada; enriquecimiento de la agricultura sostenible con barreras contra el viento o control de la erosión usando especies nativas; proporcionar sombra en los pastizales, producir madera o troncos para labores de artesanía; incentivar prácticas tradicionales agroforestales; asegurar suministros locales de plantas culturales o medicinales; restablecimiento de tierra degradada; control de especies invasivas, creación de un hábitat para polinizadores, pájaros o fauna y flora; plantar árboles nativos en áreas urbanas; protección y producción de alimentos tradicionales; conservación de la calidad del suelo y del agua; educación de las personas jóvenes; y desarrollo de negocios pequeños. Algunos proyectos suelen presentar una combinación de objetivos.

**Figura 3.5**—Las plantas nativas y tradicionales se cultivan para una variedad de objetivos del proyecto, los cuales tienen influencia crítica en las características de la planta objetivo. Los objetivos pueden ser la producción de teca para madera comercial en Samoa (A); regeneración de especies de legado, tales como los frutos de los árboles del pan, para seguridad de los alimentos (B); perpetuación de las especies nativas y tradicionales para sostener las formas tradicionales de vida y a los artesanos (C); y reforestación de los sitios invadidos por especies, tales como esta área de pastizales de hierba espada en Guam (D). Fotos de Thomas D. Landis.



Ver los siguientes ejemplos sobre cómo las plantas objetivo están enlazados con los objetivos del proyecto:

- La producción de madera comercial es un objetivo común para la plantación de árboles. Para la producción de troncos para aserrar, la planta objetivo sería una especie de árbol valiosa comercialmente que haya sido seleccionada genéticamente por su rápido crecimiento, buena forma o calidad de madera deseable.
- La planta objetivo para un proyecto de restauración de un área de captación para detener la erosión, estabilizar la erosión causada por la corriente en los bancos podría ser una comunidad de plantas funcionales como árboles y matorrales riparios con sistemas de raíces extensos y tallos gruesos para soportar el flujo del agua.
- Los proyectos que restablecen las especies de plantas nativas amenazadas o en peligro de extinción necesitan planta objetivo que perpetúen la diversidad genética y las adaptaciones especiales de estas poblaciones locales en peligro o pueden requerir plantas nativas que restablezcan o creen un hábitat para estas especies ecológicamente importantes.
- Proyectos para restablecer o mejorar la seguridad y predominio de los alimentos pueden necesitar plantas objetivo que son alimentos nativos y cultivos de plantas y variedades de plantas tradicionales o plantas de legados alimenticios y variedades. Las plantas objetivo también pueden incluir especies y genotipos que producen la mejor o mayor cantidad de fruta de la mejor calidad, nueces u otros alimentos.
- Los objetivos del proyecto para un campo con erosión de plantación de caña de azúcar quemada, puede ser detener la erosión del suelo, reemplazar las especies exóticas de maleza con otras plantas nativas deseables, restablecer el ciclado de nutrientes y desarrollar la materia orgánica para productividad futura. Las plantas objetivo para un proyecto así pueden incluir la siembra directa de semillas de pastos y malezas o posiblemente una planta anual no invasiva para estabilizar primero el suelo, seguido de trasplante en exterior de árboles nativos fijadores de nitrógeno y otras especies para superar las malezas y desarrollar la fertilidad en el sitio. Estas medidas pueden mejorar las condiciones del suelo del sitio con el paso del tiempo. Más adelante, se puede cultivar una variedad mayor de especies.
- Renovar las especies nativas y tradicionales para artesanías u otros usos culturales constituye un objetivo para muchos proyectos. Las plantas objetivo pueden incluir especies de plantas locales culturales para ayudar a proteger las plantas silvestres de las tensiones de la recolección excesiva y hacerlas más accesibles para las personas mayores y los jóvenes.
- Algunos proyectos tienen el objetivo de reducir los efectos de la maleza o de las especies invasivas. La presencia de plantas exóticas invasivas es con frecuencia el resultado de perturbaciones que crean condiciones ideales para que estas plantas puedan progresar. Por lo tanto, simplemente eliminar las especies no deseadas, no solucionan el problema. En lugar de esto, las plantas no deseadas deberán reemplazarse con plantas deseadas. Por ejemplo, los pastos más invasivos se desarrollan con sol total, por lo que las plantas objetivo para hacerle sombra al pasto necesitarían ser lo suficientemente grandes para cubrir la parte superior del pasto inmediatamente después del trasplante en exterior y poder formar rápidamente un sombreado denso.

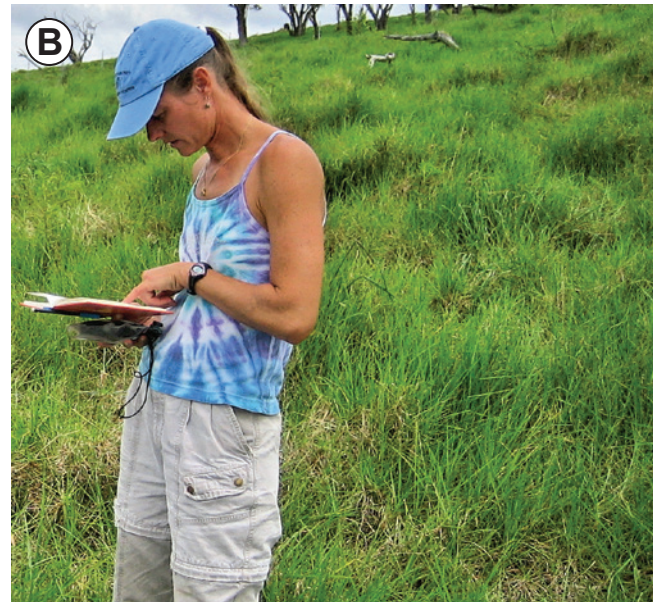
A veces los objetivos del proyecto son directos y las plantas objetivo se pueden definir fácilmente. Para proyectos complejos, grandes o especializados, tales como la Gestión Forestal, la conservación, o la mejora del hábitat, puede ser necesaria la asistencia de un profesional. Esta experiencia ayuda a definir objetivos y requisitos de material de la planta objetivo para todas las especies que se cultivarán. Muchos de los proyectos de restauración siguen un enfoque que incluye encontrar sitios de referencia, considerar la sucesión y crear objetivos mensurables.

## Selección de Sitios de Referencia

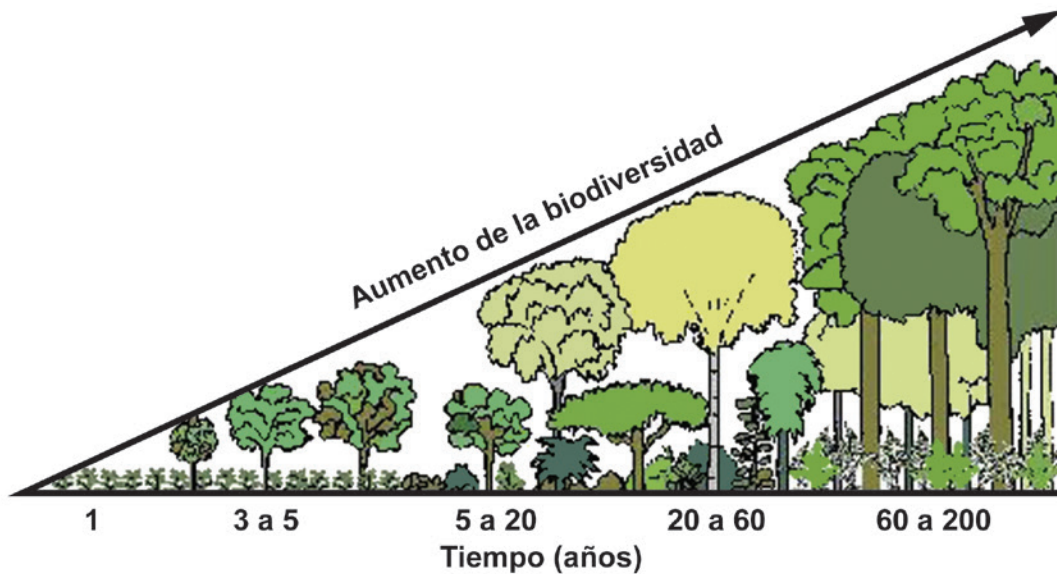
Los “sitios de referencia” son áreas naturales o recuperadas que sirven como modelos para la recuperación deseada de comunidades de plantas nativas (figura 3.6A). La comparación de los suelos, clima, vegetación y otras características de los sitios de referencia en cuanto a los del proyecto proporcionan orientación sobre qué especies pueden establecerse y son esenciales para las metas apropiadas del sitio a fin de lograr la restauración (Steinfeld y otros 2007) (figura 3.6B). Con frecuencia se utilizan sitios de referencia de diferentes periodos y etapas de recuperación para un proyecto. Los sitios de referencia también muestran la sucesión, que es cómo las comunidades de plantas pueden cambiar a lo largo del tiempo.

## Planificación para la Sucesión

Los administradores del suelo necesitan entender no solo cómo puede verse un bosque saludable de 200 años, pero también cómo se ve un bosque tropical recuperado saludable a los 1, 3 o 5 años de su desarrollo. Entender este proceso de recuperación es necesario debido a que, si las especies nativas pueden colonizarse y establecerse por una perturbación, se inician los procesos de sucesión (desarrollo del ecosistema a lo largo del tiempo), incluyendo la génesis del suelo y el ciclo de nutrientes. La revegetación efectiva de los sitios con interferencia tiene el propósito de iniciar o acelerar los procesos de la



**Figura 3.6**—Los sitios de referencia proporcionan orientación a fin de establecer metas alcanzables apropiadas para la restauración del sitio de trasplante exterior, incluyendo qué especies plantar. La información sobre las condiciones en los sitios de referencia se compara con las condiciones en el sitio de trasplante exterior. Medición de los árboles en un rodal de regeneración de 30 años de bosque nativo después de retirar el ganado de un pastizal (A); estudio de un pastizal en el cual se desea lograr la recuperación forestal (B). Foto A de J.B. Friday y foto de Douglass F. Jacobs.



**Figura 3.7**—La revegetación efectiva de los sitios con interferencia tiene el propósito de iniciar o acelerar los procesos de la sucesión natural después de las perturbaciones. Los sitios de referencia de diferentes edades (recuperados a los 5 años, recuperados a los 20 años, etc.) ayudan a establecer marcos de tiempo razonables y composiciones adecuadas de especies para el desarrollo del proyecto. Ilustración adaptada de Cerro Nara Rainforest Conservation (2010) por Jim Marin.

sucesión natural después de las perturbaciones. Las plantas nativas pueden establecerse en sitios con interferencias a través de la siembra o plantación (figura 3.8). A veces la revegetación pasiva (colonización natural) de algunas especies es posible cuando hay disponibles bancos de semillas nativas y los factores limitantes se pueden mitigar. Si la restauración es posible, los viveros pueden participar en un mayor enriquecimiento o más adelante especies de sucesión que no se regenerará en el sitio en forma natural.

## Transformación de Objetivos en Metas Medibles

Algunos proyectos transforman formalmente sus objetivos en metas medibles dentro de marcos de tiempos específicos. Estas metas se denominan a veces criterios de éxito o condiciones futuras deseadas. Por ejemplo, un proyecto de reforestación podría fijar una meta de 400 árboles vivos por acre 2 años después del trasplante en exterior, mientras que un

proyecto de plantas nativas podría tener una meta de 75% de cubierta de tierra vegetativa de la cual el 90% estará compuesta de especies nativas perpetuas 1 año después del trasplante en exterior. La producción de alimentos, materiales para artesanía o troncos de madera podría establecerse en rendimiento. La restauración del hábitat definirá la fauna que se traslada al área de la plantación y que proporcionará información sobre las plantas mismas. Muchos proyectos de restauración se realizan en etapas. Los objetivos a corto plazo pueden ser estabilizar el suelo y reiniciar la sucesión natural, mientras que los objetivos a plazo más largo incluyen una mayor diversidad y complejidad. El monitoreo se planifica entonces para medir si se alcanzaron estas metas. Ver el Capítulo 17, Trasplante, para obtener mayor información.

## 2. ¿Cuáles son las Condiciones del Sitio de Trasplante Exterior?

La evaluación del sitio es necesaria para los clientes a fin de determinar los requisitos de su planta objetivo y lograr sus metas. El paso de recopilar la información puede ser informal y estar basado en observación y permanecer tiempo en el sitio. Los proyectos más complejos involucran diferentes pruebas y un enfoque sistemático para determinar las condiciones del sitio. Las evaluaciones más elaboradas del sitio por lo general se llevan a cabo para cumplir con requisitos regulatorios, tales como un proyecto que necesita una declaración de impacto ambiental antes de poder proceder. Para la restauración de sitios con interferencias, los sitios de referencia que se describieron antes también se estudian para comparar

sus condiciones con las de los sitios de trasplante en exterior. Como mínimo, es necesario trazar las características básicas del suelo y evaluar el sitio para obtener información básica sobre suelos, vegetación, clima y antecedentes del sitio.

### Mapas

Un paso importante para los proyectos a cualquier escala es encontrar o crear un mapa básico del sitio. Los mapas topográficos y fotos aéreas son especialmente útiles y por lo general fáciles de ubicar. Los mapas topográficos indican elevaciones, líneas de contorno, vías acuáticas y características del agua, pendientes, aspectos y características hechas por el hombre que incluyen caminos y asentamientos. Las fotos aéreas pueden revelar características tales como vegetación, acceso, estructuras, y los alrededores y ofrecen una breve visión de las condiciones en un momento del tiempo. Se pueden obtener mapas especiales a medida que se necesitan para contar con información más detallada tal como hidrología, suelos o cubierta forestal.

### Suelos

El Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de EE.UU. y otras organizaciones, tienen estudios de suelos disponible para muchas áreas; estos estudios proporcionan información básica sobre el tipo de suelo y pendiente. Además, una prueba de suelo puede proporcionar información sobre el pH y nutrientes (el cliente puede ponerse en contacto con el servicio de extensión para averiguar cómo suministrar una muestra a una instalación de pruebas). Las observaciones personales del cliente también



**Figura 3.8**—En el Refugio de Vida Silvestre del Bosque Nacional Hakalau, las plántulas de koa (*Acacia koa*) se trasplantan en el exterior en tres líneas paralelas que suben por la colina desde el bosque inferior a los pastizales superiores (A). La meta es establecer corredores para que los pájaros del bosque puedan aumentar su rango cuesta arriba. Los científicos en el refugio monitorean la salud y población de los pájaros nativos del bosque, tales como el Apapane (*Himatione sanguinea*) (B). Fotos de J.B. Friday.



constituyen un aporte valioso. De estas pruebas y observaciones se pueden identificar desafíos tales como problemas con el drenaje, compactación, erosión, pH incorrecto, profundidad de la capa freática, y otros. Es posible que, para los proyectos en grandes áreas, se acuda a un experto en suelos para estudiar el sitio y proporcionar un informe, por lo general en combinación con el NRCS u otros datos.

## Vegetación

La información sobre la vegetación se obtiene observando y registrando la vegetación existente en el sitio. Como medida más fácil, los clientes recorren su sitio y enumeran la vegetación que ven, y obtienen alguna ayuda de un amigo conocedor de las plantas para las especies que no puede identificar. Con frecuencia, hay disponibles publicaciones para ayuda a identificar las plantas y comunidades de plantas. Se obtienen más detalles cuando los botánicos estudian todo el sitio crean una lista general de las especies existentes, categorizadas como nativas, deseadas o problemáticas y a veces aún más definidas por la fase de sucesión.

Cuando se usan receptores del sistema de posicionamiento global (GPS), estos se usan para estudios, toda la información vegetal recolectada más espacialmente explícita por lo que se hace más fácil trazar, analizar y compartir datos. Las Evaluaciones Ecológicas Rápidas son cada vez más comunes e incluyen el trazado de la vegetación en diversas escalas espaciales. La ventaja de esta herramienta es que los datos tienen un componente espacial y los datos de la vegetación se combinan fácilmente con el suelo y la topografía en un Sistema de Información Geográfica (GIS).

Observa la vegetación también verifica y revela características adicionales del sitio: áreas secas, pantanos y áreas sujetas a vientos fuertes prevalecientes. Entender la vegetación actual es esencial para la toma de decisiones apropiadas para el sitio después.

## Clima

La información climática se puede obtener del servicio meteorológico regional (por ejemplo, la Administración Oceánica y Atmosférica) o servicio climatológico regional y registrada en algunos lugares por décadas. Como mínimo, los clientes necesitan entender las lluvias y temperaturas promedio en su sitio y las fluctuaciones y patrones de estas condiciones a través del año. Por ejemplo, las tendencias de cuando empieza y finaliza normalmente la estación lluviosa y la intensidad son importantes, si no más importante, como solo saber el promedio anual de precipitación.

Los datos climatológicos son muy amplios para usarlos solo sin también observar los microclimas en el sitio. Dos sitios ubicados solo a unas pocas millas de distancia pueden tener efectos del viento, lluvia y temperaturas dramáticamente diferentes (Mollison y Slay 1991). La observación en el sitio puede ayudar al cliente a determinar información climatológica clave incluyendo el aspecto, los vientos y la humedad.

Un aspecto puede ser si una ladera está mirando al sol (mirando hacia el sur sobre el ecuador o norte debajo del ecuador) o alejada del sol. Las laderas que miran al sol son más calientes y secas; las laderas que no miran al sol son más frías y húmedas. El aspecto es un determinante principal de los tipos de vegetación en un sitio.

En la mayor parte de las áreas tropicales, especialmente en las islas, los vientos de las tempestades y huracanes pueden venir desde cualquier dirección, pero los vientos predominantes son consistentes y pueden anticiparse (Mollison and Slay 1991). Observar la vegetación, especialmente los árboles doblados o ladeados en una dirección, también indican la dirección de los vientos predominantes.

Factores importantes para el microclima es el agua y la forma en la que se moviliza a través de un sitio. El aerosol de sal, la niebla y la bruma pueden influenciar las condiciones del sitio. La proximidad del sitio al océano determinará la extensión de los efectos de moderación del océano. Las manifestaciones del agua tales como estanques, lagos, manantiales y arroyos también crean microclimas que afectan la vegetación.

## Antecedentes del Sitio

Conocer los antecedentes del sitio puede ser tan sencillo como preguntar a los vecinos mayores sobre los usos y condiciones anteriores del sitio, tan elaborado como un estudio arqueológico completo (necesario para algunos proyectos). Una opción intermedia es visitar la biblioteca local o Internet para encontrar fotos aéreas y otras fotos del sitio en el tiempo pasado (figura 3.9). Las oficinas catastrales proporcionan información pública disponible en cuanto a cambios de zonificación, construcción y cambios en la titularidad de las parcelas. La información de estudios de suelos, vegetación y clima se puede utilizar para entender los antecedentes del sitio incluyendo inundaciones, deslizamientos, incendios, tormentas fuertes y otros eventos que ocurrieron en el pasado y que pueden volver a suceder.

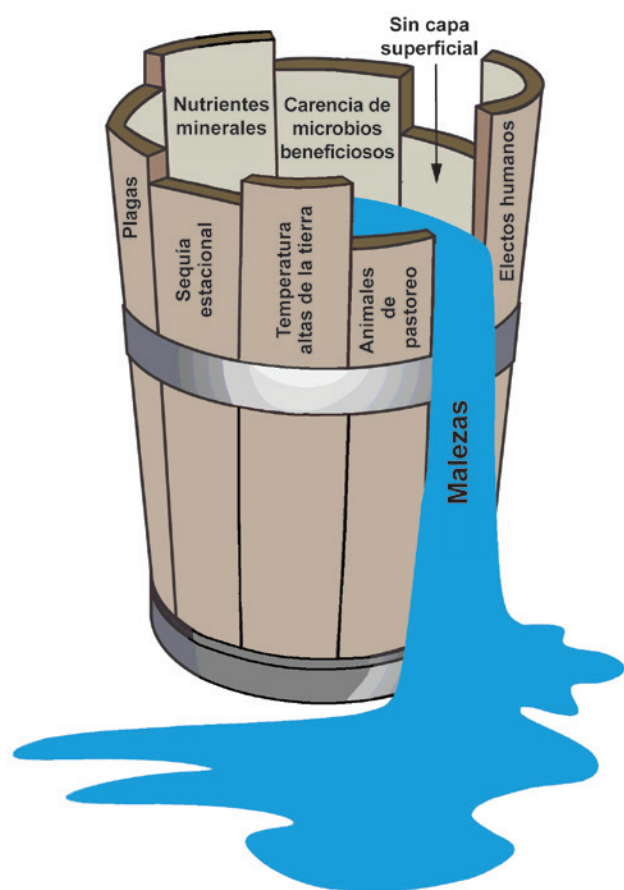


**Figura 3.9**—Los cultivadores de árboles nativos y sus asociados consultan fotografías aéreas y analizan la altitud, exposición y otras condiciones del sitio en preparación para un proyecto de restauración forestal en St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Foto de Brian F. Daley.

**Cuadro 3.1**—Comparación de diferentes métodos de arraigo de las plantas. Adaptado de Landis y otros (1992).

Características	Trasplante de plantas silvestres	Trasplante exterior de esquejes sin raíces	Siembra directa	Trasplante exterior de stock del vivero
Uso eficiente de semillas y esquejes	N/A*	No	No	Sí
Costo de arraigo	Alto	Moderado	Bajo	Moderado
Habilidad para arraigar especies difíciles	Sí	No	No	Sí
Opción para usar genotipos específicos	No	No	Sí	Sí
Programación precisa del arraigo de las plantas	Sí	Sí	No	Sí
Control de la composición y densidad del rodal	Sí	Sí	No	Sí
Compatibilidad de los tipos de stock con las condiciones del sitio	No	Sí	No	Sí
Disminución de los rodales vegetales adyacentes	Sí	Sí	No	No

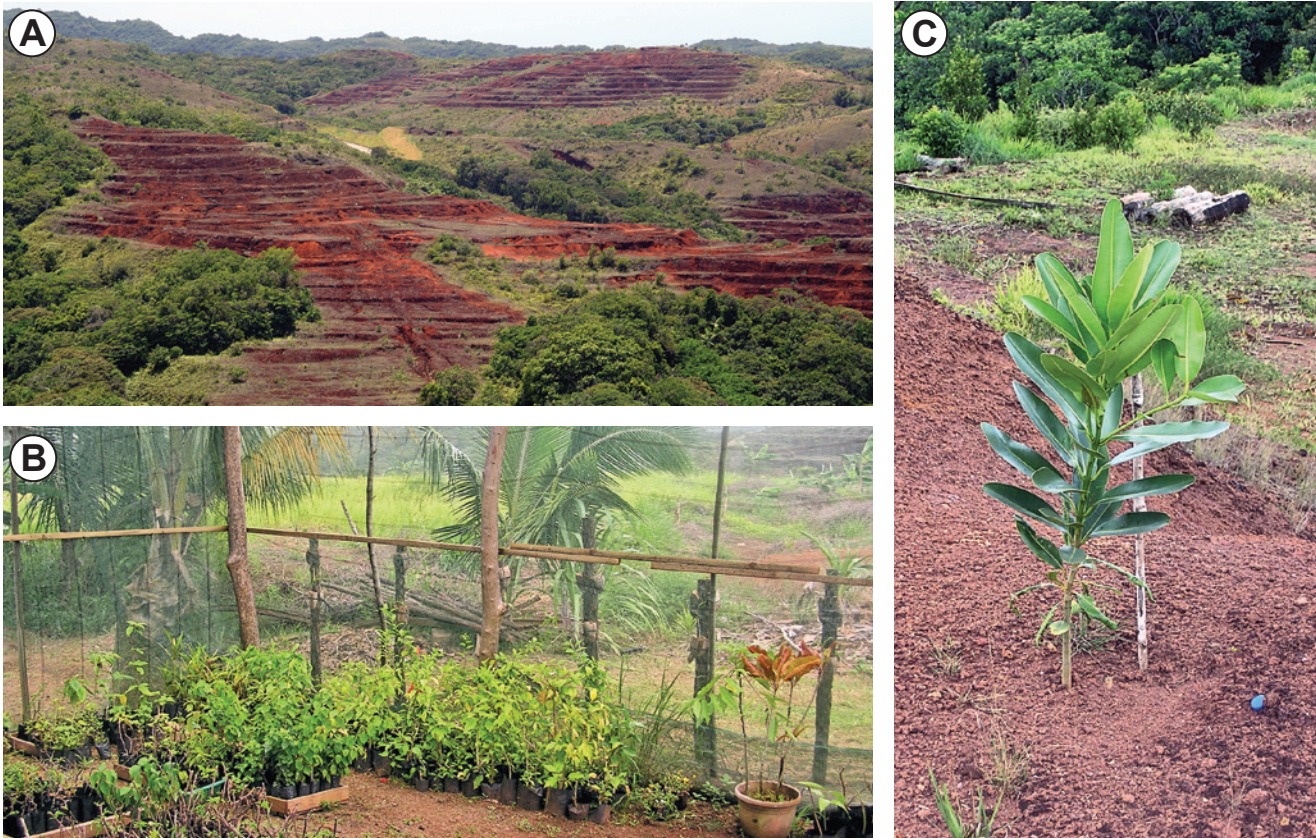
\*N/A: No aplicable.



**Figura 3.10**—Los factores limitantes para un sitio de proyecto dado pueden mostrarse como las tablas desiguales de un barril. Solo se conserva el agua hasta el nivel del factor más limitante. Ilustración de Jim Marin.

### 3. ¿Qué Factores en el Sitio del Proyecto Podrían Limitar el Éxito?

La información recopilada para responder a la pregunta 2 se usa para identificar los factores ambientales que son los de mayor limitación para la supervivencia y desarrollo vegetal en el sitio y para especificar que especie de planta y tipo de stock serían los más adecuados (figura 3.10 y cuadro 3.1). En la mayoría de los sitios de trasplante en exterior, las plantas recién plantadas deberán establecer rápidamente contacto de las raíces con la tierra de los alrededores a fin de obtener suficiente agua para sobrevivir y crecer. El agua es con frecuencia el factor de mayor limitación, especialmente en los sitios con una estación seca pronunciada o poca lluvia anual. En los lugares de grandes poblaciones de animales de pastoreo y herbívoros, los animales pueden ser el factor más limitante debido a que se comerán cualquier planta que trate de establecer. Si los fuegos forestales constituyen una perturbación recurrente en el sitio, las condiciones del suelo con frecuencia se ven alteradas y son necesarias medidas muy específicas, tales como barreras contra el fuego, en los años tempranos del proyecto de restauración. Las perturbaciones graves del suelo también pueden eliminar todos los microorganismos incluyendo los hongos micorrícicos. Por lo tanto, las plantas que tienen como destino varios sitios modificados, necesitan la inoculación con los simbiontes adecuados antes de hacer el trasplante en exterior. (Ver el Capítulo 13, Microorganismos Beneficiosos, para una discusión completa sobre este tema). Los proyectos de restauración riparia pueden necesitar estructuras de bioingeniería para estabilizar los bancos



**Figura 3.11**—Las plantas objetivo se cultivan teniendo en cuenta los factores limitantes del sitio. Las “Tierras áridas” en la isla principal de Palau son las áreas de minería de bauxita desarrolladas antes de la II Guerra Mundial que todavía no han recuperado su vegetación (A). Sitio del vivero para plántulas nativas para restauración del sitio de la mina (B). Una especie nativa, *Calophyllum inophyllum*, se trasplantó en las tierras áridas (C). Fotos de George Hernández.

de los arroyos y retardar la erosión del suelo antes de poder plantar el sitio (Hoag y Landis 2001). En las áreas desérticas, la baja humedad del suelo, las altas temperaturas y los altos vientos pueden considerarse factores limitantes. Los altos vientos, el rociado de sal, las malezas, la fertilidad del suelo, las inundaciones estacionales, las plagas de insectos y los desafíos del uso de la tierra, tal como personas que manejan sobre áreas de restauración, son ejemplos adicionales de los factores limitantes.

Es importante tener conocimiento de las necesidades y ecología (en base a los sitios de referencia) a fin de determinar si los factores están realmente siendo limitantes en base a los objetivos del proyecto. Por ejemplo, un sitio puede no recibir muchas precipitaciones, pero si la meta es tener una restauración de ecosistema en tierra seca y las especies nativas están adaptadas a esta cantidad de precipitaciones, estas plantas podrán desarrollarse en el sitio.

#### 4. ¿Cómo se Pueden Mitigar los Factores Limitantes?

Las medidas limitativas son los pasos que el cliente tomará para dominar cualquier factor limitante en el sitio y lograr los

objetivos del proyecto. El cliente puede definir algunas medidas de mitigación e incluirlas en sus requisitos de la planta objetivo (figura 3.11); otras las deberá realizar el cliente en su sitio para establecer las plantas con éxito.

Los esfuerzos del vivero para producir plantas objetivo será a veces clave para superar ciertos factores limitantes en el sitio. Por ejemplo, en ausencia de microorganismos Benéficos en el sitio, esto se puede mitigar inoculando las plantas con microorganismos benéficos en el vivero tal como se describió en el Capítulo 13, Microorganismos Benéficos. A veces las medidas de mitigación pueden ser una combinación de esfuerzos del vivero de producir materiales vegetales objetivo y los esfuerzos del cliente en el sitio (figura 3.12). Por ejemplo, los sitios con vientos fuertes preponderantes pueden necesitar plántulas objetivo con troncos gruesos y resistentes para soportar los vientos; el cliente también puede instalar barreras de viento alrededor de los árboles para ayudarlos a establecerse, o plantar árboles que corten el viento para proteger el área antes de realizar los otros sembríos.

Para los sitios con animales de pastoreo y herbívoros, la selección de especies menos apetecibles puede ser importante, pero el administrador del suelo deberá encontrar formas para excluir estos animales de las áreas recién plantadas o por lo



**Figura 3.12**—Superar los factores limitantes para restaurar los sitios con interferencias involucra una combinación de esfuerzos del administrador del vivero y de la tierra. En un sitio con pastos altos, el administrador del suelo podría tomar pasos para controlar la competencia de los pastos, y el vivero también podría cultivar árboles lo suficientemente altos para superar la altura de los pastos rápidamente. Foto de Douglass F. Jacobs.

menos proporcionar refugio para las plantas mientras se establecen (figura 3.13). Las plantas individuales se pueden proteger con redes o se puede cercar el proyecto en su totalidad. En algunas áreas, la existencia de chanchos salvajes o de otros animales puede hacer que la restauración sea imposible, en cuyo caso, sería necesario cercar áreas totales de restauración destinadas a excluir estos animales problemáticos.

Los factores limitantes que no pueden mitigarse a través de los esfuerzos razonables de las plantas objetivo y del administrador del suelo en el campo requieren que el cliente revise los objetivos del proyecto para que sean adecuados y alcanzables en el sitio de su proyecto.

## 5. ¿Qué Especies y Fuentes Genéticas Cumplirán con los Objetivos del Proyecto?

Los administradores del suelo deciden qué especies desean plantar en base a los objetivos del proyecto, sitios de referencia, condiciones del sitio del proyecto y factores limitantes como se han descrito anteriormente (figura 3.14). Los sitios de referencia proporcionan un modelo natural para determinar las especies y composición de la comunidad de plantas adecuadas (qué porcentaje de qué especies, con un espaciado específico) para la recuperación del sitio (figura 3.15).

En algunos casos, la mitigación de los factores limitantes por sí sola es suficiente para permitir la regeneración natural (restauración pasiva) de ciertas especies de plantas nativas y deseables en el sitio. Por ejemplo, en algunos sitios en las tierras altas en Hawái, simplemente eliminar los animales de pastoreo y herbívoros y escarificar el suelo permite que las semillas de koa latentes por largo tiempo broten en el banco



**Figura 3.13**—Las cabras comen cualquier cosa, muy pocas plantas objetivo pueden cultivarse para coexistir con cabras. Si la alimentación herbívora de las cabras es un factor limitante, el administrador de la tierra necesitará excluir a las cabras con cercas. Foto de Kim M. Wilkinson.

de semillas (figura 3.16). En estos casos, el trabajo del vivero puede enfocarse en esas especies que no se regeneran naturalmente. En muchos sitios con interferencias, ninguna cantidad de mitigación llevará a una regeneración natural adecuada de especies nativas o deseadas, y en estos casos, el vivero participará en propagar estas especies para reintroducción por medio de las plantaciones.

Por cierto, la mayoría de los viveros reciben una llamada ocasional de una persona que pregunta “¿Qué debo plantar?” No es de sorprender que algunos clientes potenciales esperan que los viveros les digan lo que deben plantar. Usando el Concepto de Planta Objetivo, el cliente y el vivero trabajan juntos para determinar qué especies de plantas son adecuadas plantar en un sitio dado.

### Fuentes Genéticas

Además de la selección de especies apropiadas, necesitan considerarse tres factores sobre la genética al elegir materiales vegetales: adaptación local, diversidad genética y diversidad sexual. Ver el Capítulo 8, Recolección, Procesamiento y Almacenamiento de Semillas, para obtener información adicional.

#### Adaptación Local

Las plantas están genéticamente adaptadas a las condiciones ambientales locales y, por esa razón, los materiales de las plantas deben siempre recolectarse dentro de la misma área en la que se hará el trasplante en exterior. “Zona de semillas,” “Fuente de semillas” y “lote de semillas” son términos que se usan para identificar las recolecciones de semillas. Una zona de semillas es un área geográfica que ya ha tenido un clima relativamente similar y tipo de suelo (figura 3.17). Para

	FATIN KUDA	USA	HALO uma	AI-SUNU	AIKABELAK
*Bee Matan		AI-HAN *ARIFE - SABRACA - KULU - NUU	- NUU - AI KAKEU - KIAR - AU	→ EUCALYPTUS GP → FANU → AI CAPE → AIKAR	EUCALYPTUS KIAR SANTUKU.
*TOOS		- AI-KAFE, KAFE, ABAKATE HAAS, AI-ATA,	→ AI TEPA → TEPA MUTIN → SEBAMIA / FURY → AI CAPE	→ AI FALO → KAREU → SANTUKU → LANTORO	AI TEPA TEPA MUTIN
*Zaur		- S'KULU, KAMU, HAAS, JAMBUA, SUKABER, NUU, AIDAK	→ TRANBER → GULUSA → NITE → MAHANI → AU	→ AI KAREU → AI DUBUR → AI CAPE	- TEPA MUTIN - NITAS - MAHANI
*MATHON CAPE *AFI		- ABAKATE, JAMBUA	→ SAMATUKU → AI CAPE → KAREU → AI DUBUR	→ SANTUKU → AI CAPE → TEPA	SANTUKU
*ROTA NWIN		- JAMBU AIR/UTAS, KIAR, KAEN, PSUA.	→ KAREU → AI → KIAR → NU → PINANG	→ TEPA KAREU → AIKAFE → HALI → AU.	KIAR JAMBU AIR

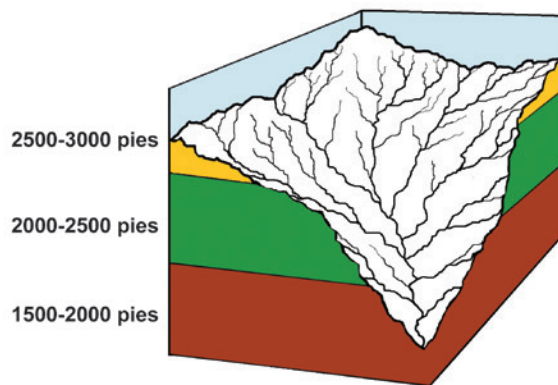
**Figura 3.14.**—Un trabajador forestal en Timor del Este desarrolla un cuadro de selección de árboles para diferentes sitios de plantación (a lo largo de la izquierda) y diferentes usos (a lo largo de la parte superior). Los sitios de plantación incluyen arroyos y se encuentran en campos de granjas. Los usos incluyen alimentos, mejora de barbecho, leña y madera. Foto de J.B. Friday

**Figura 3.15.**—Los sitios de referencia y los procesos de sucesión orientan en cuanto a qué especies plantar. Uno de los pocos árboles *Serianthes nelsonii* en peligro de extinción que sobreviven en Rota (A). Debido a que la regeneración natural no es suficiente para sostener las poblaciones, los viveros en Rota producen plántulas de *Serianthes nelsonii* (B). Foto de Thomas D. Landis.

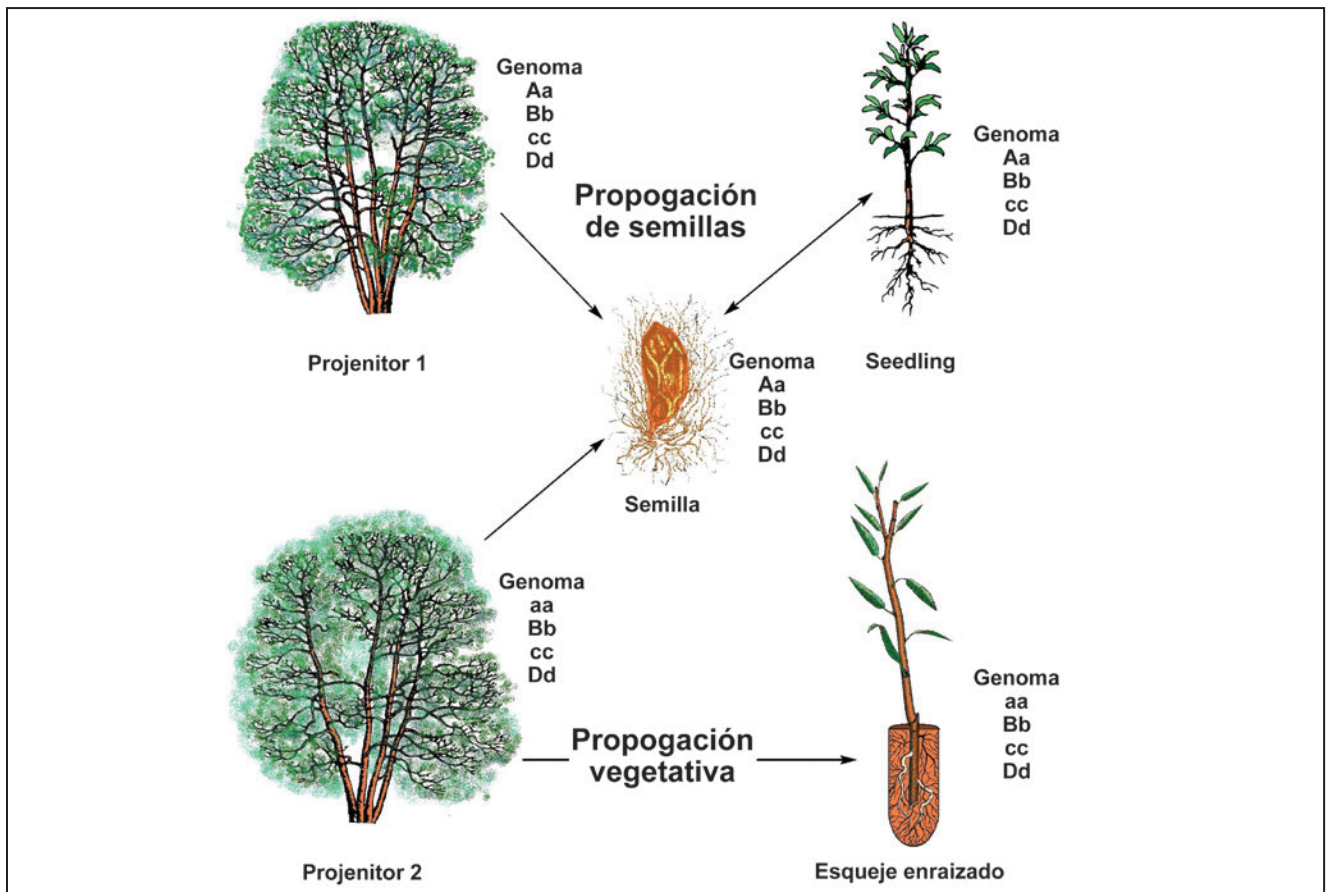


**Figura 3.16.**—En algunos casos, algunas especies pueden regenerarse naturalmente si se eliminan los factores limitantes. Esta foto muestra la regeneración natural de la *Acacia koa* en un sitio de tierras altas después de haber retirado el ganado de pastoreo y los caballos. Foto de Douglass F. Jacobs.

**ZONA DE SEMILLAS 563**



**Figura 3.17.**—Se han desarrollado zonas de semillas para algunas especies para proporcionar pautas para recolectar semillas desde la misma área geográfica y zona de elevación. En los lugares en los que no se han definido zonas para las semillas, haga lo mejor que pueda para recolectar materiales vegetales de la misma área geográfica, condiciones ambientales y altitud en la cual se debe trasplantar el stock del vivero. Adaptado de St. Clair y Johnson (2004).



**Figura 3.18**—Al recolectar semillas o esquejes de las plantas, se deberá considerar la diversidad genética y sexual. Adaptado de Landis y otros (2003).

ciertas especies nativas, las zonas de semillas pautas de transferencia han sido definidos por genetistas para ayudar a los administradores del suelo a elegir fuentes adecuadas de semillas. Para la mayoría de las especies nativas tropicales, todavía se tiene que completar este trabajo, por lo que se aconseja a los cultivadores a usar fuentes de la misma área geográfica, las condiciones ambientales y la altitud en la que el stock del vivero va a ser trasladado.

La adaptación local puede afectar la supervivencia del trasplante en exterior y el crecimiento en muchas maneras incluyendo la tasa decrecimiento y tolerancias ambientales. Por ejemplo, en áreas templadas, las coníferas comerciales cultivadas de semillas o esquejes recolectados en latitudes o altitudes de mayor altura crecerán con mayor lentitud, pero tienden a ser más tolerantes al frío desde elevaciones más bajas o latitudes más hacia el sur (St. Clair y Johnson 2003). Muchas islas tropicales tienen un “lado húmedo” y “lado seco” pronunciado. Los conocimientos convencionales y la investigación (Ares y otros 2000) indican que no se deben mover los materiales vegetales del lado húmedo de una isla hallado seco, o viceversa. Además de las tolerancias a la lluvia, los temas de la adaptación local pueden ser importantes para otras condiciones del sitio tales como tipos de suelos.

En algunos casos, la adaptación local puede ser esencial para la viabilidad a largo plazo y valor de restauración del hábitat de las plantaciones. Por ejemplo, los polinizadores locales se adaptan con frecuencia a los tamaños y formas de las flores de sus plantas alimenticias adaptadas localmente (Kramer 2007) Si un sitio se restaura con las mismas especies, pero no con la adaptación local de esas especies, los polinizadores locales es posible que no puedan polinizarlos, dirigiéndose a un proyecto que no puede perdurar por sí mismo.

### Diversidad Genética y Sexual

Los materiales vegetales objetivo debe intentar representar todas la diversidad genética y sexual existente en los sitios de referencia (Figura 3.18). A fin de maximizar la diversidad genética, las semillas o esquejes tienen que recolectarse de tantas plantas como sea posible. Guinan (1993) proporciona una excelente disertación de todos los factores involucrados en la preservación de la biodiversidad al recolectar materiales vegetales y sugerir la recolección de 50 a 100 plantas donantes.

Las especies dioicas presentan un desafío debido a que tienen plantas masculinas y femeninas. Por lo tanto, todas las plantas dioicas propagadas vegetativamente serán del mismo sexo que su progenitor, lo cual puede ser especialmente importante en sitios



**Figura 3.19**—El *Pandanus tectorius* es un ejemplo de una planta dioica de la Polinesia. Foto de J.B. Friday.

en los que una población masculina está geográficamente separada de una población femenina. En tales casos, es posible que los recolectores de material vegetal puedan no darse cuenta de que han recolectado solo un sexo, lo que haría que un solo sexo se trasplante en el sitio del proyecto. La falta resultante de producción de semillas comprometería los objetivos del proyecto y la regeneración natural futura. Por lo tanto, al recolectar esquejes de las especies dioicas, se debe tener cuidado que las plantas del sexo masculino y femenino estén representadas en forma pareja. Las especies dioicas incluyen las cícadas (familias de Cycadaceae, Stangeriaceae y Zamiaceae), moras (especie *Morus*), pandano (*Pandanus tectorius*) (figura 3.19), nuez de la India o kukui (*Aleurites moluccana*), y la rara especie del Caribe “palo rubio” (especie *Zanthoxylum*). Los esquejes con raíces u otros tipos de stock propagados vegetativamente tienen que rotularse por sexo para que los machos y las hembras puedan trasplantarse en exterior en un patrón mixto para promover la producción de semillas.

### Consideraciones Adicionales sobre la Procedencia

Pueden considerarse otros factores de selección para cumplir con los objetivos del proyecto al definir la procedencia adecuada de propágulos. En casos especiales, las semillas se recolectarán de progenitores que poseen los atributos deseados. Por ejemplo, si se está cultivando una especie nativa o tradicional para madera o uso en artesanía, las semillas deben recolectarse de árboles que muestran la forma o características de la madera deseadas. Las plantas que se cultivan para fines medicinales tradicionales deberán cumplir con los requisitos exigidos por el usuario final en cuanto a calidad y potencia de las plantas fuente (figura 3.20). Cuando sea aplicable, estas otras consideraciones de la procedencia se suman a, no en lugar de, los tres factores de adaptabilidad



**Figura 3.20**—Los materiales vegetales deberán provenir de progenitores que poseen los atributos deseados, especialmente en el caso de plantas medicinales o alimenticias. *Piper methysticum* (kava) es una importante planta ceremonial y medicinal para muchas culturas de las islas del Pacífico y los diferentes cultivos tienen diferentes propiedades y concentraciones de compuestos activos (A). Las plantas alimenticias esenciales *Colocasia esculenta* (taro) y especie *Musa* (banana) tienen diversos legados cultivares con un amplio rango de propiedades y gustos (B). Foto de Thomas D. Landis.

local, diversidad genética y diversidad sexual. Para las especies tradicionales, debe considerarse la situación genética caso por caso; a veces la meta es perpetuar variedades del legado y a veces la meta será variar la diversidad genética.

## 6. ¿Qué Tipos de Materiales Vegetales (Tipos de Stock) son más Adecuados para el Sitio y Objetivos del Proyecto?

Los materiales vegetales comunes incluyen tipos de stock tradicionales de vivero, tales como plántulas de contenedor, plántulas a raíz desnuda y esquejes con raíces, así como también plantas silvestres, portainjertos, esquejes sin raíces y semillas (cuadro 3.2). Los tipos de stock adecuados para un proyecto se determinan considerando los factores limitantes, especies y la genética. Las características de una especie en particular ayudarán a determinar si la siembra directa, la propagación en el vivero u otros métodos constituyen la estrategia más apropiada (Steinfeld

**Cuadro 3.2**—Muchos tipos diferentes de materiales vegetales nativos pueden ser proporcionados por los viveros.

Materiales vegetales	Ejemplos	Ventajas	Desventajas
Semillas	Pastos, malezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeño y fácil para trasplantar</li> <li>• Las semillas de algunas plantas nativas pueden almacenarse durante largos periodos</li> <li>• Las plantas desarrollan una estructura radicular natural</li> <li>• Mantienen la diversidad genética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunas especies no producen semillas regularmente</li> <li>• Muchas semillas tropicales no se pueden almacenar bien</li> <li>• La siembra directa es el uso más ineficiente de las semillas que las plantas del vivero</li> </ul>
Planta a raíz desnuda	Coco, caoba, cedrela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos costoso para producir en el vivero que las plantas en contenedores</li> <li>• Más fáciles para transportar</li> <li>• Las raíces no han sido restringidas por los contenedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tardan más tiempo en producir</li> <li>• Las raíces se secan fácilmente</li> <li>• Con frecuencia la supervivencia es menor y el crecimiento más lento especialmente en sitios más secos</li> </ul>
Plantas de contenedor	Todas las especies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de raíces bien arraigados significa menos conmoción de trasplante</li> <li>• Disponible en una variedad de tamaños</li> <li>• Pueden plantarse durante todo el año</li> <li>• Los tipos de stock grandes proporcionan plantas “al instante” en el sitio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su propagación es más costosa</li> <li>• Son más difíciles de transportar, especialmente los tipos de stock de mayor tamaño</li> </ul>
Portainjerto	Ñame, kava, fruto del árbol del pan, bananas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son fáciles de almacenar y transportar</li> <li>• Tienen una excelente supervivencia después del trasplante en exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo funciona con ciertas especies</li> </ul>
Esquejes sin raíces	Erithrina, Gliricidia, gumbo-limbo, Guazuma ulmifolia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideal para estacas vivas</li> <li>• Pueden producirse en forma eficiente y económica en camas de acodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo funcionan con especies que producen raíces fácilmente</li> <li>• Mejor para ambientes mésicos</li> </ul>
Esquejes de acodo	Cítricos, frutos del árbol del pan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tienen que depender de los cultivos de semillas</li> <li>• Ideales para mantener el mismo genotipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesitan una planta madre saludable</li> <li>• Solo funcionan con especies que producen raíces fácilmente</li> </ul>
Esquejes con raíces	Muchas especies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tienen que depender de los cultivos de semillas</li> <li>• Ideales para mantener el mismo genotipo</li> <li>• Se pueden desarrollar bloques de acodos para grandes proyectos de varios años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberán ser manejados con cuidado durante el transporte y trasplante en exterior</li> </ul>

y otros 2007). Se pueden considerar muchas opciones; algunas de estas opciones se resumen en el cuadro 3.1. Los viveros de plantas nativas pueden proporcionar una amplia variedad de materiales vegetales que satisfarán las necesidades de cualquier proyecto reforestación o restauración (cuadro 3.2).

## Semillas

Las semillas son fáciles de manejar, almacenar y trasplantar en exterior, pero la eficacia de la siembra directa en el sitio del proyecto varía de acuerdo con las especies, dureza del sitio, objetivos del proyecto y cronograma del proyecto. Esparcir directamente la semilla ofrece tres ventajas principales: (1) las semillas pueden ser menos costosas si se comparan con otros materiales vegetales, (2) esparcir las semillas es relativamente fácil, y (3) las plántulas de las semillas esparcidas desarrollan un sistema de raíces natural y ocurren con un patrón más aleatorio (quiere decir, “natural”).

Existen también muchos inconvenientes. Aun cuando se ubican las especies y origen correctos, las semillas son (1) con frecuencia difíciles de obtener o son muy costosas; (2) no se producen en una cantidad adecuada cada año; (3) a veces necesitan una limpieza y procesamiento adecuados y (4) son difíciles de almacenar. Además, la depredación de los pájaros y roedores, competencia de las especies de malezas, y condiciones climatológicas impredecibles con frecuencia disminuyen el éxito alcanzado en el establecimiento (Bean y otros 2004). Finalmente, con la siembra directa, es difícil controlar la composición de las especies y el espaciado de las plantas en el área proyectada (Landis y otros 1992).

La siembra directa es por lo general más exitosa para los pastos, plantas herbáceas y algunos matorrales. La siembra con especies de pasto nativo después de incendios forestales se usa con frecuencia para estabilizar los suelos y prevenir la erosión. Algunos árboles pueden establecerse a través de siembra directa, especialmente aquellos con semillas





**Figura 3.21**—Las plantas de coco a raíz desnuda (A) se cultivan en campos y se cosechan y envían sin tierra que rodee las raíces. Es difícil trabajar con los suelos tropicales y por este motivo las plantas a raíz desnuda generalmente se producen en camas elevadas (B). Fotos de Thomas D. Landis.

largas. En California, la siembra directa con bellotas para establecer robles nativos ha sido muy exitosa (Landis y otros 1992). Sembrar las semillas directamente en el campo puede producir una germinación y supervivencia deficiente. Por lo tanto, se recomienda la siembra directa solo para las especies en las cuales no es necesario el uso eficiente de semillas.

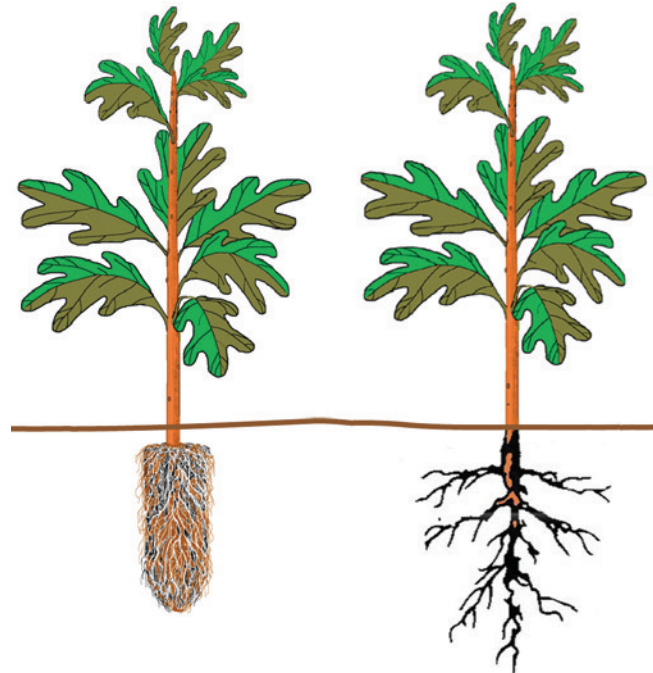
### Plantas a Raíz Desnuda

Las plantas a raíz desnuda se inician de semillas o esquejes, crecen en la tierra o en lechos elevados, y se cosechan sin tierra alrededor de sus raíces (figura 3.21). Debido a que requieren una cantidad considerable de suelos

de alta calidad y con frecuencia se demoran más en alcanzar un tamaño para envío, menos especies de plantas nativas se desarrollan para conservación y restauración como stock a raíz desnuda que se cultiva para objetivos comerciales importantes, tales como la producción maderera. Es difícil trabajar con los suelos tropicales, por lo que las plantas con raíces desnudas se cultivan por lo general en lechos elevados con una mezcla de sustrato (por ejemplo, arena mezclada con compost) en una línea de irrigación de goteo. Un inconveniente serio es que el stock de semilla desnuda necesita más cuidado posterior a la cosecha que el stock de contenedor. La especie de raíz al desnudo es apropiada solo para plantas con sistemas de raíces que pueden tolerar más perturbaciones y manipuleo que otras especies que necesitan que sus sistemas de raíces se mantengan en contacto con el suelo durante la cosecha, envío y trasplante en exterior.

### Plantas de Contenedor

Las plantas de contenedor son el tipo de stock de elección para muchos viveros tropicales. La propagación en contenedores es mejor cuando se desea pequeñas cantidades de muchas plantas nativas. Otra ventaja es que el stock de contenedor es más tolerante y duradero durante el manipuleo, envío y trasplante en exterior (figura 3.22). Los árboles y arbustos se arraigan por lo general usando el stock del contenedor más que por germinación directa por dos razones. Primero, obtener las



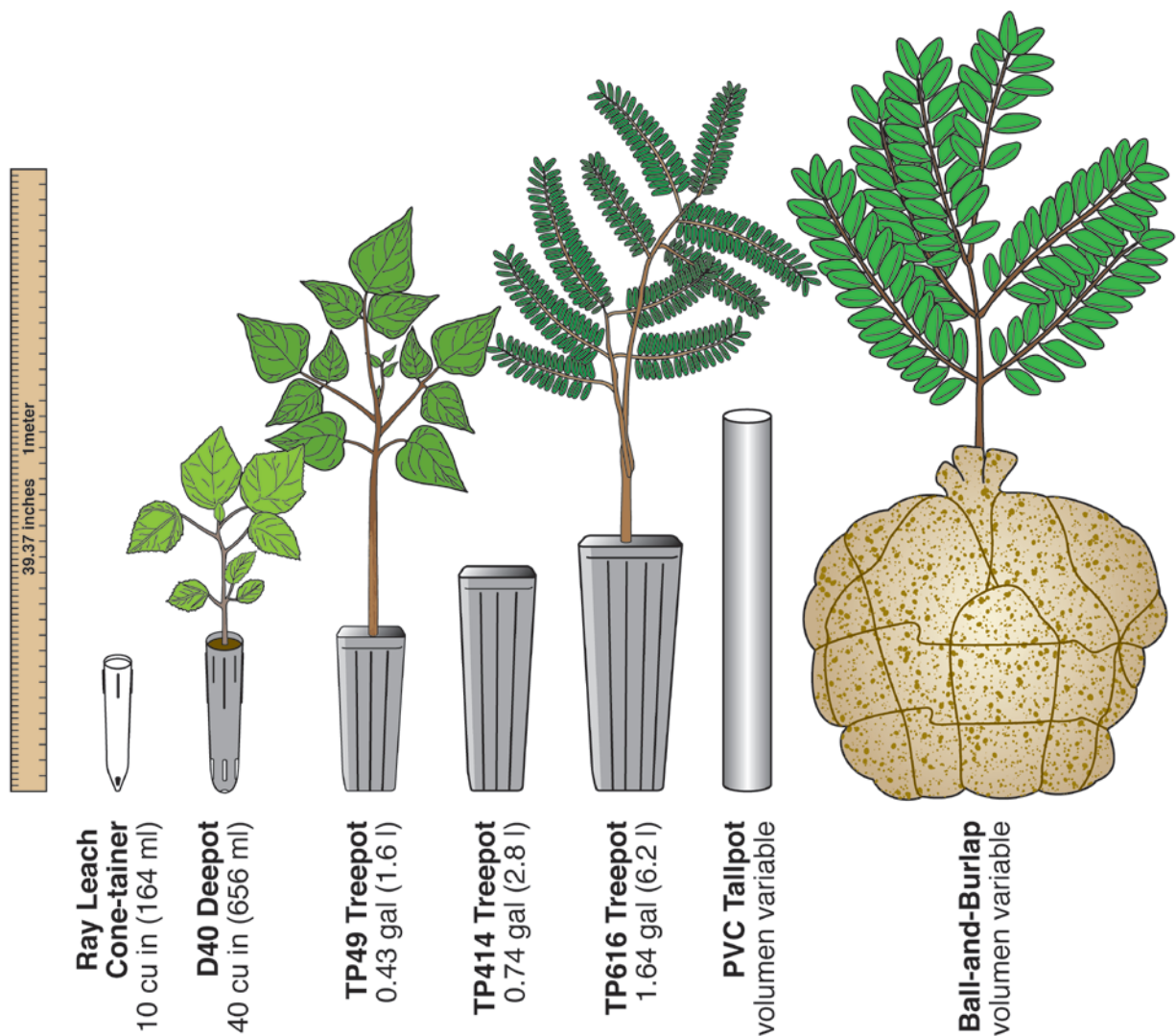
**Figura 3.22**—Las plantas de contenedor (izquierda) y plantas a raíz desnuda (derecha) tienen características morfológicas diferentes. Las plantas de contenedor vienen en muchos tipos y tamaños, pero todas forman sus raíces en un cepellón lo que causa menos perturbaciones al sistema de las raíces durante la cosecha y trasplante en exterior. Ilustración de Dumroese y otros (2008).

semillas de la mayoría de las especies de árboles y matorrales es costoso y toma tiempo; muchos años, es posible que sea difícil ubicar las semillas. Segundo, los matorrales y las semillas de los árboles germinan y se desarrollan en plántulas a una velocidad menor que las especies de pasto y de plantas herbáceas, haciendo que tengan desventajas en sitios en los que existen pastos y plantas herbáceas. Trasplantar en exterior matorrales y árboles como plantas les brinda una ventaja competitiva sobre los pastos y plantas herbáceas debido a que las plantas tienen acceso a sol pleno y las raíces son con frecuencia más largas y mejor desarrolladas, lo que les permite acceder a la humedad más profunda del suelo. En general, las especies de pastos y plantas herbáceas son pocas veces establecidas de plantas en contenedores debido a su alto costo. Las excepciones son cuando las semillas del pasto o plantas herbáceas son escasas o cuesta mucho recolectarlas o propagarlas; si las especies son difíciles de establecer de semillas

en sitios perturbados; o cuando el proyecto necesita restar especies amenazadas o sensibles (Steinfeld y otros 2007).

Las plántulas en contenedor pueden variar en tamaño desde diminutos forros o plántulas hasta grandes contenedores que contienen muchos galones de sustrato. Debido a que los contenedores vienen en muchos tamaños y formas (figura 3.23), se puede hacer que se adapten a los objetivos y condiciones del sitio. Al poner una orden de plantas de contenedor, por lo general se especifica la edad, diámetro del tallo, altura, tamaño de la raíz y profundidad, además de la especie y procedencia de la semilla. Ver el Capítulo 7, Contenedores, para obtener mayor información.

La característica distintiva de las plántulas de contenedor es que, debido a que las raíces están restringidas, se une al sustrato formando una "plántula en cepellón" cohesiva.



**Figura 3.23**—El stock de vivero puede cultivarse en muchos tamaños y formas. Considerar las ventajas e inconvenientes de las diferentes opciones al definir los materiales vegetales objetivo para un proyecto. Ilustración adaptada de Steinfeld y otros (2007) por Jim Marin.

## Plantas Silvestres

Las plantas se cultivan por lo general en un vivero. Sin embargo, para algunos proyectos, las plantas se rescatan de áreas, tales como sitios de desarrollo o costados del camino, antes de las perturbaciones planificadas. Las plantas rescatadas (a veces llamadas esquejes) pueden ser un componente importante para proteger la diversidad de las plantas nativas. A veces las plantas rescatadas simplemente se reubican rápidamente de un área a otra. Otras veces, se pueden trasplantar las plantas a un vivero, donde se les brindará cuidados para ser trasplantadas en exterior más adelante (Steinfeld y otros 2007).

## Esquejes sin Raíces

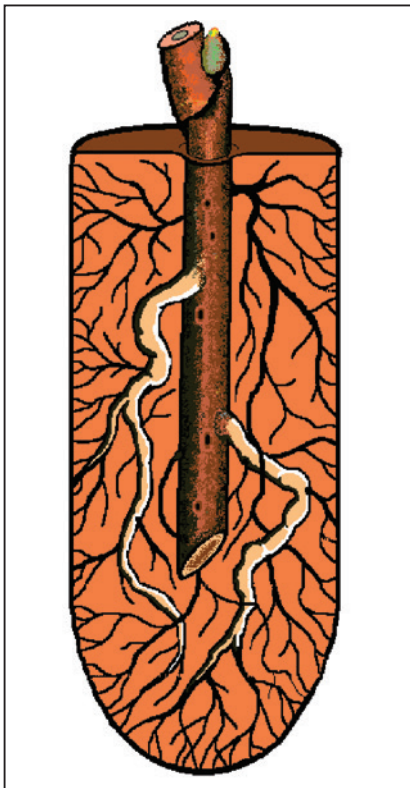
Los esquejes de “postes” largos son un tipo común de esquejes sin raíz usados prolíficamente en los trópicos como postes de cercos vivos. Estos palos sin raíces de especies fáciles de enraizar, a veces llamados “palos rápidos,” tales como la especie *Gliricidia sepium*, *Erythrina*, o *Bursera simaruba*, se cortan de las ramas mayores o tallos de los árboles. Estos están insertados en el suelo con un mínimo de 1 pie (30 cm) del esqueje en contacto con el suelo (si es posible más). Los esquejes de los postes tienen por lo general por lo menos 4.0 pie (1.2 m) de largo y por lo menos 2 pulg (5 cm) de diámetro. A veces los esquejes de los postes se usan en proyectos de res-

tauración riparia (Hoag y Landis 2001). Para esta aplicación, los esquejes tienen con frecuencia 6.0 pie (1.8 m) o más en longitud y hasta 8 a 1 pulg (20 a 30 cm) de diámetro para que puedan insertarse lo suficientemente profundos para que los extremos sigan estando en contacto con la corriente freática. Los esquejes de postes son muy eficaces para estabilizar la corriente u orillas del río debido a que resisten la erosión. Cuando se necesita gran cantidad de postes, pueden cultivarse en camas de acodo en viveros para evitar los efectos negativos de hacer la recolección de plantas silvestres “donantes.”

## Esquejes con Raíces

Es más eficaz para los esquejes con raíces de las especies más leñosas en un vivero antes de trasplantarlos en exterior en el sitio del proyecto. Se puede usar una sección de tallo de 2 a 4 in (5 a 10 cm) (figura 3.24), pero tiene que tener un brote saludable cerca de la parte superior (Dumroese y otros 2003). Algunas especies, tales como el camote o batata (*Ipomoea batatas*), puede propagarse de esquejes de viña sin raíz, pero puede ser más fácil arraigarlas en el vivero si primero se dejan que brote la raíz en un poco de agua o si se planta en el sustrato antes de trasplantarlas en contenedores. Ver el Capítulo 10, Propagación Vegetativa, para obtener más información sobre recolectar y cultivar esquejes con raíces.

(A)



(B)



**Figura 3.24**—Los esquejes con raíces usan una sección más corta del tallo con una yema (A). Los esquejes crecen rápidamente para llegar a ser grandes plantas con el cuidado en el vivero (B). Ilustración A de Dumroese y otros (2008) y foto B de Thomas D. Landis.



**Figura 3.25**—El portainjerto se puede usar para arraigar algunos pastos, juncos, plantas herbáceas y plantas de humedales que no puede sembrarse directamente o trasplantarse en exterior como plántulas. Foto de Thomas D. Landis.

### Portainjerto

Los portainjertos se refieren a raíces especializadas, tales como bulbos y para tallos subterráneos modificados, tales como rizomas y tubérculos (figura 3.25). El portainjerto puede ser usado para la propagación vegetativa de ciertos pastos, plantas de humedales, plantas alimenticias y hasta algunos árboles. Ejemplos de especies propagadas de los portainjertos incluye el camote o batata (especie *Diosorea*), kava (*Piper methysticum*), y los frutos del árbol del pan (especie *Artocarpus*). Las bananas y llantén (especie *Musa*) se propagan con frecuencia de sus bulbos o estructuras de las raíces.

## 7. ¿Cuáles son las Mejores Herramientas y Técnicas para los Trasplantes en Exterior?

Cada sitio de trasplante exterior tiene diferentes condiciones climatológicas y del suelo, por lo que se deberán usar las herramientas y técnicas adecuadas. Los administradores del vivero deberán conocer por adelantado qué herramientas se usarán para plantar para que puedan desarrollar las especificaciones adecuadas del material vegetal, especialmente la longitud y volumen de las raíces o longitud y diámetro de los esquejes.

No hay una sola herramienta o técnica que funcione bien en todas las condiciones de los sitios. Por ejemplo, las plantas con sistemas de raíces largas es posible que no tengan la forma y tamaño apropiado de las raíces, es imposible cavar eficazmente en el sitio debido a las condiciones rocosas o de barro. Es importante asegurar que los agujeros para la plantación sean largos y lo suficientemente profundos para poder plantar las plántulas en forma adecuada.

Herramientas manuales tales como palas (figura 3.26), escota, azadón, azadas para plantar (“hoedads”), y barras para plantar son muy populares para trasplantar en exterior plantas nativas. Las plantas que crecen en “envases altos” más profundos usados en muchos proyectos de restauración, pueden necesitar equipo especializado para el trasplante en exterior. Los administradores del



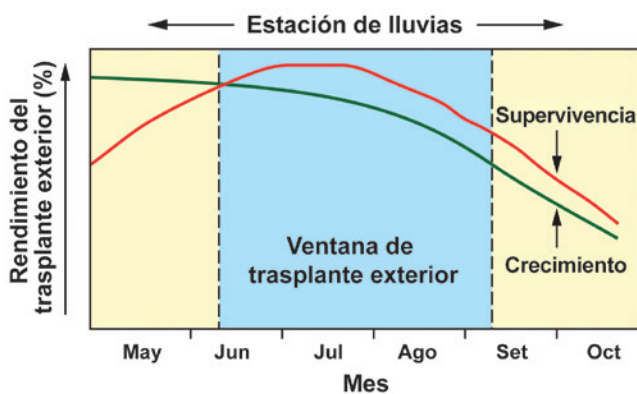
**Figura 3.26**—El tipo de herramienta para el trasplante en exterior que se use es muy importante para definir el tamaño y forma de la planta objetivo. Foto de Thomas D. Landis.

vivero deberán trabajar estrechamente con los clientes para asegurar que sus plantas objetivo puedan trasplantarse en exterior correctamente en las condiciones de los suelos en el sitio del proyecto. En el Capítulo 17, Trasplante, encontrará información completa sobre las herramientas y técnicas.

## 8. ¿Cuál es el Mejor Momento para Hacer el Trasplante en Exterior?

Cada sitio tiene un momento óptimo para que sean mayores las posibilidades de supervivencia y crecimiento de las plantas, la “ventana de trasplante exterior.” La ventana para el trasplante en exterior se define por lo general observando la información climatológica y los antecedentes de la Pregunta 2, y los factores limitativos descritos en la Pregunta 3. Por ejemplo, en algunas áreas tropicales, la humedad del suelo es el principal factor de limitación. En estos casos, la ventana de trasplante en exterior se encuentra al comienzo de la estación lluviosa cuando está aumentando la humedad del suelo y las pérdidas evapotranspiratorias son bajas (figura 3.27). Las áreas sin una estación seca pueden tener otros factores limitativos, tales como abundantes precipitaciones e inundaciones, que define las ventanas de trasplante en exterior de forma diferente. Las fechas específicas de las ventanas de trasplante en exterior cambiarán de acuerdo con la latitud y elevación.

Al producir plantas objetivo para un proyecto, el vivero deberá trabajar hacia atrás considerando la ventana de



**Figura 3.27**—La ventana de trasplante exterior es el periodo en el cual las condiciones del sitio son las más favorables para la supervivencia y crecimiento de la planta. La ventana variará entre las ubicaciones geográficas. Para los sitios que tienen una estación pronunciada, la ventana para el trasplante exterior ocurre al inicio de la estación lluviosa. Ilustración adaptada de South y Mexal (1984) por Jim Marin.

trasplante para programar la propagación. Este enfoque asegura que las plantas estarán listas al inicio de la ventana de trasplante, como se describe en el Capítulo 4, Planificación de los Cultivos: Protocolos de Propagación, Cronogramas y Registros.

## Aprendizaje y Adaptación: Pruebas de Campo de la Planta Objetivo

Un principio básico de una gestión de proyecto eficaz es empezar en pequeña escala y expandirse de acuerdo al éxito alcanzado. Si los administradores del suelo pueden tomarse una estación o más para probar algunos materiales vegetales y estrategias antes de comprometerse a gran escala, ellos pueden aprender lecciones importantes y finalmente aumentar el éxito que logren. Al inicio de cualquier proyecto de plantación, el administrador del suelo y administrador del vivero tienen que llegar a un acuerdo sobre algunas especificaciones morfológicas y fisiológicas en base a las respuestas de las ocho preguntas que definen a una planta objetivo. Este prototipo de planta objetivo se cultiva en el vivero, y su idoneidad se verifica trasplantando secciones de prueba que monitorean la supervivencia y el crecimiento.

Se considera crítico monitorear la supervivencia y crecimiento durante los primeros pocos meses después del trasplante ya que los problemas pueden aparecer pronto después de la plantación. Los problemas con la calidad de la plántula, plantación deficiente o exposición a las condiciones de sequía pueden hacer que las plantas pierdan su vigor gradualmente y quizás mueran. Por lo tanto, se deberán monitorear las parcelas durante el primero o segundo mes después del trasplante y al final del primer año para la supervivencia inicial. Las revisiones subsiguientes después del 3er y 4to año darán buena indicación de las tasas de crecimiento de las plantas. Esta información de desempeño se usa entonces para proporcionar retroalimentación valiosa al administrador del vivero que puede trabajar con el cliente para refinar las especificaciones de la planta objetivo para el siguiente cultivo (figura 3.1).

La estrategia de empezar con un vivero en pequeña escala no siempre es posible. Algunos proyectos son urgentes y requieren que la plantación total se realice tan pronto como sea posible. Los clientes con proyecto que deberán plantarse todos a la vez, no podrá beneficiarse con las oportunidades generadas por el ciclo de retroalimentación de la planta objetivo. En tales casos, la mejor información y experiencia disponible se usa para definir las plantas objetivo para atender inmediatamente las necesidades del cliente. Cuando el proyecto esté completo,

sin embargo, el vivero y las demás personas involucradas, pueden todavía aprender con los resultados y aplicar las lecciones a proyectos futuros de naturaleza similar.

## Referencias

Ares, A.; Fownes, J.H.; Sun, W. 2000. Genetic differentiation of intrinsic water-use efficiency in the Hawaiian native *Acacia koa*. *International Journal of Plant Sciences*. 161(2): 909–915.

Bean, T.M.; Smith, S.E.; Karpiscak, M.M. 2004. Intensive revegetation in Arizona's hot desert: the advantages of container stock. *Native Plants Journal*. 5: 173–180.

Cerro Nara Rainforest Conservation. 2010. Analog forestry employed in Cerro Nara. Central West Coast, Costa Rica: ProNara. <http://www.cerronara.org/>. (August 2010).

Dumroese, R.K.; Wenny, D.L.; Morrison, S.L. 2003. A technique for using small cuttings to grow poplars and willows in containers. *Native Plants Journal*. 4: 137–139.

Dumroese, R.K.; Luna, T.; Landis, T.D. 2008. Nursery manual for native plants: volume 1, a guide for tribal nurseries. *Agriculture Handbook 730*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 302 p.

Hoag, J.C.; Landis, T.D. 2001. Riparian zone restoration: field requirements and nursery opportunities. *Native Plants Journal*. 2: 30–35.

Kramer, A.T. 2007. Successful restoration of plant communities: why pollinators matter. Lecture at the Chicago Botanic Garden. [http://www.chicagobotanic.org/downloads/staff/kramer/Kramer\\_071907DonorTalk.pdf](http://www.chicagobotanic.org/downloads/staff/kramer/Kramer_071907DonorTalk.pdf). (August 2010)

Landis, T.D.; Dreesen, D.R.; Dumroese, R.K. 2003. Sex and the single *Salix*: considerations for riparian restoration. *Native Plants Journal*. 4: 110–117.

Landis, T.D.; Lippitt, L.A.; Evans, J.M. 1992. Biodiversity and ecosystem management: the role of forest and conservation nurseries. In: Landis, T.D., ed. *Proceedings, Western Forest Nursery Association*. Gen. Tech. Rep. RM-221. Fort. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 1–17.

Landis, T. D. 2011. The Target Plant concept - a history and brief overview. In: Riley, L.E., Haase, D.L. and Pinto, J.R. tech coords. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations – 2010*. Proceedings RMRS-P-65. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Proceedings. 61–66.

Mollison, B.; Slay, R.M. 1991. *Introduction to permaculture*. Tyalgum, Australia: Tagari Publications. 198 p.

South, D.B.; Mexal, J.G. 1984. Growing the “best” seedling for reforestation success. *Forestry Department Series 12*. Auburn, AL: Auburn University. 11 p.

St. Clair, B.; Johnson, R. 2003. The structure of genetic variation and implications for the management of seed and planting stock. In: Riley, L.E.; Dumroese, R.K.; Landis, T.D., tech. coords. *National proceedings: forest and conservation nursery associations—2003*. Proceedings RMRS-P-33. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 64–71.

Steinfeld, D.E.; Riley, S.A.; Wilkinson, K.M.; Landis, T.D.; Riley, L.E. 2007. *Roadside revegetation: an integrated approach to establishing native plants*. Vancouver, WA: Western Federal Lands Highway Division.

Sutton, R. 1980. Evaluation of stock after planting. *New Zealand Journal of Forestry Science* 10: 297–299.

## Lecturas Adicionales

Guinon, M. 1993. Promoting gene conservation through seed and plant procurement. In: Landis, T.D., tech. coord. *Proceedings, Western Forest Nursery Association*. Gen. Tech. Rep.. RM-221. Ft. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 38–46.

Jeffrey, J.; Horiuchi, B. 2003. Tree planting at Hakalau National Wildlife Refuge—the right tool for the right stocktype. *Native Plants Journal*. 4: 30–31.

Landis, T.D.; Dumroese, R.K.; Haase, D.L. 2010. The container tree nursery manual. volume 7: seedling processing, storage, and outplanting. *Agriculture Handbook 674*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 188 p.

Millar, C.I.; Stephenson, N.L.; Stephens, S.L. 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*. 17(8): 2145–2151.