



Planificación de Cultivos: Protocolos, Cronogramas, y Registros de Propagación

Kim M. Wilkinson y Douglass F. Jacobs

Un vivero de éxito proporciona material vegetal sano y de alta calidad, listo para plantar cuando los clientes lo necesitan. En las zonas con una marcada estación seca, los clientes suelen necesitar las plantas al principio de la temporada de lluvias. En las zonas en las que llueve todo el año o en las que se puede regar, la fecha de trasplante puede ser en cualquier momento. Además de estar listas a tiempo, las plantas deben ser de la especie, la cantidad, la fuente genética, el tamaño, la edad y el tipo de contenedor correcto, tal como se define en los requisitos de la planta objetivo descritos en el Capítulo 3, Definición de la Planta Objetivo (figura 4.1). Para garantizar que las plantas germinen, crezcan, se mantengan sanas y se vuelvan capaces de sobrevivir fuera del vivero, deben cumplirse todos los requisitos ambientales y nutricionales de la planta mientras están en el vivero. Estos requisitos cambian a medida que las plantas se desarrollan. La planificación y programación para satisfacer estos requisitos se denomina planificación del cultivo en el vivero. La planificación del cultivo coordina el tiempo, los recursos, la mano de obra y el espacio para producir una cosecha saludable de plantas a tiempo. A lo largo de este capítulo, se utiliza el siguiente ejemplo de cómo funcionan los requisitos de las plantas objetivo con la planificación de cultivos en vivero.

En marzo, una ganadera jubilada llama a su vivero de plantas nativas. Para dejar un legado a sus nietos, quiere plantar 500 árboles de koa (Acacia koa, una especie endémica importante en muchos bosques hawaianos) en un antiguo pastizal para ganado, ahora cercado y sin vacas. Su propiedad se encuentra a 610 m de altitud en la ladera a sotavento de la Gran Isla de Hawái. La zona lleva más de un siglo dedicada a pastos. Ella hizo analizar los suelos y son típicos desde el punto de vista de los nutrientes. Quiere árboles fáciles de plantar. Aunque la temporada de lluvias comienza a mediados de noviembre, tiene previsto plantar con la ayuda de su hijo, su nuera y sus dos nietos durante las vacaciones, por lo que su fecha ideal de entrega es el 15 de diciembre. Piensa quitar la hierba de las zonas de plantación y luego plantar las plántulas con un zapapico y una pala.

Con estos datos, ahora puede comenzar a trabajar con el cliente para establecer los requisitos de las plantas objetivo para sus plántulas de koa (figura 4.1).

Página opuesta: La planificación de los cultivos organiza los cronogramas, los recursos, la mano de obra y el espacio para producir un cultivo sano de plantas en el plazo previsto. Victoria Henry registra información sobre un cultivo en el Invernadero de Investigación Agroforestal de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de las Islas Vírgenes, en Sr. Croix. Foto de Brian F. Daley.

Figura 4.1—La planificación del cultivo comienza con la definición de las especificaciones de las “plantas objetivo” que producirá el vivero, como se describe en el Capítulo 3, Definición de la planta objetivo. Adaptado de Landis (2011) por Jim Marin.

1. **Objetivos del trasplante en exterior**
2. **Condiciones del sitio**
3. **Factores limitantes**
4. **Medidas de mitigación de los factores limitantes**



5. **Especies y fuentes genéticas**
6. **Tipo de stock**
7. **Herramientas y técnicas de trasplante**
8. **Ventana de trasplante en exterior**

1. **Objetivo:** reforestación nativa/plantación como legado con Acacia koa adaptada localmente.
2. **Evaluación del Sitio:** el análisis del suelo del cliente es irrelevante; ella ha examinado la vegetación existente (pastos y malezas) y se da cuenta de que es necesario controlarla; ha examinado los datos climáticos de la zona, especialmente las tendencias históricas de cuándo empieza y termina la temporada de lluvias, y el promedio de precipitaciones.
3. **Factores Limitantes en el Sitio de Trasplante:** probablemente escasez de una población viable de microorganismos locales beneficiosos apropiados (bacterias *Rhizobium* y hongos micorrícicos); hierba y maleza competitiva; riesgo menor de que una vaca o un caballo se coman los árboles jóvenes.
4. **Medidas de Mitigación de los Factores Limitantes:** las plántulas se inocularán con bacterias *Rhizobium* y hongos micorrícicos en el vivero. El cliente eliminará la hierba y la maleza competitiva antes de plantar; le aconsejamos que ponga mantillo alrededor de los árboles y que siga controlando las malezas con diligencia. El cliente ha cercado el terreno para minimizar el riesgo de que una vaca o un caballo entren y se coman las plántulas y las mantendrá seguras.
5. **Consideraciones Genéticas:** se obtienen las semillas de acuerdo con las directrices de transferencia del departamento forestal para las semillas de koa adaptadas local y genéticamente apropiadas para este sitio. En este caso, las semillas se recogerán (con permiso) de un bosque de koa cercano a una altitud similar: un mínimo de 50 árboles madre en buen estado.
6. **Tipo de Material Vegetal:** 500 plántulas de Acacia koa procedente de fuentes genéticas enumeradas anteriormente. Contenedores: Celdas “Stubby” Ray Leach; Tamaño: 15 cm de altura, 3.5 mm de diámetro de tallo; Raíces: firmes y nodulantes con *Rhizobium*, inoculadas con hongos micorrícicos (AMF). Las plántulas se regarán bien mientras estén en sus contenedores, inmediatamente antes de que se trasplanten.

7. **Herramientas o Técnicas de Trasplante:** las plántulas se trasplantarán con un zapapico y una pala. Después del trasplante, las plántulas se cubrirán con una barrera contra malezas biodegradable y un mantillo de cáscara de nuez de macadamia, teniendo cuidado de que el mantillo no toque los tallos. Los árboles se señalarán con una estaca de bambú y una bandera brillante para facilitar el monitoreo y mantenimiento.
8. **Tiempo de Instalación/Ventana de Trasplante:** la temporada de lluvias de esta zona suele comenzar en noviembre, pero la mano de obra no estará disponible hasta diciembre. La fecha prevista para la entrega de plántulas es el 15 de diciembre.

En el caso de proyectos complejos, grandes o especializados, suele ser necesaria la ayuda de un planificador profesional para evaluar el sitio y crear un plan que incluya la selección de especies adecuadas y la determinación de las demás necesidades de las plantas objetivo para cada especie que se vaya a plantar. Ejemplos de planes más especializados son los proyectos que justifican un Plan de Gestión Forestal, un Plan de Conservación, un Plan de Restauración de Hábitats, Planes de Explotación (como los que el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de EE. UU. podría hacer para la conservación del suelo o las zonas ribereñas) y otros. Si su cliente necesita este nivel de asistencia, diríjalo a la agencia o profesional adecuado e invítelo a hacer un pedido cuando el plan esté listo. Para más información sobre la formación del cliente y la planificación del proyecto, ver el Capítulo 18, Trabajar con Personas.

En función de los requisitos de las plantas objetivo del cliente, incluida la fecha de entrega acordada, el administrador del vivero puede entonces programar la producción de cultivos (figura 4.2). La producción de cultivos por lo general suele incluir las siguientes actividades:

- Desarrollar y perfeccionar los protocolos de propagación de la especie para que se cumplan los requisitos durante la germinación, el arraigo, el crecimiento rápido y el endurecimiento.

- Desarrollar cronogramas de cultivo basados en sus tres fases de crecimiento (arraigo, crecimiento rápido y endurecimiento) y en los distintos requisitos de cada fase.
- Desarrollar cronogramas para las instalaciones a fin de garantizar la disponibilidad de espacio, mano de obra, equipos y suministros para dar apoyo al cultivo (y los otros cultivos que se producen simultáneamente) durante todas las fases de crecimiento.
- Llevar registros por escrito, que incluyan un diario de anotaciones y un registro de desarrollo de la planta, para corregir cualquier deficiencia y repetir los éxitos en futuros cultivos.

Desarrollo de Protocolos de Propagación

Un protocolo de propagación describe todos los pasos necesarios para cultivar una especie en condiciones locales, desde la recolección de semillas o esquejes hasta el envío de las plantas al cliente. Se trata de una guía fiable y repetible para producir y programar un cultivo de esa especie. También será de utilidad para coordinar la producción de todos los cultivos que se realicen simultáneamente en el vivero.

Lo ideal es que un protocolo sea exhaustivo, sistemático y detallado, parecido a una receta de un libro de cocina. Los protocolos con información muy detallada facilitan la planificación y programación del siguiente cultivo. El ejemplo de protocolo en el cuadro 4.1 muestra el tipo de información que suele incluirse. El cronograma preciso y el rendimiento de cualquier especie variarán mucho en función de las condiciones únicas del vivero y de otras variables, como las fuentes de semillas y los patrones climáticos, por lo que puede ser necesario ajustar los protocolos como corresponde para producir las mejores plantas.

Una vez desarrollados los protocolos, se perfeccionan con cada cultivo, lo que permite mejorar notablemente la eficiencia y la eficacia de los viveros de una temporada a otra. Los protocolos de propagación sirven de guía esencial para planificar y programar cada cultivo.

Un protocolo suele describir los siguientes aspectos y características:

- Nombre de la especie y ecotipo.
- Tiempo necesario para que la planta crezca hasta alcanzar las especificaciones de la planta objetivo.
- Especificaciones de la planta objetivo (por ejemplo, altura, sistema radicular y diámetro del tallo).
- Fuentes de propágulos, sus características, recolección y procesamiento.
- Tratamientos de los propágulos antes de la plantación.

- Preparación de la zona de crecimiento.
- Gestión y duración de las fases de arraigo, crecimiento rápido y endurecimiento.
- Prácticas de cosecha y envío.
- Ventana de trasplante en exterior y técnica(s) de plantación.



Figura 4.2—La diversidad de especies que se cultivan en los viveros de plantas nativas (A) exige una planificación y una programación detalladas de los cultivos para garantizar que se entreguen plantas de alta calidad (B) a los clientes cuando las necesiten. Foto A de Diane L. Haase y foto B de Douglass F. Jacobs.

Redactar un Protocolo

El protocolo se elabora a partir de experiencias directas y fuentes de información externas. Si se sabe poco o nada sobre la especie, el proceso de elaboración de un protocolo puede ayudarle a organizar lo que se sabe y a hacer una deducción sobre cómo proceder con el desarrollo de una especie concreta. Comience por buscar sistemáticamente la literatura pertinente publicada por las revistas comerciales, las sociedades de plantas nativas y los jardines botánicos. Una excelente fuente de protocolos de propagación, continuamente actualizada por los cultivadores y gratuita, está en línea en la Red de Plantas Nativas (<http://www.nativeplantnetwork.org>) (Landis y Dumroese 2000; 2002). Si no se dispone de información específica sobre la especie deseada, intente encontrar otra especie dentro del mismo género o incluso

una especie afín cultivada en zonas climáticas similares, para ver si alguna información puede ser aplicable. A continuación, reúna información a partir de la observación de cómo crece la planta en la naturaleza. Esta información puede observarse directamente en el campo y preguntando a la gente local que está familiarizada con la planta. Aunque es posible que los recolectores de material vegetal para usos culturales nunca hayan propagado la especie, es probable que conozcan el ciclo vital de la planta, como por ejemplo cuándo y cómo se dispersan las semillas. Por último, busque el asesoramiento de otros administradores de viveros. Aunque algunos administradores de viveros privados pueden estar reacios a compartir sus métodos de propagación, los viveros del gobierno y los jardines botánicos suelen ser excelentes fuentes de información.

Cuadro 4.1—Un ejemplo de protocolo para *Acacia koa* adaptado de Wilkinson y Elevitch (2003; 2004).

Nombre científico de la familia	Fabaceae
Nombre común de la familia	Legumbres
Nombre científico	<i>Acacia koa</i> Gray
Nombre común	Koa
Distribución general	Nativa de las seis principales islas de Hawái: Hawái, Moloka'i, Maui, Lana'i, O'ahu y Kaua'i. Zona de distribución original: 300-7,000 pies (90-2,134 m). En la actualidad, la mayoría de los árboles de koa que prosperan se encuentran entre los 915 y 1,830 m de altitud. Las plagas y enfermedades introducidas limitan su presencia por debajo de los 2,000 pies.
Objetivo de propagación	Plantas (plántulas de árboles)
Método de propagación	Semillas
Tipo de producto	Contenedor: Celda Ray Leach "Stubby" de 115 ml
Tiempo de crecimiento	16 a 18 semanas
Especificaciones del objetivo	Semillas de una fuente adaptada local y genéticamente adecuada al lugar de trasplante; plántulas de unos 15 cm de altura; diámetro de 3.5 mm; y raíces firmes y nodulantes con <i>Rhizobium</i> .
Recolección de propágulos	La calidad genética es crucial; antes de recolectar las semillas, se debe cotejar cuidadosamente la fuente con el lugar de trasplante. La diversidad también es importante para resistir las enfermedades; hay que recoger al menos 50 árboles madre, en toda la copa. Las vainas miden unos 15 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho, con 6 a 12 semillas por vaina. Las vainas están listas para ser recogidas cuando son de color marrón, y cuando se abren las semillas del interior son de color marrón intenso y están llenas (no son verdes, planas o pequeñas). Las semillas también pueden recogerse del suelo. En algunas poblaciones, las semillas de koa se pueden recoger en cualquier momento del año, en otras poblaciones, la mejor época para recogerlas es de agosto a octubre (final de la estación seca).
Procesamiento de propágulos	Las vainas se secan al sol hasta que pueden abrirse fácilmente. Las semillas se extraen a mano o por trillado. Una vez fuera de las vainas, las semillas se secan más si es necesario (el contenido de humedad ideal es del 6 al 8%). Las semillas secas pueden almacenarse en un contenedor hermético alejado de la luz solar directa. Las semillas bien secadas pueden conservarse de 12 a 24 meses a temperatura ambiente, y muchos años más en condiciones más frías.
Semillas/k	El tamaño de las semillas es muy variable, un kilo de semillas procesadas puede contener entre 5,000 y 15,000 semillas (de 2,500 a 7,500 semillas/libra).
Pureza	100%.
Germinación	70 a 90% (puede ser menor dependiendo de las condiciones climáticas durante la maduración).
Tratamientos previos a la siembra	La escarificación es necesaria. La escarificación mecánica (corte con un cortaúñas en el lado opuesto al punto de unión con la vaina) se utiliza para lotes pequeños. Tratamiento con agua caliente (195 °F, 90 °C) en una proporción de volumen de al menos 5 partes de agua por 1 parte de semillas durante 1 a 3 minutos. En ambos casos, las semillas escarificadas se ponen en remojo durante la noche para que el agua penetre en la semilla. Las semillas germinan en 2 a 7 días.
Zona de crecimiento	Si es posible, lo ideal es colocar algún tipo de cubierta (invernadero o cubierta temporal) durante las dos primeras semanas tras la germinación para proteger los brotes de los pájaros y roedores que comen semillas y de las lluvias fuertes. A partir de entonces, las zonas de cultivo descubiertas funcionan bien.

Cuadro 4.1—Continuación

Sustrato	La mayoría de los sustratos con buen drenaje funcionan bien. Un ejemplo de sustrato es 50% de musgo de turba, 25% de perlita, 25% de vermiculita, rectificado con compost, cal dolomita, yeso y superfosfato triple. El sustrato también debe inocularse con hongos micorrícicos, cepas locales si están disponibles. Las plántulas se inocularán con <i>Rhizobium</i> a las 2 semanas.
Fase de arraigo	Las semillas escarificadas germinarán en 2 a 7 días. Pueden sembrarse directamente después de la escarificación (1 semilla/celda) o, en el caso de los lotes de semillas menos viables, las semillas (sembradas en toallas de papel o en camas) se trasplantan a contenedores tubulares que se han llenado previamente con medio (1 semilla/celda) tan pronto como la raíz comienza a crecer desde la semilla. Cubra con el medio de cultivo a poca profundidad (aproximadamente 1/4 de pulgada o 0.6 cm de profundidad), seguido de una fina capa de mantillo, como por ejemplo arenilla para aves N° 2. Riegue con un rociador de niebla fina para mantener la humedad, pero sin mojar. Lo mejor es que esté a pleno sol. Suele ser necesario regar diariamente, a mano o con un sistema automatizado. Proteja de aves y roedores depredadores que se sienten atraídos por los brotes. A las 2 semanas de edad, inocule con <i>Rhizobium</i> utilizando un lodo hecho con nódulos nativos recogidos de las zonas de origen de las semillas.
Duración de la fase de arraigo	2 a 3 semanas
Fase de crecimiento rápido	Las plántulas se riegan a diario, normalmente por la mañana. Los días especialmente calurosos y secos pueden requerir un segundo riego a primera hora de la tarde. (No se recomienda regar a última hora de la tarde ni por la noche, ya que facilita los problemas de plagas como el moho de hollín o fumagina). No se debe dejar que el medio se seque. Después de unas 4 semanas, compruebe que la inoculación de <i>Rhizobium</i> ha sido eficaz. Después de unas 6 semanas, las plántulas se pueden espaciar dos veces en las bandejas Ray Leach (de 98 árboles por bandeja a 49 árboles por bandeja) para garantizar que cada plántula reciba luz solar total y un buen movimiento de aire que facilite un fuerte desarrollo del tallo. En el periodo, dependiendo del lote de semillas, entre el 5 y el 10% de las plántulas serán aparentemente de bajo rendimiento, y deberán eliminarse. Las plántulas restantes se vigilan para detectar plagas, pero éstas no suelen ser problemáticas en el vivero. Si se introducen malas hierbas en el sustrato, deben eliminarse. No es necesario aplicar fertilizantes si las plántulas han sido inoculadas con <i>Rhizobium</i> y hongos micorrícicos. No hay que podar.
Duración de la fase de crecimiento rápido	7 a 10 semanas
Fase de endurecimiento	No se debe permitir que las plántulas se sequen, pero la frecuencia de riego se reduce para que las plántulas se vean sometidas a un estrés hídrico moderado y temporal. Si el lugar de trasplante es una zona especialmente ventosa, “cepille” las plántulas suavemente con un trozo de tubo de PVC para mejorar la resistencia del tallo. Las plántulas permanecen en el exterior, expuestas a plena luz solar, sin fertilizar.
Duración de la fase de endurecimiento	6 semanas
Cosecha, almacenamiento y envío	Cuando las plántulas hayan alcanzado el tamaño deseado, podrán enviarse al lugar de plantación. Riegue a fondo antes de enviarlas y justo antes de trasplantarlas. No se extraen de su contenedor hasta el momento de la plantación, ya que es necesario mantenerlas en el contenedor para proteger las raíces y la viabilidad de los nódulos de <i>Rhizobium</i> . Las plántulas pueden colocarse en cubos, cajas de cartón o entregarse en sus bandejas. Las plántulas deben protegerse del viento y del calor excesivo durante el transporte, pero no se recomienda la refrigeración. Los contenedores y bandejas vacíos pueden devolverse una vez finalizada la plantación.
Comentarios sobre el trasplante y el cultivo	Las zonas de plantación deben estar cercadas para excluir a los animales de pastoreo, y debe eliminarse la vegetación competitiva. En el momento de la plantación, las plántulas deben sacarse con cuidado de su contenedor y plantarse a la profundidad correcta, de modo que el suelo esté a la altura del cuello de la raíz. La tierra debe estar firme alrededor del árbol, embarrada con agua si es posible. Una barrera contra las malas hierbas o un mantillo alrededor del árbol (pero sin tocar el tronco) puede ayudar a su arraigo.
Citations	Wilkinson, K.M.; Elevitch, C.R. 2004. Propagation protocol for production of container <i>Acacia koa</i> Gray plants; permanent agriculture resources, Holualoa, Hawai'i. In: Native Plant Network. URL: http://www.nativeplantnetwork.org (September 2013). Moscow, ID: University of Idaho, College of Natural Resources, Forest Research Nursery.

Basándose en la información recopilada, el primer borrador es la suposición mejor informada de lo que se necesitará la primera vez para cultivar una especie en su vivero. Las mismas plantas demostrarán lo correcto o incorrecto del protocolo a medida que vayan creciendo. Los registros del vivero, incluidos el registro diario y el registro de desarrollo de la planta que se describen más adelante en este capítulo, permitirán comparar el desarrollo previsto con el crecimiento real.

Probar y Ajustar los Protocolos

Perfeccione el protocolo con información específica de su vivero después de la producción de cada cultivo. No se desanime si un protocolo elaborado a partir de una investigación de antecedentes o de la experiencia de otro vivero no produce los mismos resultados; el objetivo es ajustar el protocolo para que refleje las condiciones de su vivero. Las variaciones anuales del clima o los cambios operativos imprevistos suelen impedir que los cultivos crezcan exactamente como se había previsto. Deje espacio para la flexibilidad y realice ajustes en función de los factores observados. Es posible que desee modificar los ingredientes del medio de cultivo, los métodos de germinación de las semillas, las prácticas de riego, etc. Llevar un registro es fundamental. A veces, los nuevos datos y descubrimientos mejoran significativamente los métodos de producción (ver el Capítulo 20, Descubrir Formas para Mejorar las Prácticas del Vivero y la Calidad de las Plantas) y se añaden al protocolo. A medida que se actualiza el protocolo, el vivero desarrolla una guía cada vez más precisa y útil sobre cómo cultivar cada especie.

Desarrollo de Cronogramas de Crecimiento

Con el protocolo de propagación en la mano, es el momento de desarrollar un cronograma de crecimiento que cubra todas las fases de la producción de los cultivos y el tiempo necesario para completar cada paso. Cuando se conoce el cronograma de los cultivos de vivero, se pueden calcular las fechas adecuadas para sembrar las semillas o arrancar los esquejes contando hacia atrás desde la fecha de plantación deseada. Saber cuándo se pueden recoger los propágulos y cuánto tiempo tardará la especie en producirse permite al vivero trabajar con los cronogramas de los clientes. Por ejemplo, el árbol de koa necesita 18 semanas para crecer, incluyendo el tiempo de preparación de las semillas para la siembra. Así, si las plantas se necesitan para ser trasplantadas el 15 de diciembre, las semillas deben estar listas para la siembra el 11 de agosto. El tiempo total requerido para la producción de cada cultivo variará según la especie, el tamaño del contenedor, la estación y el entorno del vivero. La genética y la variabilidad de los lotes de semillas también pueden causar variaciones en la programación del cultivo incluso para la misma especie. Las especies menos conocidas o más temperamentales requieren que el administrador del vivero incluya en el

cronograma un margen de seguridad de 2 a 4 semanas en caso de problemas de germinación o crecimiento. El cronograma de cultivo se centra en estos pasos a medida que las plantas pasan por el vivero: recolección, limpieza y tratamiento de los propágulos; las tres fases de crecimiento de la planta (arraigo, crecimiento rápido y endurecimiento); y el almacenamiento y envío. Aunque en otros capítulos se tratan estos temas en detalle, en este capítulo se discutirán en términos generales en relación con los programas.

Recolección, Procesamiento y Tratamiento de los Propágulos

Recolección

La mayoría de las veces, los viveros que cultivan plantas nativas y culturalmente importantes no pueden obtener sus semillas o esquejes de un proveedor central o de un catálogo de venta por correo. Por tanto, las preguntas clave son dónde, cuándo y cómo recolectar las semillas o los esquejes. La respuesta al dónde suele ser la ubicación de los sitios de trasplante: los materiales adaptados localmente y genéticamente apropiados deben recogerse en las mismas zonas o en zonas similares al lugar de trasplante (figura 4.3A). En el caso de algunas especies nativas, normalmente árboles de importancia comercial, pueden existir recomendaciones sobre fuentes o zonas de siembra apropiadas, como se menciona en el Capítulo 3, Definición de la Planta Objetivo. Para la mayoría de las demás especies nativas, el vivero tendrá que hacer todo lo posible para investigar, definir y obtener propágulos adaptados localmente, y genéticamente apropiados para el lugar de su cliente. La pregunta sobre el cuándo la responden las plantas que viven en los lugares de recolección: ¿cuándo produce semillas esta especie, en el lugar o lugares de recolección adecuados? (O en el caso de la propagación vegetativa, ¿cuándo es el mejor momento para recoger esquejes?) Para algunas especies, puede ser posible recogerlas durante todo el año. En el caso de otras especies, es posible que sólo se disponga de un estrecho margen de tiempo, y si se pierde éste, habrá que esperar al año siguiente para hacer los pedidos. Las semillas de algunas especies pueden almacenarse bien durante muchos años, lo que permite al vivero desarrollar colecciones para tenerlas a mano. Por último, la forma de recolectar puede determinarse basándose en la literatura publicada, los conocimientos locales y la experiencia. Para proporcionar plantas cuando el cliente las necesita, el responsable del vivero debe tener en cuenta el tiempo necesario para obtener los propágulos y cultivar las plantas.

Procesamiento

Los propágulos deben ser procesados inmediatamente después de la recolección. Para la mayoría de las semillas, el procesamiento ayuda a garantizar que las semillas permanezcan latentes hasta que se necesiten. Dependiendo de la especie, puede ser necesario procesar las semillas de una o varias de las



Figura 4.3—La planificación del cultivo en vivero incluye la programación de la recolección de propágulos (A), el procesamiento y el tratamiento de las semillas (B) para producir las plantas deseadas en la fecha de entrega. Foto A de J.B. Friday y foto B de Craig R. Elevitch.

siguientes maneras: extracción de las vainas o los frutos, lavado, aventado, selección, clasificación y secado. Algunas semillas no se pueden almacenar y deben sembrarse cuando están frescas. Los esquejes pueden necesitar ser secados, remojados, colocados en camas de enraizamiento u otros tratamientos. Los requisitos de procesamiento y el tiempo y espacio necesarios para llevarlos a cabo deben tenerse en cuenta como parte del cronograma.

Tratamiento

Las semillas de las especies nativas, y a veces los lotes de semillas de la misma especie, varían mucho en cuanto al estado latente, por lo que hay que programar adecuadamente el tratamiento de las semillas. Del mismo modo, el momento óptimo para cosechar los esquejes varía entre las especies nativas. La programación del tratamiento de los propágulos es importante para planificar la fecha de siembra o de arraigo de los esquejes para el cultivo (figura 4.3B).

Fases de Crecimiento de los Cultivos

Dado que un pequeño germinante tiene necesidades diferentes a las de una planta grande que está casi lista para ser trasplantada, conocer las fases de crecimiento de los cultivos es esencial para la planificación del vivero. El desarrollo de la mayoría de los cultivos de vivero puede dividirse en tres fases: arraigo, crecimiento rápido y endurecimiento (figuras 4.4 y 4.5). Las plantas en cada fase tienen distintos requisitos de luz, agua, espacio en el vivero y los tipos de atención y trabajo necesarios para mantenerlas sanas. Los objetivos del administrador del vivero para el cultivo también son diferentes en cada fase. El cuadro 4.2 resume algunos aspectos típicos de cada una de las tres fases.

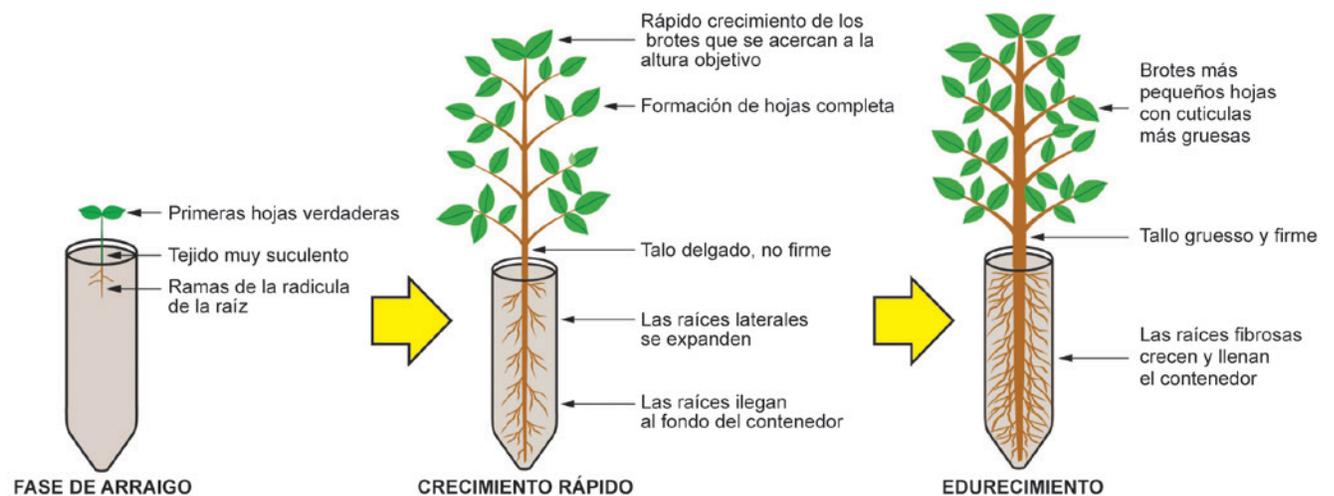


Figura 4.4—Entender las fases de crecimiento por las que pasan los cultivos es esencial para la planificación de los mismos. El desarrollo de la mayoría de los cultivos de vivero puede dividirse en tres fases: arraigo, crecimiento rápido y endurecimiento. Adaptado de Dumroese y otros (2008) por Jim Marin.

Arraigo

Para las plantas cultivadas a partir de semillas, la fase de arraigo se define como el tiempo que transcurre desde la siembra de las semillas hasta la germinación, la emergencia y el desarrollo de las primeras hojas verdaderas o agujas primarias (figura 4.6A). Para las plantas cultivadas a partir de esquejes, la fase de arraigo se extiende desde la colocación de los esquejes en los contenedores hasta el desarrollo inicial de las raíces y los brotes. Esta fase es de vital importancia porque los errores pueden impedir o retrasar la emergencia o el enraizamiento. En el caso de las semillas, algunas especies necesitan luz para germinar y deben sembrarse en la superficie, mientras que las semillas de otras especies pueden cubrirse con mantillo. En el caso de los esquejes, algunas especies necesitan la aplicación de hormo-

nas de enraizamiento en las dosis y el momento adecuados. La fase de arraigo suele durar de 4 a 8 semanas, aunque las especies que tardan en germinar a partir de semillas o en enraizar a partir de esquejes pueden tardar un año o más. El objetivo principal de esta fase es maximizar la supervivencia con una germinación y el arraigo uniforme de las plantas.

Crecimiento Rápido

Durante la fase de crecimiento rápido, los brotes de la planta aumentan drásticamente de tamaño, acercándose a menudo al tamaño objetivo (figuras 4.6 B y C). Las plantas deben estar algo protegidas durante esta fase para fomentar un crecimiento rápido (pero no excesivo) de los brotes y minimizar el estrés.

Cuadro 4.2—Las tres fases generales de desarrollo del cultivo para las plántulas. Una vez que se comprenden las tres fases de desarrollo del cultivo para una especie, se pueden desarrollar los cronogramas de cultivo e instalaciones para satisfacer las necesidades del cultivo durante cada fase. Adaptado de Landis y otros (1998).

Fase	Arraigo	Crecimiento Rápido	Endurecimiento
Definición	Desde la germinación hasta la emergencia y la formación de hojas verdaderas.	Desde la aparición de las hojas verdaderas hasta que la plántula se acerca al tamaño deseado. Rápido aumento de tamaño, especialmente en los brotes terminales.	La energía se desvía de los brotes al crecimiento de las raíces; la plántula alcanza la altura y el diámetro del tallo deseados; la plántula se acondiciona para soportar el estrés.
Duración	Normalmente, de 14 a 21 días para la germinación; de 4 a 8 semanas para el crecimiento temprano.	Varía mucho, normalmente entre 10 y 20 semanas.	Varía mucho, normalmente de 4 a 12 semanas.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Llenar los contenedores de forma eficiente • Maximizar la uniformidad de la germinación • Maximizar la supervivencia • Minimizar el marchitamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar el estrés • Fomentar el crecimiento de los brotes • Mantener los factores ambientales cerca de los niveles óptimos • Controlar cuando la plántula se acerque a la altura deseada y las raíces ocupen completamente el contenedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Ralentizar el crecimiento de los brotes • Fomentar el crecimiento del diámetro de las raíces y del tallo • Aclimatarse al entorno de trasplante • Estar en condiciones para soportar el estrés • Fortalecer la supervivencia después del trasplante
Necesidades especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger de las inclemencias del clima y de las plagas • Mantener una temperatura cálida • Regar para mantener el suelo "húmedo, pero no mojado" • No abonar o abonar poco 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger del estrés • Controlar la exposición al sol • Regar adecuadamente • Fertilizar adecuadamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Inducir un estrés de humedad moderado • Exponer progresivamente al sol en condiciones equivalentes a las del trasplante (pleno sol o sombra parcial) • Exponer a las temperaturas y la humedad ambientales • Proporcionar un buen flujo de aire/viento <p>Reducir las tasas de fertilización y cambiar las proporciones de nutrientes minerales</p>
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la germinación • Introducir microorganismos beneficiosos • Disminuir • Resembrar y trasplantar si es necesario • Buscar plagas y enfermedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilar el entorno • Modificar la densidad de cultivo para favorecer un buen desarrollo • Ajustar el cultivo para evitar una altura excesiva de los brotes • Buscar plagas y enfermedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar los cultivos y el entorno de forma exhaustiva; ver el Capítulo 14, Prevención de Problemas y Manejo Holístico de Plagas, y el Capítulo 19, Administración del Vivero, para más detalles • Entregar las cosechas a los clientes en el momento oportuno para evitar problemas con remanentes de stock. • Buscar plagas y enfermedades

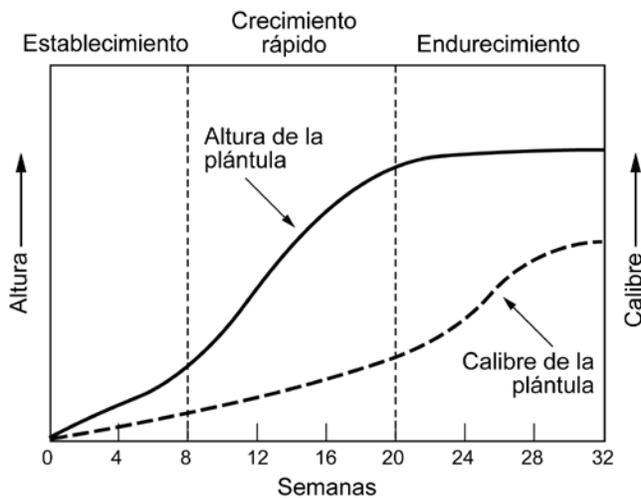


Figura 4.5—Cambios en la morfología de las plántulas durante las tres fases de crecimiento. El crecimiento es relativamente lento durante la fase de arraigo. La mayor parte del crecimiento de los brotes se produce durante la fase de crecimiento rápido, y finaliza cuando se alcanzan las especificaciones de altura objetivo. Durante el endurecimiento, las raíces siguen creciendo, lo que provoca un aumento del diámetro del tallo de la plántula (calibre).

Endurecimiento

Aunque es relativamente fácil hacer crecer una plántula hasta que alcance el tamaño deseado, la parte complicada

es la fase de endurecimiento. Durante el endurecimiento, la energía se desvía del crecimiento de los brotes al crecimiento de las raíces (figuras 4.6 D, 4.6 E). Las plantas endurecidas están preparadas para soportar el estrés del transporte, la manipulación y el trasplante, y se fortalecen para que tengan las reservas energéticas y nutricionales necesarias para sobrevivir y crecer después de trasplante. Si la fase de endurecimiento es demasiado corta y las plantas no tienen tiempo de alcanzar la condición fisiológica adecuada, las plantas pueden seguir teniendo el tamaño adecuado, pero la supervivencia y el crecimiento después del trasplante en exterior se ven comprometidos. Por lo tanto, una buena planificación del cultivo garantiza un endurecimiento adecuado antes de la entrega a tiempo al cliente. Ver el Capítulo 15, Endurecimiento, para más información sobre este tema.

Cosecha y Envío

Después que las plantas endurecen, es esencial el trasplante para que puedan aprovechar al máximo su estado de endurecimiento. Una programación adecuada del cultivo garantiza que éste pase por las tres fases de crecimiento y que las plantas sanas estén listas para el Envío (figura 4.6 F) y para el trasplante en la fecha de entrega acordada. Ver el Capítulo 16, Cosecha y Envío, para más información sobre este tema.

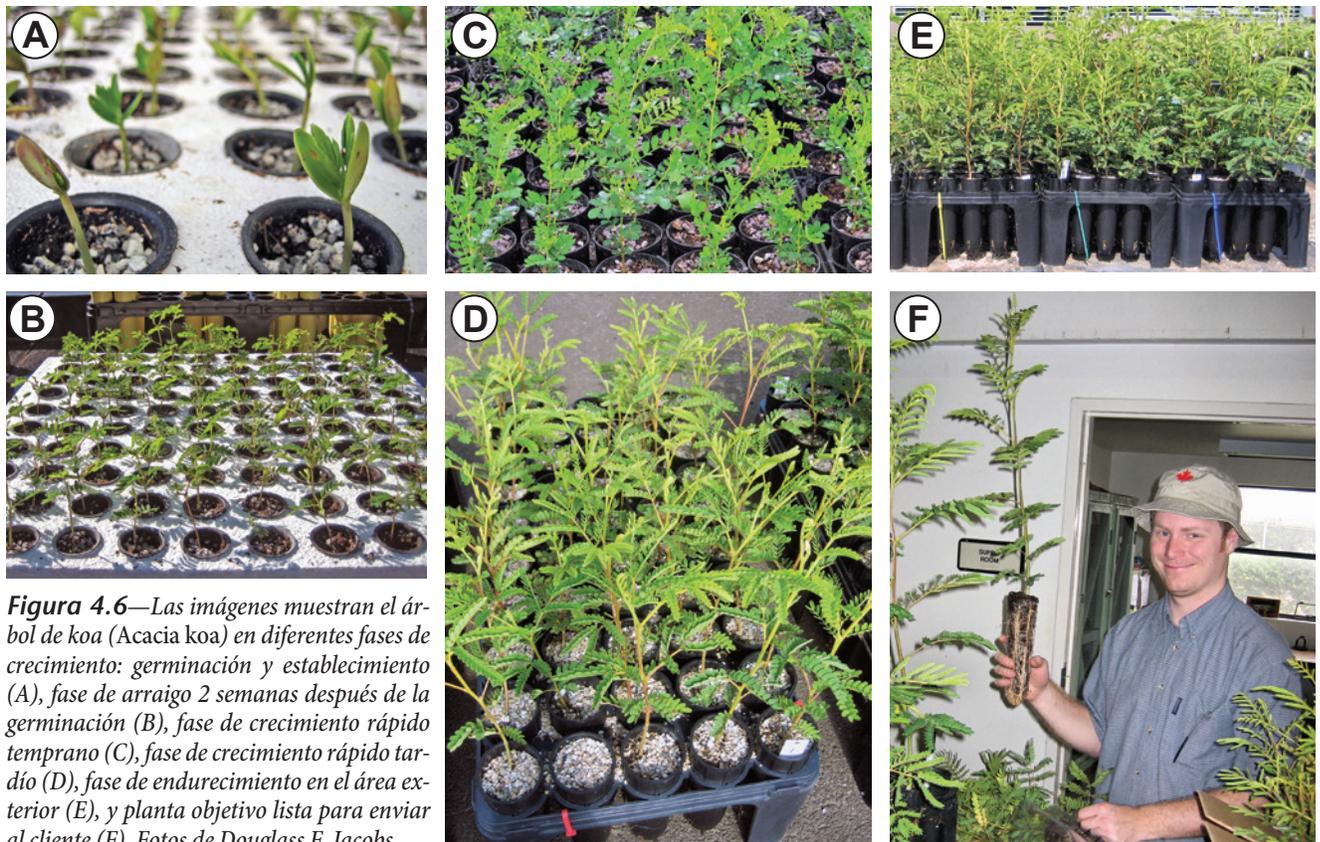


Figura 4.6—Las imágenes muestran el árbol de koa (*Acacia koa*) en diferentes fases de crecimiento: germinación y establecimiento (A), fase de arraigo 2 semanas después de la germinación (B), fase de crecimiento rápido temprano (C), fase de crecimiento rápido tardío (D), fase de endurecimiento en el área exterior (E), y planta objetivo lista para enviar al cliente (F). Fotos de Douglass F. Jacobs.

Problemas Debido al Stock Remanente

Un problema habitual es que los clientes no recojan las plantas en la fecha prevista. Este problema puede evitarse con buenas prácticas de programación y una comunicación frecuente con los clientes, especialmente proporcionando actualizaciones periódicas para avisarles cuándo estarán listas las plantas. En algunos casos, la inclusión en el contrato de penalidades por demoras al recoger el pedido, como son los gastos de almacenamiento, también puede animar a los clientes a recoger sus plantas a tiempo. Cuando se comunique con los clientes, haga hincapié por adelantado en que el trasplante pronto es lo mejor para todos, no sólo para el vivero y la salud de las plantas, sino también para el éxito del proyecto del cliente. Ver el Capítulo 19, Administración del Vivero, para obtener más información sobre los contratos y la comunicación con los clientes.

Si no se cumple el cronograma de trasplante luego del endurecimiento, pueden surgir problemas. Cuando las plantas permanecen demasiado tiempo en el vivero, el sistema radicular se vuelve leñoso y pierde su capacidad de absorber agua y nutrientes (figura 4.7A). También pueden producirse problemas estructurales; las raíces pueden formar una espiral (figura 4.7B) y, en lugar de expandirse hacia fuera y hacia abajo en el suelo tras el trasplante, oprimen la planta o la hacen inestable ante vientos fuertes. El crecimiento de los brotes puede reanudarse y afectar negativamente la relación raíz/brote (figura 4.7C), y la planta pierde su resistencia al estrés. Hacer un cronograma de cultivo como el que se muestra en el cuadro 4.3 es muy útil para entregar las plantas a tiempo; ni demasiado pronto ni demasiado tarde.

Desarrollo de los Cronogramas de las Instalaciones

Asegurar que las instalaciones y recursos necesarios para satisfacer las necesidades de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo estén disponibles en los momentos adecuados. Se debe planificar el espacio, la mano de obra, el equipo y los suministros necesarios para cada cultivo durante las distintas fases de propagación.

A excepción de los viveros con elaborados sistemas de control climático, los cultivos suelen trasladarse de una estructura a otra a medida que progresan a través de las tres fases de desarrollo. Ver el Capítulo 5, Ambientes de Propagación, para obtener información adicional. Utilizando el ejemplo de la koa, los cultivos se protegen en un área especial de germinación durante la fase de arraigo y luego se trasladan a un área de crecimiento al aire libre para un rápido crecimiento y endurecimiento (cuadro 4.4). Las necesidades difieren según los cultivos y los viveros; por ejemplo, las semillas de otra especie pueden colocarse en



Figura 4.7—Los cultivos que se mantienen durante demasiado tiempo (stock remanente) no estarán bien acondicionados para soportar el estrés del transporte y el trasplante (A). Los sistemas radiculares se enrollan sobre sí mismos y las plantas se enraízan, como este māmāne (*Sophora chrysophylla*) (B). Los brotes crecen demasiado para que sus raíces los soporten y se vuelven pesados (C). Ilustración A de Dumroese y otros (2008) por Jim Marin, foto B de J.B. Friday y foto C de Thomas D. Landis.

Cuadro 4.3—Este ejemplo de cronograma de cultivo muestra los pasos necesarios en cada fase de desarrollo del cultivo y el tiempo requerido para completar cada uno de ellos. Este cronograma debe colocarse en el vivero para que el personal pueda seguir el desarrollo del cultivo y entender qué prácticas culturales se requieren. Si se considera oportuno, el cronograma también puede mostrarse a los clientes para ayudarles a comprender plenamente el tiempo necesario para producir su cultivo.

Actividad	Recolección y procesamiento de semillas	Tratamientos de semillas	Fase de arraigo	Fase de crecimiento rápido	Fase de endurecimiento
Duración	2 días	2 días	3 semanas	10 semanas	6 semanas
Fechas	Alcance 15 de julio; recolecc. 1 ago.; procesam. 2 ago.	3 ago. escarificar; 4 ago. sembrar	4 ago. a 25 ago.	26 ago. a 3 nov.	6 semanas
Ambiente de Propagación	Lugares de recolección en el campo	En el interior	Zona de germinación protegida de babosas, pájaros, roedores, lluvia, etc.	Zona principal de crecimiento al aire libre y a pleno sol	Zona principal de crecimiento al aire libre y a pleno sol
Fertilización	No	No	En los medios de cultivo: superfosfato triple, cal dolomita, yeso y hongos micorrízicos; inocular a las 2 semanas con <i>Rhizobium</i>	No	No
Irrigación	No	No	Riego manual suave diario para mantener la humedad	Una vez al día a mano hasta la saturación	Reducción gradual
Tamaño objetivo al final de la fase	600 semillas viables más extras para almacenar para futuros pedidos	600 germinantes	No se aplica (normalmente tendrán una altura de entre 2 y 5 cm, pero no se ha fijado ningún objetivo)	Altura aproximada de 10 a 12 cm, diámetro del cuello de la raíz de 2.5 a 3 mm	15 cm de altura, diámetro del tallo 3,5 mm; Raíces: firmes con nódulos de <i>Rhizobium</i>
Acciones	Recolección de vainas en el campo. Extraer, secar y limpiar las semillas en el vivero	Escarificación mecánica; remojo durante la noche en agua limpia 3 semanas 3 semanas	Preparar el estrato; sembrar las semillas; inocular las plántulas con <i>Rhizobium</i> a las 2 semanas de edad	Gestión de plagas; comprobación de la nodulación con <i>Rhizobium</i> ; espacio doble en las bandejas; eliminación de los de bajo rendimiento	Si se van a trasplantar a zonas ventosas, se deben “cepillar” diariamente para simular el viento y mejorar la resistencia del tallo

bandejas sobre bancos, luego se trasladan a contenedores en un umbráculo y finalmente se trasplantan a macetas grandes a pleno sol para su endurecimiento. La cantidad de espacio que requerirá el cultivo varía según la fase de crecimiento: las plántulas emergentes pueden ocupar poco espacio, pero las plantas ocupan mucho más después de haber sido trasplantadas a contenedores más grandes o espaciadas más a medida que crecen. Aunque el ejemplo de la cuadro 4.4 no entra en tantos detalles, el cronograma de instalaciones debe incluir cálculos sobre el espacio que utilizará cada cultivo, la cantidad de horas de trabajo que se necesitarán y las cantidades de materiales (como los medios de cultivo) que se necesitarán durante la producción del cultivo.

Un buen plan de instalaciones tiene en cuenta la distribución de los cultivos, es decir, qué cultivos y tipos de stock van en cada lugar del vivero. Esta distribución se planifica de forma que se cumplan los requisitos de crecimiento (temperaturas, luz solar) y otros requisitos culturales (frecuencia de fertilización, riego u otros tratamientos) para todos los cultivos de cada temporada. Las especies de crecimiento rápido con requisitos de crecimiento y cultivo similares por lo general pueden agruparse en una zona, y las especies de crecimiento mod-

erado y lento pueden agruparse juntas en otra zona del vivero. Este método de agrupación permite tratar con eficacia y eficiencia especies con necesidades y ritmos de crecimiento similares. Asimismo, hay que tener en cuenta el flujo de plantas que salen de una zona protegida a un vivero exterior, de modo que las plantas que terminan en el mismo espacio de tiempo puedan ser trasladadas fuera y se pueda planificar un nuevo cultivo, si está previsto, para el espacio vacío disponible.

La programación de las instalaciones es indispensable para determinar cómo se pueden distribuir mejor los recursos dentro de un vivero para maximizar la producción y minimizar los conflictos asociados a la superposición de necesidades (figura 4.8). El cronograma de instalaciones (cuadro 4.4) puede combinarse con el cronograma de cultivo (cuadro 4.3) o publicarse junto a él, y el personal debe poder consultarlo fácilmente.

Programación de Cultivos Múltiples

La mayoría de los viveros de plantas nativas deben entregar un conjunto de especies diversas en una sola fecha de envío para satisfacer las necesidades del cliente. Por lo

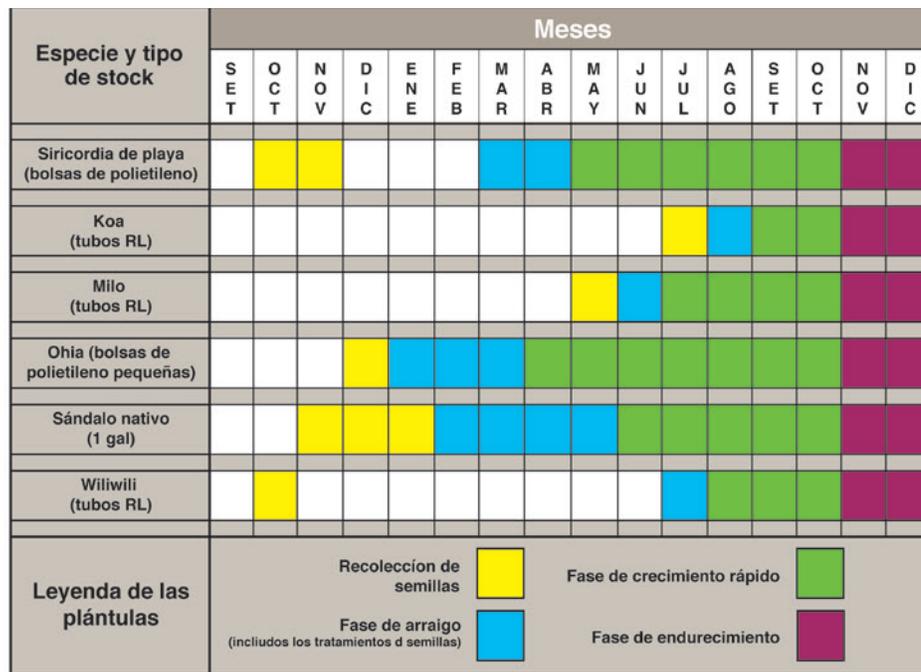


Figura 4.8—En este cronograma hipotético de Wilkinson y Elevitch (2004), seis especies hawaianas deben estar listas al mismo tiempo en diciembre. Dependiendo de diversos factores, diferentes tipos de stock y de especies requieren más o menos tiempo para crecer en el vivero. Tenga en cuenta que este cronograma es sólo hipotético: el tiempo variará según la ubicación, las especies y las fuentes de semillas. Ilustración de Jim Marin.

tanto, los cronogramas de cultivo y de las instalaciones son esenciales para coordinar la producción de múltiples cultivos de diferentes especies. Los programas deben reflejar las tasas de crecimiento (tiempo necesario para el cultivo) de cada especie. Por ejemplo, sin una programación adecuada, las especies de crecimiento más rápido pueden crecer demasiado antes de la fecha de entrega o las especies de crecimiento más lento pueden no estar listas a tiempo. Por lo tanto, las especies de crecimiento lento deben sembrarse antes que las de crecimiento rápido para que todas estén listas para plantar en el momento adecuado.

En el ejemplo de la figura 4.8, el vivero está cultivando seis especies que deben estar listas para la misma fecha de trasplante en diciembre. Para cumplir con el objetivo de trasplante, la koa debe sembrarse en agosto, ya que tarda unas 18 semanas en crecer, pero si un cliente también quiere árboles de sándalo nativo en macetas de 1 galón al mismo tiempo que el koa, el trabajo del vivero tendría que comenzar con 1 año de antelación para que la especie de crecimiento más lento pase por todas las fases de desarrollo. Algunas especies pueden tener un crecimiento rápido, como el wiliwili nativo, pero los lugares de recolección de semillas pueden ser estacionales y requerir un aviso más avanzado para la recolección. (Nota: estos ejemplos son hipotéticos; el momento, especialmente el de la recolección de semillas, variará según el lugar y la especie).

Llevar Registros por Escrito Facilita la Planificación

Al llevar un buen registro, los protocolos de propagación, los programas de cultivo y los de las instalaciones pueden mejorarse en cada temporada. Es importante llevar registros de cómo reproducir cada cultivo. ¿Cuánto tiempo tomó producir la cosecha? ¿Qué materiales se compraron? ¿Cómo se fertilizó, regó y gestionó el cultivo durante cada fase de crecimiento? ¿Qué hemos aprendido que nos ayudará la próxima vez que cultivemos esta especie?

Deben revisarse los protocolos de propagación por temporadas o anualmente, los cuales son más precisos cada año, y mejoran cuán útiles son los cronogramas de cultivo e instalaciones.

La mejor manera de mejorar la precisión de sus protocolos es mantener dos tipos de registros escritos:

1. El registro diario es aquél donde se anotan las condiciones del vivero, las actividades y las prácticas de administración diarias. En otras palabras, ¿qué se hizo?
2. Los registros regulares de crecimiento de las plantas describen el desarrollo de cada cultivo. En otras palabras, ¿cómo ha respondido el cultivo a determinadas prácticas de administración?

El registro diario y los registros de desarrollo de las plantas se interrelacionan con los protocolos de propagación (figura 4.9).

Cuadro 4.4. Un ejemplo de cronograma de instalaciones para *Acacia koa*.

Actividad	Recolección y procesamiento de semillas	Tratamientos de semillas	Fase de arraigo	Fase de crecimiento rápido	Fase de endurecimiento
Duración	2 días	2 días	3 semanas	10 semanas	6 semanas
Fechas	Alcance 15 de julio; recolecc. 1 ago.; procesam. 2 ago.	3 ago. escarificar; 4 ago. sembrar	4 ago. a 25 ago.	26 ago. a 3 nov.	3 nov. a 14 dic.
Mano de obra	Dos miembros del personal explorarán el lugar de recolección en julio (1/2 día). Dos miembros del personal para ir al lugar de recolección el 1 de agosto y recolectar (1 día completo por persona). Dos miembros del personal se encargarán de secar, procesar y limpiar las semillas el 2 de agosto (algunas horas de forma intermitente a lo largo del día mientras se secan las vainas).	Un miembro del personal escarificará a mano las semillas a última hora del día 3 de agosto, y las pondrá en agua para remojarlas durante la noche	Preparar el sustrato de cultivo; llenar los recipientes; sembrar las semillas; regar a mano diariamente; controlar la germinación; proteger de las babosas, los pájaros y los roedores. Recoger los nódulos de <i>Rhizobium</i> e inocular las plántulas el 18 de agosto. Informar al cliente de al cliente sobre los progresos realizados.	Trasladar a la zona externa de crecimiento, regar, controlar el crecimiento, bandejas de doble espacio a medida que las plántulas crecen, y controlar las malas hierbas y plagas. Informar al cliente cuando se acerque el final de la fase. Si hay plántulas sobrantes, ofrézcalas al cliente o busque otro hogar para ellas.	Vigilar el crecimiento; controlar y reducir gradualmente el riego; cepillar para favorecer el diámetro del tallo. Mantener un contacto regular con el cliente. Programar el día y la hora de recolección.
Instalación/ espacio necesario	Permisos y/o autorizaciones para la recolección en el lugar o lugares de recolección. Zona soleada y llana en el vivero para colocar las vainas para su secado.	En el interior (casa u oficina del vivero).	Bancos en zona de germinantes (protegida).	Bancos en la zona principal de crecimiento al aire libre.	Bancos en la zona principal de crecimiento al aire libre.
Materiales necesarios	Para la recolección: vehículo, podadora de pértiga, escalera de poda, bolsas de recolección, mapas, y permisos de recolección por escrito. Para el procesamiento: lona y contenedores de almacenamiento de semillas.	Semillas, cortaúñas, un recipiente limpio y agua limpia para remojar las semillas.	Semillas escarificadas, contenedores y bandejas, medios de cultivo y enmiendas, inoculante de micorrizas, pulverizador de cabeza fina y manguera para la irrigación, licuadora y nódulos para hacer inoculante de <i>Rhizobium</i> (el 18 de agosto).	Bandejas adicionales de doble espacio para las plántulas, suministros de riego.	Tubo de PVC o caña de bambú para el cepillado, suministros de riego, cajas o cubos para el transporte, a menos que las plantas se transporten en bandejas.

Figura 4.9—Los tres registros básicos de cultivos y su relación. Utilizar un protocolo para planificar y programar las actividades diarias. Registrar las actividades en el registro diario. El registro ayuda a recopilar información sobre el desarrollo de cada cultivo. Esta información se registra en el registro de desarrollo de la planta. El protocolo se perfecciona y amplía a partir de esta nueva información, que mejorará las prácticas de producción la próxima vez que se realice el cultivo. Ilustración de Dumroese y otros (2008) por Jim Marin.



Registro Diario

Un registro diario es un registro clave que proporciona un historial de la administración del vivero, la resolución de problemas y el desarrollo del cultivo (figura 4.10). En el cuadro 4.5 se muestra un ejemplo de registro diario, y en el apéndice 4.B se incluye un formulario de registro diario en blanco que podría utilizar un vivero pequeño. Acostúmbrese a anotar al menos algo cada día. Pueden tener registros separados para el riego, la fertilización, etc. Adapte el registro diario a su vivero. Lo que se anote en el registro diario sobre las prácticas de gestión, las condiciones ambientales y el rendimiento general del cultivo se convertirá en un recurso inestimable durante muchos años.

Registro de Desarrollo de la Planta

Llevar un simple registro de desarrollo de la planta (o registro) para cada cultivo es una buena manera de construir una base para protocolos precisos, específicos para cada lugar y especie. Algunos cultivadores optan por registrar una gran cantidad de detalles en su registro diario y, posteriormente, resumir la información sobre cada cultivo en un registro de desarrollo de la planta. Otros cultivadores anotan en un registro de desarrollo de la planta para cada cultivo de forma regular; semanal, mensual o cuando el cultivo está entrando en una nueva etapa de su desarrollo.



Figura 4.10—Anotar cada día lo que se ha hecho y lo que ha ocurrido con el cultivo. Estos registros se convierten en recursos invaluable a la hora de ajustar los protocolos y afinar los horarios de los cultivos y las instalaciones. Foto de Tara Luna.

Un registro de desarrollo de la planta anota lo que está ocurriendo con un cultivo de plantas desde el inicio del cultivo hasta la entrega. Como mínimo, basta con poner un par de hojas de papel en una carpeta de tres anillos, hacer una pestaña con el nombre de la especie y la fecha de ese cultivo, y anotar regularmente lo que ocurre con el cultivo. Una forma de facilitar el seguimiento de esta valiosa información es utilizar un formulario como el que se proporciona en el apéndice 4.C o introducir la información en un ordenador. En el cuadro 4.6 se muestra un ejemplo de registro de desarrollo de la planta.

Mantenga un registro de desarrollo de la planta por separado para cada cultivo, incluso si se trata de un pequeño ensayo de unas pocas plantas o incluso si la especie se ha cultivado antes. Cualquier mejora, prueba o experimento que se pretenda realizar con una especie (como aumentar la ventilación en el área del vivero o cambiar a un nuevo tipo de fertilizante) también puede anotarse en un registro de desarrollo de la planta. Cuando se revisan estos registros, la información permite a los gestores de los viveros determinar si las mejoras previstas tuvieron realmente un efecto positivo en la salud y el crecimiento de las plantas en comparación con lo que se hizo normalmente (figura 4.11). En el Capítulo 20, Descubrir Formas para Mejorar las Prácticas del Vivero y la Calidad de las Plantas, se ofrece más información sobre los ensayos o experimentos.



Figura 4.11—Una planificación adecuada garantiza que las necesidades del vivero, de las plantas y de los clientes se satisfagan a tiempo. Foto de Douglass F. Jacobs

Cuadro 4.5—Ejemplo del registro diario.

Registro diario	
Fecha	4 de abril de 2015
Condiciones ambientales en las zonas de cultivo (luz, temperatura y humedad)	Zona de cultivo exterior: 65 °F mín.; 78 °F máx.
Horas de salida y puesta del sol	Salida del sol: 5:40 a.m. Puesta del sol: 6:55 p.m.
Fase lunar	Luna llena.
Otras notas meteorológicas (nubosidad, etc.)	Parcialmente nublado, hoy no ha llovido.
¿Qué agua recibieron las plantas? (tipo y frecuencia de riego o precipitación)	A primera hora de la mañana, riego automático por aspersión durante 1 hora en la mayoría de las plantas de la zona exterior de crecimiento rápido principal. Riego manual de los bancos de 1 a 6 pulgadas de la zona de crecimiento exterior. Riego manual de la zona de germinación con un pulverizador de cabeza fina por la mañana.
Actividades de hoy (anotar el número de horas-persona por actividad) (fertilización, control de plagas, trasplante, embalaje y envío, elaboración de estratos, traslado de cultivos de una estructura a otra, tratamiento o siembra de semillas, etc.)	Sustratos y bandejas llenas para el nuevo pedido de 300 plántulas, 2 horas en total. He regado a mano la zona de germinación y las zonas de endurecimiento, 1 hora. Arreglo de la pequeña fuga (detectada ayer) en la línea principal de agua, 1 hora. Respuesta a los correos electrónicos, 1 hora. Aboné la cordia de playa, el sándalo y la 'ōhi'a con 200 partes por millón (ppm) de Peter's 20-20-20 (40 ppm de nitrógeno), 1 hora. Comprobación del estado de los germinantes de milo, 30 minutos. Control de malas hierbas en el perímetro de la zona de cultivo exterior, 1 hora.
Estado de la fase de crecimiento (tomar nota cuando un cultivo pasa de una fase a otra)	Las plántulas de milo sembradas a principios de mes están germinando bien. Será mejor que haga espacio en la zona de crecimiento rápido porque podré trasladarlas en un par de semanas. Las plántulas de sándalo que se van a trasplantar este mes de diciembre están todas trasplantadas y comenzando la fase de crecimiento rápido.
Compras (qué suministros o equipos se han comprado y su costo)	Compré un nuevo acoplamiento para arreglar la línea de riego más uno extra para tenerlo a mano en caso de otra fuga: \$10.87. Compré materiales de sustrato para un próximo pedido: \$28.45.
Pedidos (qué material vegetal se ha entregado y qué pagos se han realizado)	La semana que viene se recogerán 250 plántulas de sándalo para que la clase de graduados del instituto las plante como regalo de la clase al bosque comunitario. Las plántulas están listas; sólo tengo que mantener a raya a las babosas.
Observaciones generales sobre los cultivos y el vivero	Las cosas se ven bien en general.
Preguntas o inquietudes	Parece que hay un montón de babosas... Me gustaría explorar algunas otras opciones orgánicas de control de babosas ... tal vez voy a llamar para saber si alguien que conozco ha tenido éxito con ese material de barrera de cobre y lo que podría costar. Tengo que hacer seguimiento con los Smith para ver si están listos para confirmar el pedido de plántulas de koa para la plantación de noviembre, si es así tengo que darles su contrato, recoger un depósito, y obtener la plantación para que podamos estar listos cuando, empiece la temporada de lluvias.

Cuadro 4.6—Un ejemplo de registro de desarrollo de la planta para un cultivo de *Acacia koa*.

Registro de desarrollo de la planta (La cosecha de koa para el rancho Waimea debe estar lista el 15 de diciembre)	
Nombre de la especie	<i>Acacia koa</i>
Fuente de propágulos	Lugar de recolección ABDA, a 2,000 pies (610 m) de altitud en el lado de sotavento de la Gran Isla de Hawái, a partir de 55 árboles madre de buena forma.
Fecha(s) de recolección de propágulos	15 de julio y 1 de agosto
Arraigo	
Tipo y duración del tratamiento de los propágulos (por ejemplo, escarificado, estratificado)	Se escarifica a mano y se remoja en agua durante la noche.
Fecha de arraigo del propágulo	2 a 3 de ago.
Medio de cultivo y tipo de bandeja o contenedor utilizado	Siembra directa en celdas Ray Leach Stubby; medio de cultivo compuesto por 50% de turba, 25% de perlita y 25% de vermiculita con enmiendas y hongos micorrízicos.
Notas de germinación (incluyendo la fecha de inicio y finalización, el porcentaje de germinación)	Germinación bastante uniforme de alrededor del 92% del 5 al 12 de agosto.
Notas de corte (por ejemplo, condiciones especiales, tratamientos hormonales)	N/A*
Fecha de trasplante (si no es de siembra directa)	N/A*
Tipo de recipiente y medio de cultivo para el trasplante	N/A*
¿Microorganismos utilizados?	Inoculante de hongos micorrízicos en el medio; inoculado con <i>Rhizobium</i> el 20 de agosto de 2014
Nebulización/riego (tipo y frecuencia)	Riego diario a mano
Tipo, tasa y frecuencia de la fertilización, en su caso	N/A*
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura, humedad)	Bajo la cubierta de plástico de un invernadero con mosquitera durante el arraigo para que los pájaros y los roedores no se coman las semillas.
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, prácticas de cultivo)	N/A*
Fecha de finalización de la fase de arraigo	26 de Agosto
Notas (actividades de resiembra o raleo, problemas o desafíos)	N/A*
Crecimiento rápido	
Tiempo después de la siembra y el pegado para entrar en la fase de crecimiento rápido	3 semanas (semillas escarificadas el 1 de agosto y trasladadas a la zona de crecimiento rápido el 25 de agosto)
Tamaño de la planta al inicio de la fase (altura)	Unos 5 cm de altura
Riego (tipo y frecuencia; por ejemplo, diario, cada dos días, etc.)	Riego diario a mano
Tipo, tasa y frecuencia de fertilización	N/A*
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura y humedad)	Trasladado a pleno sol el 27 de Agosto
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, espaciado, prácticas de cultivo)	El 9 de septiembre, el 50% de la población se ha dispersado.
Fecha de finalización de la fase de crecimiento rápido	3 de noviembre de 2014
Notas (desarrollo, vigor y salud, retos o problemas)	Se ha eliminado un 5% que no crecía rápidamente antes de comenzar la fase de endurecimiento el 3 de noviembre.

Cuadro 4.6—Continuación

Endurecimiento	
Tamaño de la planta al inicio de la fase (altura y diámetro del tallo)	Altura media de 10 a 12 cm, diámetro del tallo de 2.5 a 3.0 mm el 3 de noviembre
Riego (tipo y frecuencia; por ejemplo, diario, cada dos días, etc.)	Aproximadamente cada dos días regar a mano o según sea necesario (los días muy calurosos se regar a diario)
Tipo, tasa y frecuencia de la fertilización, en su caso	N/A*
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura y humedad)	Pleno sol, temperatura ambiente
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, espaciado, prácticas de cultivo)	Algo de escarda. El tiempo ha sido ventoso; no hay necesidad de cepillar.
Tamaño de la planta al final de la fase (altura y diámetro del tallo)	15 cm de altura; 3,5 mm de diámetro de tallo
Fecha de finalización de la fase de endurecimiento	10 de diciembre, listo para salir
Fecha de entrega de las plantas	15 de diciembre
Notas (vigor y salud, retos o problemas)	
Otras notas	
Notas sobre el rendimiento de los cultivos después del trasplante	El seguimiento por teléfono está previsto para el 5 de enero. El cliente está utilizando un zapapico y una pala para plantar.

*N/A: No aplicable

Referencias

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.

Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Barnett, J.P. 1998. The container tree nursery manual: volume 6, seedling propagation. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 166 p.

Landis, T.D.; Dumroese, R.K. 2000. Propagation protocols on the Native Plant Network. Native Plants Journal. 1: 112–114.

Landis, T.D.; Dumroese, R.K. 2002. The Native Plant Network: an on-line source of propagation information. International Plant Propagators' Society, Combined Proceedings. 51: 261–264.

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.

Wilkinson, K.M.; Elevitch, C.R. 2003. Growing koa: a Hawaiian legacy tree. Holualoa, HI: Permanent Agriculture Resources.

Wilkinson, K.M.; Elevitch, C.R. 2004. Propagation protocol for production of container *Acacia koa* Gray plants: permanent agri-

culture resources, Holualoa, Hawai'i. In: Native Plant Network. Moscow, ID: University of Idaho, College of Natural Resources, Forest Research Nursery. <http://www.nativeplantnetwork.org>. (September 2009).

Wilkinson, K.M.; Elevitch, C.R. 2004. Propagation protocols for production of container *Cordia subcordata*, *Thespesia populnea*, *Santalum freycinetianum*, *Metrosideros polymorpha*, and *Erythrina sandwicensis* species. In: Native Plant Network. Moscow, ID: University of Idaho, College of Natural Resources, Forest Research Nursery. <http://www.nativeplantnetwork.org>. (September 2009).

Lecturas Adicionales

Evans, J. 1992. Forest nurseries. In: Plantation forestry in the tropics: tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes. Second edition. New York: Oxford University Press. Chapter 10.

Jacobs, D.F.; Wilkinson, K.M. 2008. Planning crops and developing propagation protocols. In: Dumroese, R.K.; Luna, T.; Landis, T.D., eds. 2008. Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries. Agriculture Handbook 730. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 302 p

Wescom, R.W. 1999. Nursery production scheduling. In: Wescom, R.W. 1999. Nursery Manual for Atoll Environments. RAS/97/330 Working Paper No. 9. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service: 12–14. Chapter 5.

Apéndice 4A—Un ejemplo de formulario de protocolo de propagación

Protocolo de propagación	
Nombre científico de la familia	
Nombre común de la familia	
Nombre científico	
Nombre común	
Distribución general	
Objetivo de propagación	
Método de propagación	
Tipo de producto	
Tiempo de crecimiento	
Especificaciones del objetivo	
Recolección de propágulos	
Procesamiento de propágulos	
Semillas/k	
Pureza	
Germinación	
Tratamientos previos a la siembra	
Zona de crecimiento	
Sustrato	
Fase de arraigo	
Duración de la fase de arraigo	
Fase de crecimiento rápido	
Duración de la fase de crecimiento rápido	
Fase de endurecimiento	
Duración de la fase de endurecimiento	
Cosecha, almacenamiento y envío	
Comentarios sobre el trasplante y el cultivo	
Citas	

Apéndice 4B—Un ejemplo de registro diario

Registro diario	
Fecha	
Condiciones ambientales en las zonas de cultivo (luz, temperatura y humedad)	
Horas de salida y puesta del sol	
Fase lunar	
Otras notas meteorológicas (nubosidad, etc.)	
¿Qué agua recibieron las plantas? (tipo y frecuencia de riego o precipitación)	
Actividades de hoy (anotar el número de horas-persona por actividad) (fertilización, control de plagas, trasplante, embalaje y envío, elaboración de estratos, traslado de cultivos de una estructura a otra, tratamiento o siembra de semillas, etc.)	
Estado de la fase de crecimiento (tomar nota cuando un cultivo pasa de una fase a otra)	
Compras (qué suministros o equipos se han comprado y su costo)	
Pedidos (qué material vegetal se ha entregado y qué pagos se han realizado)	
Observaciones generales sobre los cultivos y el vivero	
Preguntas o inquietudes	

Apéndice 4C—Un ejemplo de formulario de registro de recolección de los propágulos desarrollo de plantas

Registro de desarrollo de la planta	
Nombre de la especie	
Fuente de propágulos	
Fecha(s) de recolección de los propágulos	
Arraigo	
Tipo y duración del tratamiento de los propágulos (por ejemplo, escarificado, estratificado)	
Fecha de arraigo del propágulo	
Sustrato y tipo de bandeja o contenedor utilizado	
Notas de germinación (incluyendo la fecha de inicio y finalización, el porcentaje de germinación)	
Notas de corte (por ejemplo, condiciones especiales, tratamientos hormonales)	
Fecha de trasplante en exterior (si no es de siembra directa)	
Tipo de contenedor y sustrato para el trasplante	
¿Microorganismos utilizados?	
Nebulización/riego (tipo y frecuencia)	
Tipo, tasa y frecuencia de la fertilización, en su caso	
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura, humedad)	
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, prácticas de cultivo)	
Fecha de finalización de la fase de arraigo	
Notas (actividades de resiembra o raleo, problemas o desafíos)	

Apéndice 4C—Continuación

Crecimiento rápido	
Tiempo después de la siembra y el pegado para entrar en la fase de crecimiento rápido	
Tamaño de la planta al inicio de la fase (altura)	
Tipo de contenedor y sustrato	
Riego (tipo y frecuencia; por ejemplo, diario, cada dos días, etc.)	
Tipo, tasa y frecuencia de fertilización	
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura y humedad)	
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, espaciado, prácticas de cultivo)	
Fecha de finalización de la fase de crecimiento rápido	
Notas (desarrollo, vigor y salud, retos o problemas)	
Endurecimiento	
Tamaño de la planta al inicio de la fase (altura y diámetro del tallo)	
Riego (tipo y frecuencia; por ejemplo, diario, cada dos días, etc.)	
Tipo, tasa y frecuencia de la fertilización, en su caso	
Condiciones ambientales para el cultivo (luz, temperatura y humedad)	
Tratamientos hortícolas (por ejemplo, espaciado, prácticas de cultivo)	
Tamaño de la planta al final de la fase (altura y diámetro del tallo)	
Fecha de finalización de la fase de endurecimiento	
Fecha de entrega de las plantas	
Notas (vigor y salud, retos o problemas)	
Otras notas	
Notas sobre el rendimiento de los cultivos después del trasplante	