

PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y SUSTENTABLE DE PLÁNTULAS: una guía para agricultores principiantes de cultivos especializados



Introducción

Esta guía del agricultor describe cómo cultivar, de manera eficiente y efectiva, plántulas de flores y hortalizas en granjas orgánicas utilizando prácticas ambientalmente responsables. Esta guía comienza con una breve descripción de los invernaderos y las técnicas básicas de manejo cultural y ambiental necesarias para optimizar la germinación y el desarrollo de las plántulas.

Luego, aborda temas que muchos agricultores orgánicos de California a pequeña escala han identificado como de mayor interés en la producción de plántulas: sustratos de suelo y bandejas de germinación, opciones de siembra y riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, y eficiencia en la producción de plántulas bajo invernadero.

Cultivar sus propias plántulas por medio de almácigos (germinaderos) orgánicos ofrece muchas ventajas, incluido el control sobre variedades, cantidades, fechas de siembra y trasplante. La producción de plántulas requiere el conocimiento de las condiciones ideales para la germinación y el desarrollo exitoso de las plántulas, así como una inversión en infraestructura, equipo apropiado, materiales y mano de obra considerable.

Invernaderos

Los invernaderos proporcionan a las plantas refugio y protección contra los elementos climáticos. El ambiente dentro del invernadero puede ser modificado y controlado, lo que permite un crecimiento de alta densidad en condiciones ideales. Los invernaderos son extremadamente valiosos, incluso en las zonas climáticas más templadas en gran parte de California, porque permiten a los agricultores controlar la temperatura y ajustar los niveles de humedad para satisfacer, de manera óptima, las necesidades de las plantas en las diferentes etapas de sus ciclos de vida.

El tipo de estructura que utilice debe basarse en su presupuesto, el clima y los tipos de cultivos que usted siembre. En cualquier

tipo de invernadero que elija, la orientación adecuada es muy importante. Idealmente, las estructuras deben de tener una orientación este/oeste (tomando en cuenta los ángulos de radiación solar), de modo que el lado más largo mire hacia el sur, para lograr la máxima penetración de la luz y minimizar el sombreado de las plantas a lo largo del día. Si comienza desde cero, piense en la ubicación del invernadero en su granja: una ubicación central hace más fácil todas las labores relacionadas con el invernadero. Por ejemplo, considere el acceso a caminos en su proceso de planificación para el fácil transporte de materiales y para trasladar las plántulas a las parcelas y/o huertos.

Métodos de control ambiental

Los métodos pasivos de control ambiental dentro del invernadero se basan en el uso de tecnología accesible (la ventilación natural, sombreado y temperatura se regulan manualmente) pues no comprometen el uso continuo de energía eléctrica (sistemas de calefacción y refrigeración) para regular el ambiente. Los métodos pasivos de tecnología accesible pueden mejorar significativamente las condiciones de crecimiento, pero no permiten un control completo del mismo. Algunos ejemplos de control pasivo incluyen el aprovechamiento de la energía solar en forma de radiación para el calentamiento, el uso de mallas como sombra para reducir la intensidad de la luz y las temperaturas al interior del invernadero, y facilitar tanto el enfriamiento (por medio de la ventilación natural) como la circulación del aire con ventilaciones en los costados, ventanas en la cresta, y en los extremos de cada pared del invernadero.

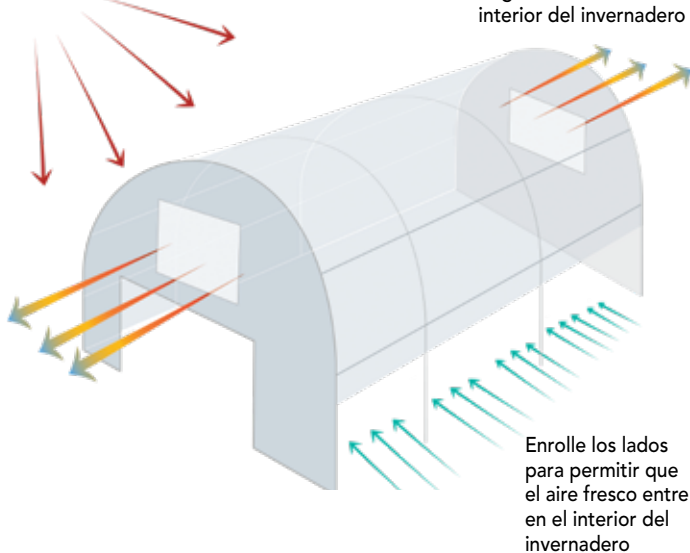
Los controles ambientales activos utilizan como fuente de energía la electricidad o el gas natural para alimentar los sistemas de calefacción, enfriamiento, ventilación, iluminación suplementaria, riego y control climático. Los mecanismos de control activo no son un sustituto de los métodos pasivos, sino que son herramientas complementarias que permiten a los agricultores crear de manera más precisa las condiciones climáticas deseadas.

Consulte la sección Greenhouse Management section of Teaching: *Teaching: Organic Farming & Gardening: Resources for Instructors* (casfs.ucsc.edu/about/publications/Teaching-Organic-Farming/PDF-downloads/1.3-propagation.pdf) and *Ball Redbook: Greenhouses and Equipment* en la sección de Recursos Adicionales de esta guía para obtener más información sobre las estructuras de invernaderos.

Mecanismos pasivos de calefacción y refrigeración en invernadero

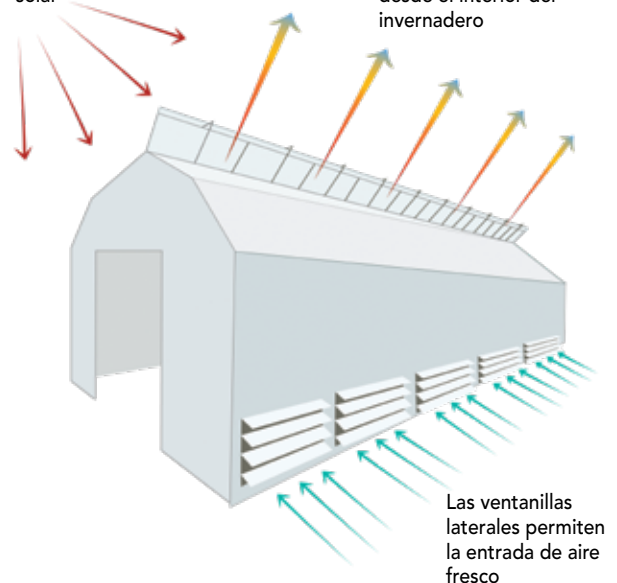
Calentamiento del interior del invernadero a través de la radiación solar

Ventilaciones en cada extremo o ventiladores de extracción para que salga el aire caliente del interior del invernadero



Calentamiento del interior del invernadero a través de la radiación solar

Los respiraderos de cresta proporcionan el escape del aire caliente desde el interior del invernadero



Diseño del espacio de trabajo

El diseño cuidadoso de su espacio de trabajo puede mejorar la eficiencia de su operación y minimizar el tiempo dedicado a cada tarea. Al configurar su área de trabajo, reorganice los objetos y materiales con la finalidad de que sea fácil circular y acceder a los diferentes materiales, tanto en su parcela como en el invernadero. Esto hará todo más eficiente evitando los viajes innecesarios o repetitivos.

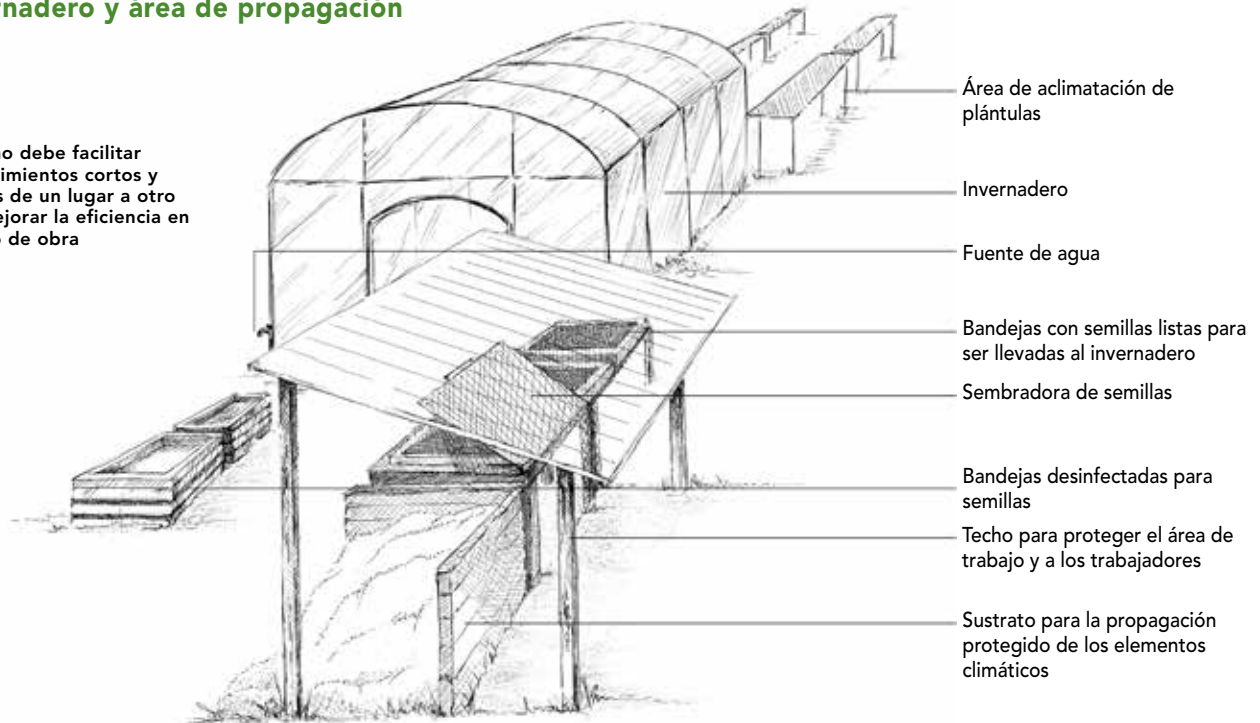
Por ejemplo, almacene el sustrato y las bandejas cerca del lugar donde las va a preparar, siembre sus semillas en un espacio que sea fácilmente accesible tanto para la preparación de las bandejas como el traslado entre su parcela y el invernadero. Lleve varias

bandejas a la vez al invernadero para ahorrar tiempo y energía. A la larga, unos pocos segundos ahorrados con cada tarea o actividad, se convierten en un considerable ahorro de tiempo en el transcurso de la temporada.

El uso de una sembradora de bandejas puede aumentar en gran medida la eficiencia de la siembra, ahorrando así una considerable mano de obra. Vea la tabla que compara el tiempo requerido para la siembra manual y la siembra con sembradora en la página 12. Construir o invertir en una sembradora de bandejas podría ser conveniente para su negocio.

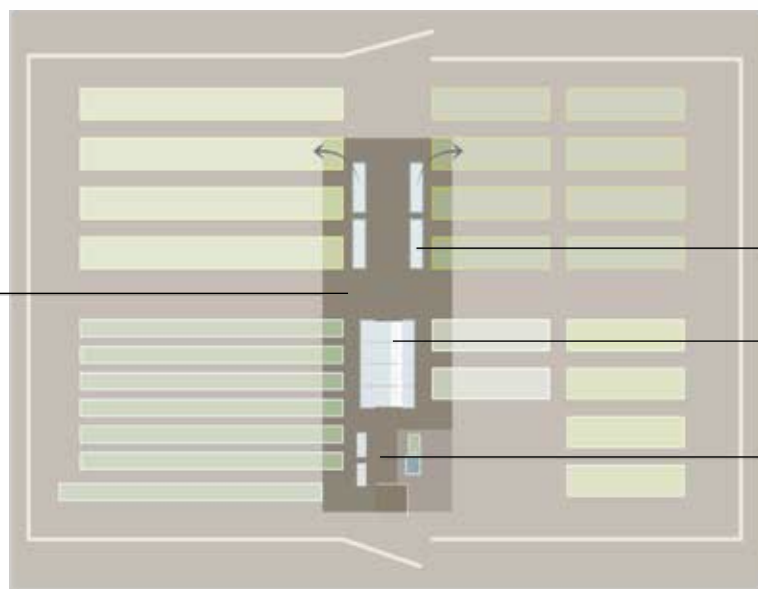
Invernadero y área de propagación

El diseño debe facilitar los movimientos cortos y directos de un lugar a otro para mejorar la eficiencia en la mano de obra



Esquema de la granja

Área de propagación



Requisitos básicos para la germinación y el desarrollo de plántulas

Germinación: en esta etapa es crítico mantener temperaturas óptimas y humedad constante.



Emergencia de plántulas: mantener temperaturas óptimas y buena circulación de aire es muy importante. Permitir la fluctuación de humedad/sequedad de la superficie del suelo limitará un posible daño por hongos.



Cotiledones: mantener la circulación de aire, la fluctuación de humedad/sequedad y temperaturas constantes, es aún importante, junto con un riego más profundo para satisfacer las necesidades de expansión de la raíz.



Primeras hojas verdaderas: la circulación de aire y la oscilación de la humedad/sequedad de la superficie, y un riego más profundo siguen siendo críticos, pero los requerimientos de temperatura se amplían. Para sustratos sin fertilidad, comience a suministrar fertilidad líquida. Para siembras de alta densidad, este es el momento para cambiar las plántulas a bandejas con celdas más grandes.



Hojas verdaderas y raíces ramificadas: acercándose a la madurez, las plántulas necesitan riegos profundos para apoyar la expansión de follaje/raíces. Sacar y poner las plántulas afuera del invernadero, siempre y cuando sea necesario frenar un poco el crecimiento. Continuar la fertilidad líquida si es necesario.



Desarrollo completo: mover las plántulas a la zona de aclimatación, proporcionando exposición al sol, aire, fluctuaciones de temperatura durante el día y la noche, y preparar así las plántulas para el trasplante.

Ya sea que opte por métodos pasivos o activos para el control y monitoreo ambiental en el invernadero, se requiere atención a la temperatura, humedad, aireación, luz y fertilidad requerida para obtener éxito en la germinación y en el desarrollo de las plántulas.

Temperatura

Cada semilla necesita de una temperatura óptima para germinar, en la que el porcentaje de germinación es alto y el número de días para emerger es bajo (consulte *Soil Temperature Conditions for Vegetable Seed Germination* (Condiciones de temperatura del suelo para la germinación de semillas vegetales), [casfs.ucsc.edu/documents/Teaching Organic Farming/appendix3-soiltemp.pdf](http://casfs.ucsc.edu/documents/Teaching%20Organic%20Farming/appendix3-soiltemp.pdf)). Este es el rango al que debe aspirar en el manejo de las instalaciones de invernadero:

- Los cultivos de estación cálida como tomates, chiles, berenjenas, calabazas de verano y pepinos germinan mejor cuando las temperaturas del aire y del suelo son de 75–78°F.
- La mayoría de los cultivos de estación fría germinan mejor cuando las temperaturas del aire y del suelo fluctúan en los 60° F.

En un invernadero con cultivos de estación cálida y fría, aspire a una temperatura que fluctúe apenas por encima de los 70°F. Este término intermedio, es lo suficientemente frío para casi todos los cultivos de estación fría y lo suficientemente cálido para cultivos de estación cálida.

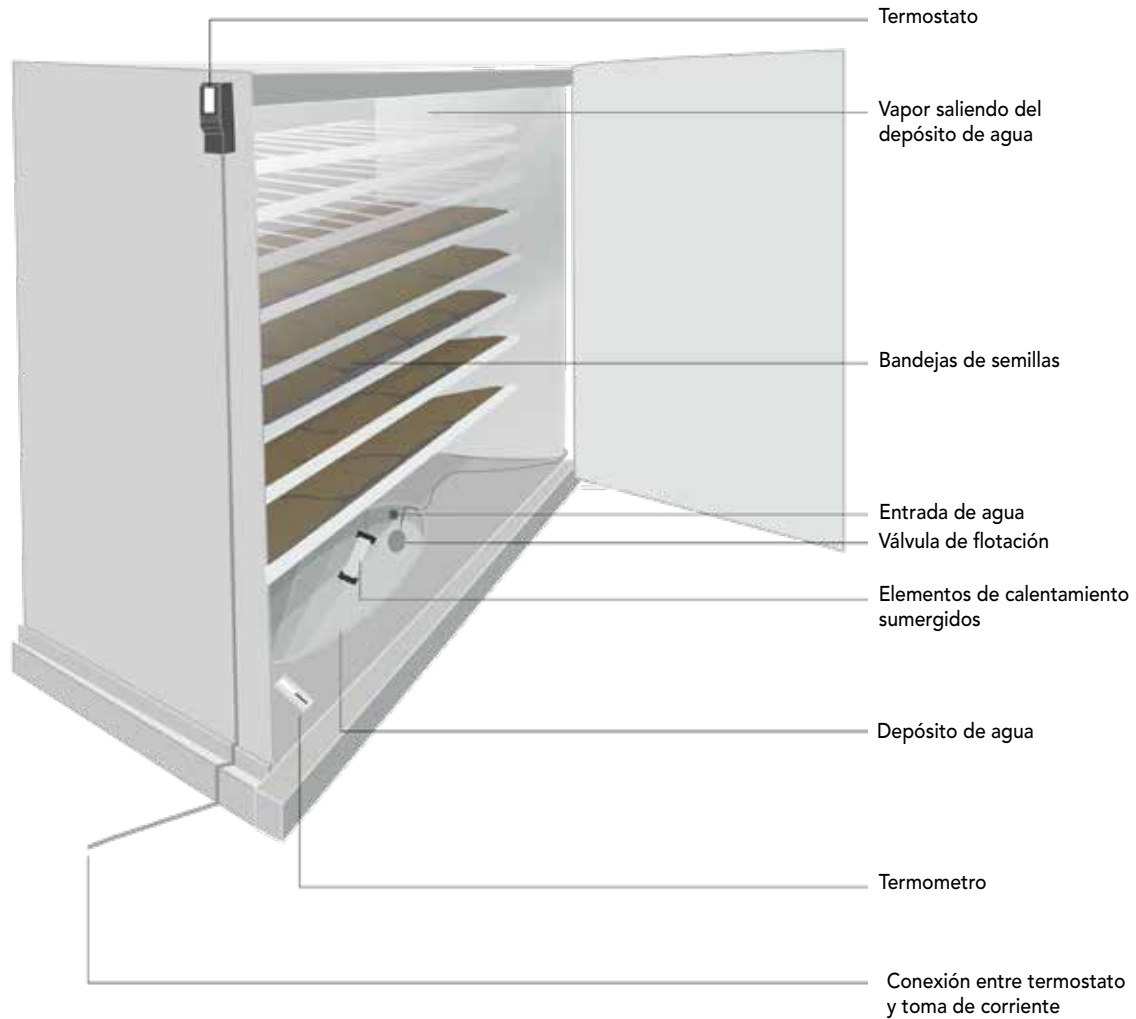
También es posible controlar la temperatura de áreas específicas dentro del invernadero con mantas térmicas y otros métodos de calentamiento microclimático que tienen como objetivo elevar la temperatura solo en la zona de la raíz, o utilizando los diferentes métodos de microclima que ya existen en muchos invernaderos. Por ejemplo, al usar el lado sur dentro del invernadero para cultivos de estación cálida mantendrá esos cultivos más cálidos, y al colocar cultivos de estación fría cerca de las áreas de ventilación, mantendrá esos cultivos más fríos.

Las temperaturas del suelo y del aire son más críticas desde la etapa de germinación hasta el momento de la emergencia de las plántulas. Es aquí donde una cámara de germinación, o las mantas térmicas para plantas de semillero (esteras térmicas) pueden ser útiles, particularmente para cultivos de estación cálida. Una vez germinadas, la mayoría de las plántulas pueden tolerar un rango más amplio de temperaturas, oscilando preferentemente en los 75°F para cultivos de estación cálida y en los 65°F para cultivos de estación fría.

Humedad

Para la mayoría de las semillas, el sustrato debe mantenerse a un mínimo del 50% - 75% de la capacidad de la bandeja (Riego: conceptos y consideraciones importantes, página 15) durante la fase de germinación, estar bien aireado y tener una textura fina, para proporcionar un buen contacto de la semilla con el suelo. Hay algunas excepciones a la regla de humedad anterior, que incluye cultivos como pepino, melón, calabaza y girasol, que prefieren o toleran una mayor fluctuación de humedad/sequedad. El riego excesivo y/o los sustratos mal drenados pueden limitar la germinación y el desarrollo o permitir la reproducción de hongos cuando el oxígeno desaparece de los espacios porosos

CÁMARAS GERMINADORAS DE SEMILLAS



Estas estructuras a pequeña escala consisten en una caja o estructura tipo "armario" que tienen en su interior un recipiente de agua para mantener la humedad, una fuente de calor que puede controlarse mediante un regulador de temperatura, un suministro de agua y paredes laterales con paneles que encierran el área de germinación. Las cámaras de germinación proporcionan un control óptimo sobre la temperatura y la humedad para facilitar una germinación rápida y de alto porcentaje en un espacio reducido. Una vez que germinen las semillas, asegúrese de retirar inmediatamente las bandejas de propagación de las cámaras germinadoras (donde los niveles de luz son más bajos) y colóquelas en un lugar soleado para evitar la elongación (alargamiento del tallo) de las plántulas por competencia de luz.



FIGURA 1. Cámara de germinación casera de bajo costo hecha con materiales reciclados.

debido a la humedad constante (consulte “Manejo de plagas y enfermedades”, página 18).

A medida que se van desarrollando las plántulas, estas requerirán riegos más abundantes y a mayor profundidad pero con menor frecuencia, lo cual sostiene el sistema de raíces en expansión y el desarrollo de follaje, así como el aumento de la transpiración que ocurre naturalmente a medida que se desarrollan las plántulas. La reducción de la frecuencia de riego da como resultado una mejor adaptación del cultivo a la fluctuación humedad/sequedad; al mismo tiempo, dicha capacidad de adaptación aumenta la resistencia al damping off (la enfermedad del talluelo) y promueve la capacidad del cultivo para hacer frente a las limitaciones de humedad a corto plazo.

Aireación

La circulación constante de aire proporciona el oxígeno necesario para facilitar la respiración dentro del invernadero y limita la presencia de patógenos fúngicos. Es importante integrar en el diseño de su estructura un plan que promueva la buena circulación de aire; en última instancia, se trata de usar sistemas de ventilación y abanicos (si su estructura de invernadero los tiene) para hacer circular el aire fresco hacia adentro y el aire caliente hacia afuera. Con los sistemas de ventilación manual abiertos en una estructura bien diseñada, todo el aire del invernadero puede ser reemplazado en cuestión de minutos, permitiendo una mejor aireación de la superficie del suelo, intercambio de humedad y, al mismo tiempo, limitando las condiciones para el desarrollo de hongos o patógenos que podrían dañar sus cultivos.

Luz

La mayoría de las especies germinan mejor en la oscuridad y deben sembrarse a poca profundidad en el sustrato o con un material que retenga la humedad, como la vermiculita. Ciertas semillas, como las de Dusty Miller y la matricaria (feverfew), deben dejarse en la superficie del sustrato para evitar que se entierren demasiado cuando se riegan. Otras semillas, como ageratum, begonia y coleus, requieren luz para germinar y también deben dejarse descubiertas.

Después de la germinación, la luz solar es fundamental durante todo el desarrollo de las plántulas para la elaboración de los nutrientes generados a través de la fotosíntesis, favoreciendo un sano desarrollo celular así como de tallos robustos, gruesos, fuertes y sanos, con células bien nutridas. Si la germinación se lleva a cabo en un ambiente con poca luz, como en una cámara de germinación, las plántulas deben trasladarse al invernadero temprano o al final del día cuando la intensidad de la luz es menor, de modo que la transición a pleno sol sea relativamente gradual.

Disponibilidad de nutrientes

Durante la fase de germinación, las semillas dependen de los nutrientes almacenados dentro de sí mismas para su desarrollo inicial. El desarrollo posterior depende de proporcionar a las plantas los nutrientes requeridos por las raíces y los brotes, para promover un crecimiento saludable e ininterrumpido. El exceso de fertilidad puede conducir a un crecimiento exagerado y talluelos alargados y atraer áfidos y otros insectos que se alimentan de cultivos ricos en nitrógeno. La fertilidad inadecuada puede conducir a un crecimiento débil y atrofiado, desarrollo de raíces limitado, follaje de tamaño insuficiente, floración prematura y retrasos en la maduración de las plántulas.

Sustratos

Ya sea que compre sustratos comerciales o usted mismo(a) los prepare, es importante encontrar el sustrato adecuado para crear un ambiente ideal para la germinación y el desarrollo de plántulas.

El sustrato debe:

- Proporcionar nutrientes fácilmente disponibles para apoyar el crecimiento constante y saludable de las plantas, a menos que proporcione fertilidad a través de fuentes solubles cuando riega (consulte “Fertilidad suplementaria”, página 15).
- Ofrecer una adecuada retención de humedad, permitiendo que se drene rápidamente el exceso de agua y proporcione la aireación idónea para promover el desarrollo saludable de las raíces y prevenir la presencia de hongos patógenos.
- Proporcionar un medio adecuado para el desarrollo de la raíz.
- Estar libre de patógenos y semillas de malezas, lo que podría comprometer el crecimiento de los cultivos.
- Tener un pH casi neutro (para prácticamente todos los cultivos de hortalizas y flores comunes).
- Estar libre de una alta concentración de sales, las cuales al disolverse en el agua, podrían comprometer la absorción de nutrientes.



Fibra de coco



Composta



Turba de musgo (peat moss)



Vermiculita



Perlita



RootShield® (fungicida biológico preventivo)

TABLA 1. Componentes e insumos comunes de sustrato para promover plántulas saludables. Fotos: Abby Huetter

Sustrato orgánico comercial: qué buscar

Si compra sustrato, busque sustrato de calidad con proveedores agrícolas locales, viveros o lugares donde venden plantas y tierra para acondicionar un huerto. Las compañías que ofrecen sustrato a precios por mayoreo se pueden encontrar en la mayoría de las regiones agrícolas. Comprar al mayoreo será menos costoso. Si recién está comenzando, intente comprar pequeñas cantidades de sustratos diferentes para ver qué funciona mejor antes de comprometerse a comprar sustrato a granel.

Los productos etiquetados como “propagación” o mezcla para “inicio de semillas” suelen tener una textura más ligera y fina, están basados en turba y/o fibra de coco y están diseñados para proporcionar equilibrio de retención de humedad, drenaje y aireación. Si su sustrato empaquetado no contiene la fertilidad adecuada, entonces será necesario proveer fertilización adicional, ya sea modificando la mezcla con ingredientes secos y/o proporcionando fertilizantes líquidos poco después de que las plántulas hayan germinado. Para operaciones orgánicas certificadas, asegúrese de verificar si el sustrato empaquetado y los ingredientes agregados son productos orgánicos certificados.

EFICIENCIA AL ELEGIR SU SUSTRATO: Si puede comprar un sustrato que contenga fertilidad adecuada y que no necesite ser enmendado o requiera de tiempo para cernirlo, tendrá un considerable ahorro de tiempo.

¿En qué consiste preparar su propio sustrato para los almácigos?

Debido al tiempo y al trabajo involucrados en hacer el sustrato, la mayoría de los agricultores compran sustrato ya preparado. Sin embargo, si elige hacer el suyo, deberá familiarizarse con los materiales y el costo, cómo mezclar los ingredientes y cómo almacenar adecuadamente los ingredientes y su mezcla de tierra completa. Al igual que con los sustratos comprados, cualquier mezcla (sustrato) que haga debe proporcionar un equilibrio de retención de agua, drenaje, aireación, fertilidad, un pH casi neutro y estar libre de patógenos y semillas de malezas.

Hacer su propio sustrato le brinda la oportunidad de adaptar la mezcla con mayor precisión a sus necesidades y cultivos, pero también requiere que tenga a la mano de tres a cinco tipos de materia prima (ingredientes) y un lugar para almacenarlos y protegerlos del medio ambiente. Mezclar los materiales requerirá una buena cantidad de mano de obra o la compra de una revolvedora de cemento o maquinaria similar, lo que puede ser costoso. Para crear la mayor eficiencia posible, mantenga toda su materia prima almacenada donde mezcle y almacene los diferentes ingredientes; también, use su producto terminado (sustrato) en el mismo lugar donde llene sus bandejas.

Si usa composta como ingrediente principal, tenga cuidado con el contenido de sales presentes, y mande analizar su composta antes de usarla, revolverla o arriesgar su mezcla (sustrato). La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato se mide mediante la conductividad eléctrica (CE); se recomienda que la CE de un sustrato sea baja. También, tenga en cuenta que un alto volumen de composta puede aumentar la capacidad de retención de agua pero al mismo tiempo disminuir la aireación, lo que lleva a una germinación más lenta y a una mayor posibilidad para que el damping off prospere, si el agua no se maneja con cuidado.

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

TABLA 2. Mezcla manual del sustrato. El montón de sustrato se debe mezclar con agua, agregando el agua necesaria hasta que todos los ingredientes estén bien mezclados y la humedad sea adecuada para iniciar la germinación de la semilla.

Fotos: Abby Huetter



PRUEBA DE ANÁLISIS DE SUSTRATOS

Tanto la prueba de análisis como la hoja de recopilación de datos (basados en sus observaciones) proporcionan una guía para evaluar la calidad de los sustratos más adecuados para la propagación de plántulas, ya sea comprados o hechos en casa; esta prueba de análisis le servirá para asegurarse de que el sustrato que elija producirá plántulas de alta calidad.

Por supuesto, los agricultores pueden enviar los sustratos a un laboratorio de análisis, pero esto puede ser costoso y aunque puede proporcionar información precisa sobre el pH y los niveles de nutrientes, las pruebas de laboratorio generalmente no proporcionan información adicional importante, como: ¿Tiene buena capacidad para retener el agua? ¿Tiene buena infiltración del agua? ¿Con qué facilidad se vuelve a humedecer una vez seco? ¿Permanece la superficie bien aireada o se forma costra? ¿Estimula la superficie del sustrato un hábitat para el crecimiento de algas (las cuales compiten por agua y nutrientes con sus plántulas)? Por medio del análisis y de sus propias observaciones, usted puede obtener información muy valiosa acerca de las características y propiedades de un sustrato y como sus plántulas se desarrollan en el mismo. Para realizar una prueba simple de sustratos, necesitará:

- Tener todos los sustratos que va a evaluar en un solo lugar.
- Bandejas: de preferencia, utilice las bandejas que usa con más frecuencia, pero también podría ser solo una bandeja de seis celdas (6 pack) por cada cultivo y sustrato.
- Un tamaño de muestra mayor proporcionará más información, pero requerirá más sustrato, semilla, espacio y mano de obra para completar el proceso.
- Utilizar semillas de cultivos que fácilmente muestran signos de estrés nutricional, desequilibrio de pH, y estrés hídrico, como el brócoli, berro y trigo. Las cucurbitáceas (calabazas, melón, sandía, pepino) pueden ser particularmente útiles para evaluar la capacidad de drenaje y aireación de los sustratos, ya que son sensibles a los suelos demasiado húmedos.
- Etiquetas para identificar las diferentes muestras. Por lo general, es mejor usar un sistema de codificación (es decir: Muestra 1, 2, 3 o A, B, C) para aumentar la imparcialidad del análisis.
- Hoja para anotar datos sobre la calidad de las muestras de sustratos (casfs.ucsc.edu/about/publications/grower-guides/pdf-downloads/soil-mix-observation-template.xlsx) para registrar el porcentaje de germinación a los 3 y 7 días, el color de las hojas, observaciones del desarrollo de las plántulas (follaje y raíces) a los 7, 14, 21 y 28 días. También es posible que desee continuar sus pruebas de análisis durante más de 28 días para tener

una mejor idea de la capacidad que tiene cada sustrato para mantener las raíces nutridas, en el caso de que no siempre pueda plantar todos los cultivos de manera oportuna.

Pasos para llevar a cabo su propia evaluación de sustratos:

1. Reúna todas las muestras de sustratos que desee evaluar.
2. Reúna las semillas y las etiquetas para el ensayo o la evaluación.
3. Llene suficientes recipientes para tener al menos una bandeja de seis celdas (tipo "6-pack") para cada cultivo que se va a evaluar en cada sustrato. Por ejemplo, si usa bandejas de 200 celdas, pruebe 4 sustratos diferentes, usando brócoli, berro y trigo, entonces necesita al menos 12 bandejas de 200 de celdas para llevar a cabo la evaluación.
4. Etiquete cada bandeja con el nombre del cultivo y el código para ese sustrato en específico.
5. Siembre cada bandeja de manera uniforme con la misma cantidad de semillas, a la misma profundidad en cada celda y cubra de la misma manera.
6. Coloque todas las bandejas en su invernadero, cámara de germinación u otro lugar que normalmente utiliza para el inicio de semillas, asegurándose de que las condiciones sean las mismas para cada muestra de sustrato.
7. Riegue constantemente y continúe regando según las condiciones lo exijan durante todo el ciclo de evaluación de muestras.
8. Usando la hoja para anotar datos, tome nota de los datos de germinación a los 3 y 7 días después de la siembra, lo cual le permite hacer una evaluación inicial del rendimiento de cada uno de sus sustratos.
9. Use la hoja de datos para registrar sus observaciones sobre la salud, desarrollo y vigor de las plantas para los intervalos de 7, 14, 21 y 28 días, como mínimo. Si tiene el tiempo, también puede hacer las observaciones de las muestras a intervalos más regulares. En cada intervalo, también registre cómo cada sustrato se comporta en términos de retención de humedad, drenaje, formación de costras en la superficie y cualquier otro aspecto que será importante para el rendimiento del cultivo.
10. A partir de sus observaciones y los datos recopilados en su hoja de datos, tome una decisión basada en la evidencia sobre qué sustrato es la mejor opción y si necesitará modificarlo (ej. con nutrientes adicionales, etc.) o hacer otros ajustes para lograr un óptimo desarrollo de plántulas.

Bandejas

Es importante usar recipientes adecuados para sus plántulas, haciendo coincidir el tamaño de la celda con el tamaño y forma de la raíz del cultivo, el tamaño del trasplante deseado, los sustratos apropiados, el espacio disponible en el invernadero y su capacidad para trasplantar las plántulas en su parcela/huerto de manera oportuna. Las bandejas de tipo celda (de poca altura o "plugs") son las más comúnmente utilizadas para producir plántulas y están disponibles en una amplia gama de materiales, tamaño y forma de celda.

Características de las raíces de su cultivo

Los cultivos de semillas grandes como las cucurbitáceas y los girasoles tienden a tener sistemas radiculares extensos y, si no se siembran directamente en la parcela, entonces requieren de bandejas que brindan a la semilla el espacio óptimo para el desarrollo de la plántula. Las plántulas de crecimiento rápido generalmente funcionan muy bien en bandejas con cavidades ("plugs") de poca altura. Entre más pequeño sea el tamaño de la cavidad (para cultivos que puedan tolerarlo), se necesitará menos sustrato para cultivar la plántulas, hasta el tamaño del trasplante; esto hará un uso más eficiente del agua y del espacio en el invernadero.



FIGURA 2. Bandejas de poliestireno/espuma de poliestireno con celdas 334, 200 y 72 de 13"x26".



FIGURA 3. Bandejas de polipropileno-PP#5 del plástico liviano con celdas lineales y bandejas de 200 y 512 celdas con un tamaño de 10x20.

Elegir bandejas con celdas o "plugs" de menor tamaño, permite un uso más eficiente de los recursos siempre y cuando dicho tamaño permita el desarrollo de un buen sistema radicular (evitando que la raíz comience a salirse/desbordarse de la celda), el control de la humedad y fertilidad. Es importante tener en cuenta que los tamaños de celda más pequeños implican menor fertilidad del sustrato disponible y menor destrucción de raíces al momento del trasplante, lo cual puede motivar que los cultivos se desarrollen más rápidamente. Pero también, las celdas muy pequeñas pierden la humedad más rápido que las celdas más grandes; por lo tanto, requerirá de riegos más frecuentes, lo que puede aumentar la demanda de mano de obra.

Tipos de bandejas

Las bandejas modernas están hechas comúnmente de uno de tres materiales:

El poliestireno/espuma de poliestireno, que generalmente tiene una vida útil de cinco a diez años, es liviana, de precio moderado pero se daña fácilmente y no es reciclable.

Polietileno-HDPE #2/plástico duradero, que puede durar 15 años o más, es prácticamente indestructible pero más pesado al transportar, generalmente tiene un precio más alto que otros materiales y es reciclable.



FIGURA 4. Bandejas de polietileno de alta duración que muestran bandejas con 242 y 162 celdas de 13"x26".



FIGURA 5. Bandejas tradicionales de madera (de tamaño 12"x18" y 12"x24") puede ser cualquier dimensión que desee y se utilizan para esparcir semillas de alta densidad como puerros y cebollas.

Fotos: Christof Bernau

Polipropileno-PP #5/plástico liviano, que puede durar hasta cinco años, son algo débiles y pueden requerir una bandeja o base independiente para transportar, es reciclable.

Visite casfs.ucsc.edu/about/publications/guías-de-agricultor/pdf-en-espanol/bandejas.pdf para obtener más información sobre las ventajas y desventajas de cada opción.

LA IMPORTANCIA DE LAS BANDEJAS EN LA OPERACIÓN AGRÍCOLA: existe una amplia variedad de bandejas plásticas para la producción de plántulas en las cuales el tamaño y número de las celdas varía. En general, las bandejas de propagación modernas están disponibles principalmente en los modelos (10" x 20") o 1326 (13" x 26"). Use bandejas con el mismo tamaño de celdas (largo x ancho) para maximizar la utilización del espacio en las mesas/bancos del invernadero. También, al utilizar bandejas de tamaño uniforme no solo le puede facilitar la aplicación de agua, sino que también, este ahorro podría hacer rentable la adquisición de una sembradora de bandejas para aumentar la rapidez de plantación -y reducir los costos de mano de obra.



FIGURA 6. Espacio ocupado de manera irregular, espacio de mesas mal aprovechado.



FIGURA 7. Dimensiones uniformes, buen uso del espacio sobre las mesas. Fotos: Abby Huetter



FIGURA 8. Separar las plántulas por etapa de desarrollo es útil para garantizar que sus plántulas obtengan la cantidad adecuada de agua. Vea la sección de Riego de esta guía para más información.



FIGURA 9. Las dimensiones son exactas y muy uniformes en un vivero de trasplantes a gran escala. Fotos: Christof Bernau

Siembra

Considere los beneficios de sembrar con una sembradora de semillas para bandeja versus sembrar manualmente. Aunque es algo costoso, una sembradora de bandejas hace la siembra muy rápida y ahorrará tiempo y costos laborales, y seguramente recuperará el costo de la inversión después de un par de temporadas. Las máquinas sembradoras son altamente eficientes al sembrar cultivos de semillas redondas, como alliums y brassicas, y semillas granuladas, pero son menos eficientes al sembrar semillas planas y oblongas, como las de pepinos y tomates.



FIGURA 10. Siembra manual en bandejas abiertas.



FIGURA 11. Siembra con papel cartulina para regular la caída de semillas.



FIGURA 12. Siembra manual con sembrador de semillas de plástico para regular la caída de semillas. Fotos: Abby Huetter



FIGURA 13. Dibblers caseros para bandejas de 162 y 242 celdas.

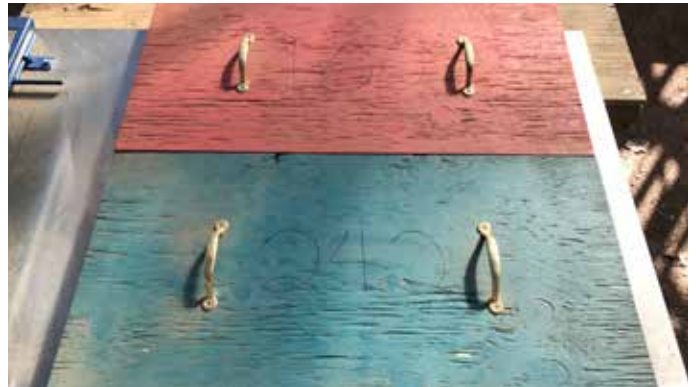


FIGURA 14. Dibblers, vista superior. Fotos: Christof Bernau

Es importante tener en cuenta que una sembradora de bandejas requerirá un grupo de discos dosificadores de semillas que deben ser calibrados y perforados para que coincidan con precisión en los recipientes que usa, lo que requiere que utilice bandejas del mismo tamaño y con una distribución uniforme de celdas para obtener los beneficios que las sembradoras de bandejas pueden proporcionar.

EFICIENCIA EN EL SISTEMA DE SIEMBRA: considere construir o comprar una tabla dibbler, para ahorrar tiempo cuando prepare la siembra de sus semillas. Estas tablas tienen unos "postes" salientes acoplados para crear una presión uniforme en el sustrato en cada celda de la bandeja. Asegúrese de que su tabla dibbler tiene la misma medida que las bandejas; es decir, que cada poste está en el lugar correcto para hacer la depresión en el centro de cada celda, donde será depositada la semilla.

Estudios de investigación en la granja UCSC

Si bien la sembradora de semillas para bandeja requiere una inversión inicial, esta inversión se recuperará rápidamente, ya que le ahorrará tiempo, conforme la vaya usando cada temporada. A través de las pruebas de tiempo realizadas en la Granja de UCSC, hemos encontrado que la siembra con una sembradora de semillas para bandeja es más efectiva para usar con cultivos que tienen semillas redondas o granuladas, y con la práctica, reducen la demanda de mano de obra en la gran mayoría de los cultivos de plántulas. Aunque las semillas recubiertas (peletizadas) son más caras que las semillas no granuladas, cuando están disponibles, el ahorro de tiempo seguramente hará que la inversión valga la pena. Visite casfs.ucsc.edu/about/publications/guías-de-agricultor/pdf-en-espanol/resultadosdelosensayos.pdf para ver los resultados de este estudio.

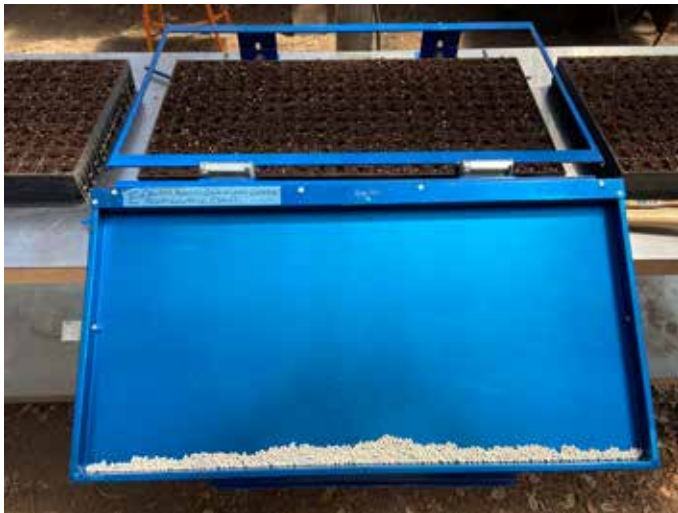


FIGURA 15. Plato de la sembradora de vacío con semillas recubiertas de lechuga, sueltas antes de su distribución a cada hoyo.



FIGURA 17. Semilla de lechuga recubierta recién puesta con una sembradora al vacío, ya con los orificios dispuestos para la semilla, con la tabla "Dibble".



FIGURA 16. Sembradora de vacío en operación con semillas recubiertas de lechuga retenidas en su lugar y listas para ser depositadas en cada celda.



FIGURA 18. Cepillos y mazo para limpiar la sembradora al vacío, eliminar el depósito de doble semilla y apartar las semillas para llenar los huecos en el plato de semillas Fotos: Christof Bernau

MÉTODO	EFICIENCIA	COSTO
Siembra manual	Menos eficiente; requiere mucho tiempo y trabajo, especialmente al sembrar semillas muy pequeñas	Sin costos iniciales aparte de la mano de obra
Sembradora construida a mano, opera con aspiradora	Extremadamente eficiente, especialmente con semillas redondas y recubiertas	Aproximadamente \$100 dólares
Sembradora con aspiradora para bandeja	Extremadamente eficiente, especialmente semillas redondas y recubiertas	Las sembradoras de semillas para bandeja estándar tienen un precio que fluctúa entre los \$800-\$2,500 dólares, dependiendo de las especificaciones, y generalmente requieren la compra de platos individuales que funcionan con tipos específicos de semillas. Los platos individuales para semillas pueden costar entre \$75 y \$300 dólares cada uno para todas las sembradoras disponibles.

Riego

Saber cuándo y cuánto regar es clave cuando se producen plántulas saludables. Regar con demasiada frecuencia puede ocasionar pérdidas debido al mal del talluelo (damping off) y/o el retraso en el crecimiento de las plántulas debido a la falta de oxígeno disponible en el sustrato. Por otro lado, no proporcionar agua constantemente durante la germinación puede conducir a resultados deficientes de germinación. Además, no regar lo suficiente una vez que las semillas hayan germinado, puede limitar el crecimiento posterior de las plántulas si estas no pueden acceder al agua y a los nutrientes necesarios que proporcionan un desarrollo saludable.

Proporcionar la cantidad adecuada de agua con la frecuencia justa, junto con sustrato de buena calidad y un manejo ambiental apropiado, conducirá a una buena germinación y a un adecuado desarrollo de plántulas. Consulte "Art and Science of Watering Greenhouse Crops" (Arte y ciencia del riego de cultivos de invernadero) de eGro (e-gro.org/pdf/2017_721.pdf) para obtener más información sobre cómo regar sus plántulas.



FIGURA 19. Secuencia de humedad del sustrato, de izquierda a derecha: 1. Plántulas muy secas; 2. Plántulas con la superficie seca y todavía con algo de humedad en el fondo de la celda; 3. Plántula "regada" que aún necesita más agua para abastecer toda la zona de la raíz; 4. Plántula bien regada con humedad disponible en toda la zona de la raíz.
Foto: Christof Bernau



FIGURA 20. Riego manual con rociador de vara con interruptor integrado. Fotos: Carolyn Lagattuta

Riego manual

El riego manual requiere una inversión de bajo costo. Solo necesita una fuente de agua, mangueras y una regadera con interruptor. Los inconvenientes del riego manual incluyen el tiempo y la mano de obra involucrados y la posibilidad de un rendimiento irregular de la planta, a menos que se cuente con un regador altamente calificado para suministrar el riego.

EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO MANUAL:

si utiliza un sistema de riego manual, considere contar con un carrito portamangueras para facilitar la tarea de mover la manguera dentro del invernadero. El carro portamangueras reduce la fatiga del operador, evita que las mangueras se enreden en las patas de las mesas, los torcimientos, la pérdida de presión, y reduce el riesgo de contaminación, pues la manguera no es arrastrada en el suelo.



FIGURA 21. Manguera enrollada en alto.

Manguera extendida a cierta altura sobre las plántulas. Fotos: Christof Bernau

Rociadores semiautomatizados y automatizados

Los sistemas semi-automatizados bien diseñados pueden proporcionar agua de manera uniforme a todo el cultivo en muy poco tiempo, sin la necesidad de mucha mano de obra. En los sistemas semiautomatizados, el suministro y el cierre del agua son proporcionados por un controlador mecánico y un sistema de rociadores aéreos (aspersores). El agricultor debe evaluar las necesidades de riego dependiendo de factores como las condiciones climáticas predominantes, el ciclo de vida del cultivo y el tamaño de la celda/volumen del sustrato, y luego programar el controlador de riego para proveer un volumen apropiado de agua, así como el control de la frecuencia. Este sistema puede proporcionar un suministro de agua altamente uniforme y ahorrar una enorme cantidad de mano de obra. Sin embargo, cuando las condiciones climáticas cambian, o si las necesidades del cultivo cambian, los agricultores deben ajustar los controladores o cambiar los horarios para satisfacer las nuevas demandas y condiciones del cultivo.

En los sistemas totalmente automatizados los sensores ambientales, vinculados a la información del pronóstico del tiempo y a los ajustes predeterminados por los agricultores, operan en conjunto con programas de computadora para responder a las condiciones ambientales vigentes y satisfacer de manera óptima las necesidades de las plántulas en desarrollo. Si bien, son mucho más costosos de instalar y programar, los sistemas automatizados bien diseñados generalmente tienen un rápido retorno de inversión debido al gran ahorro de mano de obra y a la mejoría en la calidad y consistencia de los cultivos.

A pesar de los muchos beneficios de los sistemas semi y totalmente automatizados, deberá tener en cuenta que las plántulas en los extremos de las mesas tenderán a secarse más rápido que las del interior, lo que requiere un riego manual de seguimiento. Incluso con esta limitación, el ahorro de mano de obra que ofrecen los sistemas automatizados es excelente y se puede recuperar el costo de inversión en una sola temporada. Al diseñar un sistema semiautomático, es importante asegurarse de tener una excelente cobertura de agua de riego, incluidas las bandejas en las esquinas y los extremos de las mesas, para minimizar la necesidad de riegos adicionales en las áreas donde el riego no alcanza una buena cobertura.



FIGURA 22. Controlador de riego típico de bajo costo, capaz de controlar múltiples horarios programados para satisfacer las diferentes necesidades del cultivo. Foto: Christof Bernau

EFICIENCIAS DE SU SISTEMA DE INVERNADERO:

organice las bandejas por secciones de tal modo que usted pueda manejar las necesidades específicas de los cultivos en cada sección. Por ejemplo, todas las bandejas recién sembradas pero aún no germinadas deben colocarse juntas, en una sola sección, las de semillas apenas germinadas y aún muy jóvenes deben ubicarse en otra sección, y las plántulas que ya están en plena etapa de maduración deben también ubicarse en otra sección, permitiendo así que su sistema de riego atienda a las necesidades específicas de los cultivos dentro de cada sección.



FIGURA 23. Válvulas solenoides típicas de 3/4" con filtros para evitar residuos de obstrucción en las boquillas de los rociadores. Diseño de tres secciones, tres válvulas, controlador en la parte posterior derecha de la foto, válvulas para cada sección en la parte posterior izquierda de la foto y rociadores dispuestos uniformemente sobre cada sección para proporcionar suministro uniforme de agua. Fotos: Christof Bernau

Riego: conceptos y consideraciones importantes

Saturación: la saturación en las bandejas ocurre cuando el agua de riego llena totalmente los poros en el sustrato. En sustratos de alta calidad, la saturación es temporal y el exceso de humedad se drena rápidamente.

Fluctuación de humedad/sequedad: regule la cantidad de humedad en el sustrato para que no se sature continuamente, privando así a las raíces del oxígeno necesario. Al facilitar la fluctuación humedad/sequedad, los niveles de oxígeno y agua en los espacios porosos también fluctúan, permitiendo que las raíces tengan el rango de humedad/sequedad en los momentos precisos.

Capacidad del sustrato en la bandeja: similar a la capacidad de campo, la capacidad del sustrato en la bandeja ocurre cuando el exceso de agua en este se ha drenado, el aire ha regresado a ocupar parte de los espacios porosos, y la cantidad de agua que ha quedado se mantiene adherida en los espacios porosos contra las fuerzas de la gravedad (ésta es el agua que absorbe el sistema radicular de las plántulas).

Porcentaje de capacidad de la bandeja: se refiere a la disponibilidad relativa de agua en el sustrato que se va perdiendo debido a la evaporación y conforme las raíces de las plantas la van absorbiendo. La disponibilidad relativa es la relación entre la disponibilidad de agua en el sustrato y la demanda de agua de las plantas.

Nivel de agua atrapada: describe el agua que se mantiene en el fondo de las bandejas de fondo plano. Esta condición puede ser perjudicial para la salud de las plantas, si el sustrato no contiene una cantidad adecuada de materiales gruesos para promover una buena aireación en toda la zona de la raíz.

Porcentaje de secado de la superficie: se aplica específicamente a la fase de germinación de la producción de plántulas cuando se deben suministrar cantidades pequeñas pero frecuentes de agua para facilitar la germinación y evitar que las raíces recién emergidas se sequen.

- Para la gran mayoría de los cultivos de semillas, se debe volver a aplicar una pequeña cantidad de agua cuando se haya secado un 30%-50% de la superficie visible del sustrato.
- Para los cultivos de semillas más grandes, como los girasoles y los miembros de la familia de las cucurbitáceas, los productores generalmente permiten que el 100% de la superficie del suelo se seque antes de volver a aplicar más agua.

Fertilización suplementaria

Aunque los sustratos orgánicos teóricamente contienen toda la fertilidad necesaria para mantener el crecimiento constante e ininterrumpido de las plántulas, a veces se necesitan fertilizantes solubles fácilmente disponibles. La fertilidad suplementaria es la práctica de proporcionar a las plántulas nutrientes adicionales que pueden faltar en el sustrato. Comúnmente, estos nutrientes se disuelven en el agua y se proporcionan a través del riego, en lugar de formar parte del sustrato inicial, pero también se pueden suministrar como suplemento granulado dentro del sustrato o por encima del mismo.

La fertilidad suplementaria puede compensar una deficiencia o una pobre calidad de nutrientes (por ejemplo la composta mal almacenada, inmadura o pasada de tiempo y sin mucho valor nutricional). Además, puede aliviar el estrés, especialmente en las celdas de las bandejas, cuando las plantas ya se han pasado de su etapa óptima de trasplante, sus raíces ya alcanzaron su tope o muestran señales de que los nutrientes previamente disponibles se han agotado. La fertilidad suplementaria también se puede usar para estimular el crecimiento, como cuando el agricultor necesita acelerar el crecimiento de la planta para una fecha específica de trasplante o cuando las plántulas se han contratado para la venta y es evidente que no alcanzarán el tamaño pactado lo suficientemente rápido.

La fertilidad suplementaria puede promover la actividad biológica y la liberación de nutrientes a la población microbiana del sustrato, la cual utiliza el nitrógeno adicional para facilitar la liberación de nutrientes que las plántulas necesitan. Si las temperaturas frías evitan que los microbios en el sustrato activen la mineralización de los nutrientes granulares, entonces los nutrientes solubles pueden estimular un fuerte crecimiento. La mineralización consiste en transformar la materia orgánica en sales minerales, lo cual hace que los nutrientes estén asimilables para las plantas.

Algunos cultivos tienen más probabilidades de requerir más fertilidad suplementaria que otros, especialmente si permanecerán más tiempo en la bandeja antes de ser trasplantados al campo. Estos cultivos incluyen chile, apio, alliums (cebollas, ajos, etc.) y brassicas (coliflor, brócoli, repollo, col de bruselas).

Señales de que falta fertilidad

Un indicador obvio de que las plántulas se están deteriorando debido a la falta de fertilidad es el cambio en la tonalidad del color primario de una planta (a menudo verde) a un color más pálido y suave (como el amarillo). Los cotiledones (primeras hojas que surgen de la semilla) también pueden comenzar a perder color, lo que indica que la disponibilidad de nutrientes ha disminuido. Cuando las raíces han alcanzado el tope en la base de la celda y/o comienzan a enrollarse en espiral, es otra señal de que una plántula podría beneficiarse de la fertilidad suplementaria.

Métodos de aplicación

La fertilidad suplementaria se puede aplicar de varias maneras, que incluyen:

Aportar fertilizantes al momento de hacer la mezcla para el sustrato. Esta es una práctica común que requiere un conocimiento previo de la necesidad de agregar



FIGURA 24. Plántulas de flor Stock, que también muestran decoloración y necesidad de fertilidad suplementaria. También se están "estirando", señal de que florecerán pronto y probablemente no valga la pena fertilizar y trasplantarlas en su parcela.



FIGURA 25. Plántulas de col rizada que muestran decoloración, falta de nutrientes disponibles y con necesidad de fertilidad soluble para recuperarse.
Fotos: Abby Huetter

fertilizante y es más provechoso usar fertilizantes potentes de rápida a mediana acción.

Aplicar una “capa de abono” con fertilizantes granulados o peletizados sobre la superficie del sustrato. Este método puede ser efectivo con productos de acción mediana a rápida, dependiendo del ciclo de vida del cultivo y de la necesidad inmediata.

Aplicar fertilizantes solubles en agua como parte de un riego establecido (ferti-irrigación). Este es un método particularmente útil y de solución rápida para cubrir inmediatamente las deficiencias nutricionales o para aumentar rápidamente el crecimiento de las plantas usando nutrientes de fácil absorción que se aplican con riego directamente a la zona de la raíz.

Aplicación de nutrientes solubles en agua con rociadores foliares. Para aprovechar al máximo un fertilizante soluble, la aplicación debe dirigirse a la parte inferior de la hoja donde se concentran los estomas (pequeños poros en el reverso de las hojas que sirven también para regular el flujo de agua). Siga las instrucciones de la etiqueta cuidadosamente, ya que los productos a base de pescado, cuando se aplican en concentraciones excesivamente altas, pueden quemar el follaje.

Materiales que proporcionan fertilidad suplementaria. La mayoría de los productos que pueden proporcionar fertilidad suplementaria se basan en el extracto o la fermentación de subproductos de pescado. Las proteínas vegetales “hidrolizadas” (que pasan por un proceso enzimático para facilitar la asimilación de nutrientes) también están disponibles y pueden ser otra buena fuente de nutrientes solubles. Otras opciones incluyen té de composta, té/extracto líquido de humus de lombriz o polvo soluble de algas marinas. Visite casfs.ucsc.edu/about/publications/guías-de-agricultor/pdf-en-espanol/fertilizacionsuplementaria.pdf para más información sobre estos materiales.

Consideraciones de sostenibilidad

Si bien, los productos a base del extracto de plantas tienen una alta sostenibilidad, es decir, con poco o ningún daño a los ecosistemas naturales, la sostenibilidad de los productos pesqueros depende de su procedencia: si el extracto es elaborado a partir de la captura primaria, captura accidental o procesando los residuos de la pesca. Los extractos hechos a partir del procesamiento de desechos y captura accidental son preferibles, ya que si se preparan a partir de la captura primaria, estos recursos (especies de peces) podrían extinguirse.

Dosis

Siga las instrucciones en la etiqueta del producto para determinar la dosis de un aporte suplementario. La frecuencia del suministro también es importante a considerar y depende de la naturaleza del sustrato. Si el sustrato ya tiene suficiente fertilidad y está proporcionando nutrientes adicionales, entonces una aplicación por semana debería ser suficiente. Si el sustrato no proporciona nutrientes, proporcione fertilidad suplementaria diariamente o cada dos días.

Con la aplicación diaria de productos líquidos a base de pescado, las sales pueden ser un problema y pueden manifestarse como una coloración dorada en la punta de las hojas, la caída de las hojas inferiores y puntas ennegrecidas de las raíces. El monitoreo de la conductividad eléctrica (CE) en la solución del suelo, puede confirmar la presencia de sales en exceso y la posible necesidad de reducir la frecuencia o la dosis en las aplicaciones de fertilizante líquido de pescado.

Para obtener más información sobre la medición del pH y la CE, consulte el procedimiento detallado del North Carolina State University Horticultural Substrates Lab (Laboratorio de Sustratos Horticolas de la Universidad Estatal de Carolina del Norte) para medir el pH y las sales solubles en cultivos de invernadero utilizando el método PourThru de extracción de solución de suelo (hprojects.ncsu.edu/project/hortsublab/pourthru/M_M.htm) y el video de YouTube “PourThru” de eGro ([youtube.com/watch?v=wyKlXk-YNQA](https://www.youtube.com/watch?v=wyKlXk-YNQA)).

Técnica de fertirrigación

En operaciones de menor escala, la fertilidad adicional se puede administrar a través de una regadera manual o un rociador de mochila. Si usted dependerá de manera más constante de los fertilizantes líquidos, compre un inyector de fertilizante que permita mezclar directamente el agua con el fertilizante líquido a través de la línea de inyección o también en el depósito del rociador superior. Estas herramientas se pueden calibrar fácilmente a la velocidad de la dilución deseada. Tenga en cuenta que el material viscoso tiende a acumularse en el fondo del recipiente y puede obstruir las boquillas de riego; esta acumulación se puede remediar revolviendo los ingredientes con un taladro inalámbrico con una paleta de mango largo o agregando un filtro de disco en su sistema de aplicación.

La fertilidad: costo y preocupaciones ambientales

Las preocupaciones de agregar fertilidad adicional incluyen el alto costo de insumos y equipo, mayor tiempo y mano de obra dedicados a mezclar materiales y a su aplicación. Aunque invertir en un inyector de fertilizante y una filtración adecuada crea un costo inicial, este sistema puede pagarse rápidamente por sí solo, debido al inmenso ahorro de mano de obra al no tener que aplicar nutrientes continuamente a través de una manguera; o mejor aún, en lugar de hacerlo a mano, puede hacerlo a través de un sistema de riego por aspersión existente.

También hay preocupaciones ambientales asociadas con la fertilidad suplementaria. Los nutrientes solubles en agua, como el nitrógeno en la emulsión de pescado, se pueden lixiviar (los nutrientes se alejan del sistema radicular de las plántulas) fácilmente de las bandejas de cultivo y potencialmente ingresar a las vías fluviales (arroyuelos, ríos, canales de riego) locales si el riego se maneja mal y si las barreras naturales de plantas en dichas vías fluviales no están presentes para preservar la calidad del agua. La aplicación excesiva de nitrógeno también puede promover un crecimiento altamente nitrogenado y hacer que las plantas se vuelvan vulnerables a las plagas, lo que puede llevar a tener que utilizar más insumos para controlar las plagas.

Otra consideración es la posibilidad de que los agricultores dependan demasiado de los nutrientes altamente solubles; esta tendencia representa la idea convencional de mantener a las plantas a base de ingredientes fácilmente disponibles, en lugar de fomentar la salud y la biología del suelo, para promover la liberación natural de nutrientes y la resistencia a los patógenos.



FIGURA 26. Inyector de fertilizante en plataforma móvil con accesorios de bloqueo de levas que puede ser fácilmente conectado/desconectado y trasladado del invernadero a la parcela y viceversa.
Foto: Christof Bernau

Trasplantes listos y en “espera”

Antes de trasplantar sus plántulas, asegúrese de que estén completamente desarrolladas y preparadas para el cambio del invernadero a la parcela. Si por algún motivo no puede hacer el trasplante cuando la plántula ya está lista, es importante utilizar la estrategia correcta de “espera” para mantener sus plántulas en buenas condiciones.

Raíces de plántulas



Características de las plántulas listas para ser trasplantadas

Reconocer las características de una plántula madura es una habilidad que puede desarrollarse fácilmente en corto tiempo. Las plántulas listas para ser trasplantadas deben tener un sistema de raíces bien desarrollado que le permita mantener unida la tierra que rodea las raíces, y al menos dos conjuntos de hojas verdaderas bien desarrolladas que sean fieles al color de la especie de su cultivo.

Las plántulas también deben de haber experimentado el proceso de aclimatación durante varios días, incluida la exposición total a las fluctuaciones de temperatura durante el día y la noche para ayudar a construir reservas de carbohidratos, y la exposición total al viento y al sol para fortalecer las paredes celulares y mejorar la tolerancia a los extremos ambientales futuros, durante las etapas de crecimiento. Cuanto mayor sea la diferencia entre las condiciones “controladas” bajo invernadero y las condiciones de cultivo al aire libre, más importante es cerciorarse de que las plántulas han cumplido con un periodo de aclimatación, especialmente a principios de la temporada, cuando las fluctuaciones de temperatura día/noche son a menudo mayores que más tarde en el año, o si existe la posibilidad de daños por heladas.

Trasplantes “en espera”

A veces, puede no ser posible trasplantar las plántulas aún cuando ya están en su etapa óptima de desarrollo. Esto puede ocurrir:

- Cuando las lluvias excesivas impiden cultivar y preparar el suelo.
- Cuando las lluvias han sido deficientes y el suelo está demasiado seco para prepararlo sin degradar su estructura y debe esperar a que llueva o a que se realice un pre-riego.
- En casos de siembra de relevo, cuando el terreno para sus nuevas plántulas todavía está ocupado por un cultivo que aún no ha madurado.
- Cuando no puede darle prioridad a nuevas plantaciones debido a otras demandas según la temporada o tampoco le es posible contar con la mano de obra en el momento preciso en que hay que realizar la plantación.

Es importante saber qué cultivos tolerarán el periodo de “espera” y los retrasos en la siembra y cuáles no. Para aquellos cultivos que no toleran el periodo de “espera”, proceda con su siembra siempre que sea posible. Las cucurbitáceas, las brasicas que producen cabeza (como el repollo, brócoli, y coliflor), las cebollas de bulbo

y los chiles, son un ejemplo de cultivos que generalmente no responden bien si el momento crítico para sembrarlas se retrasa. Los puerros (leeks), los tomates, las acelgas y la col rizada son cultivos que pueden tolerar ser retrasados y se restablecerán una vez trasplantados.

Estrategias para los trasplantes en “espera”

Para mantener sus plántulas en buenas condiciones hasta que usted esté listo(a) para el trasplante, puede proporcionar fertilidad suplementaria para compensar los nutrientes que ya no están disponibles en el sustrato. Otra opción sería mover las plántulas a un lugar más fresco (al aire libre desde un invernadero o un lugar más fresco si ya están afuera) para desacelerar el crecimiento. También, puede mover las plántulas a la sombra para reducir la fotosíntesis y retrasar el crecimiento, aunque esto solo debe hacerse parcialmente, ya que el exceso de sombra hará que las plántulas se estiren y se vuelvan larguiruchas. Si se mantienen a la sombra durante un período prolongado de tiempo, es posible que las plántulas necesiten pasar por un nuevo periodo de aclimatación antes de pasarlas a su huerto o parcela.

Otra estrategia es trasplantar las plántulas en bandejas con celdas más grandes para proporcionar más espacio al sistema radicular, nutrientes adicionales y para continuar su crecimiento constante e ininterrumpido. El proceso de usar bandejas con celdas más grandes requiere considerable mano de obra, mayor cantidad de sustrato y espacio adicional en las mesas de trabajo; aunque esta es una técnica que es más factible en operaciones a muy pequeña escala.

Estas estrategias pueden mantener sus plántulas más saludables cuando la siembra se retrasa. Sin embargo, si observa que sus plántulas presentan un aspecto maltratado, estiramiento prematuro o exceso de raíces, puede que no valga la pena trasplantarlas.



FIGURA 27. De izquierda a derecha: 1. Col rizada joven, las raíces aún no sostienen o tejen el cepellón. 2. Follaje bien desarrollado y buen tejido de raíz, listo para el trasplante. 3. Plántulas un poco pasadas de tiempo: muestran estrés debido a la falta de nutrientes y a que las raíces están muy amontonadas.



FIGURA 28. 1. Etapa de cotiledón pero las raíces están bien desarrolladas 2. Hojas verdaderas emergentes, las raíces ya se tejen al rededor de la bola de la raíz 3. Follaje completo, sistema radicular bien desarrollado: listo para el trasplante 4. Plántulas que muestran estrés: decoloración del follaje, botones florales presentes, raíces abarrotadas, señal segura de que las plantas han pasado su mejor momento. Fotos: Christof Bernau

Manejo de plagas y enfermedades

El manejo de plagas y enfermedades en el invernadero comienza con la prevención y las buenas técnicas de manejo, y se robustece con el monitoreo y la detección temprana para limitar los posibles problemas antes de que se propaguen. Esta sección cubre los pasos que puede seguir para prevenir o minimizar los problemas asociados con la presencia de plagas y enfermedades. Puede hablar con los agricultores locales, los agentes de Extensión Cooperativa y los profesionales del Manejo Integrado de Plagas (MIP), para averiguar qué problemas específicos anticipar en su región, qué cultivos pueden ser más vulnerables, la gravedad potencial de ciertas plagas y patógenos y las épocas del año en que debe estar especialmente atento(a).

Prevención

Saneamiento inicial y frecuente: las estructuras de invernadero, la superficie donde pisa dentro del invernadero, las mesas o bancos elevados, los recipientes de propagación, las herramientas manuales, las mangueras, etc., pueden albergar patógenos. Un buen programa de saneamiento debe incluir la limpieza o desinfección periódica de todos los materiales e instalaciones para evitar la contaminación.

Otras prácticas sanitarias importantes incluyen el uso de medios de cultivo (sustratos) libres de patógenos, semillas importadas, material vegetal libre de patógenos, limpiar todas las superficies donde manipula semillas y plántulas jóvenes, eliminar el material vegetal infectado lo antes posible para evitar la propagación de plagas y patógenos, y mantener las mangueras elevadas (especialmente los extremos y fuera de contacto con la superficie del suelo en el invernadero).

Medios de cultivo (sustratos) para la propagación: los medios de cultivo para la propagación son una fuente potencial de contaminación, especialmente de bacterias y hongos del suelo, así como para semillas de malezas. Para minimizar estos riesgos, use medios de cultivo estériles sin tierra o medios biológicamente activos que supriman enfermedades, basados en composta de alta calidad y/o que estén inoculados con hongos beneficiosos o micorrizas.

Incluso con medios estériles, puede ser útil agregar hongos beneficiosos al sustrato para reducir el daño por hongos patógenos. En la granja UCSC, utilizamos un producto llamado RootShield G, un insumo granular que contiene el hongo beneficioso *Trichoderma harzianum* T-22. Los hongos

Trichoderma se adhieren a las raíces, proporcionando una barrera y es un competidor directo contra los patógenos, como el hongo del damping off (mal del talluelo), que pueden causar pérdidas sustanciales en medios de cultivo demasiado húmedos y mal drenados. Esta adición por sí sola no eliminará los hongos patógenos, pero es una herramienta útil, si se combina con las prácticas culturales para mejorar la salud de las plántulas.

Semilla: las semillas y brotes, tallos, raíces, tubérculos utilizados en la propagación de plantas también pueden ser una fuente de contaminación. Puede protegerse contra este problema potencial utilizando semillas y plántulas que provienen de fuentes confiables y que están certificadas como libres de plagas y enfermedades. El uso de técnicas de pretratamiento de semillas, como baños de agua caliente, para matar hongos y otros patógenos también puede prevenir la contaminación. Aislar y observar con mucho cuidado cualquier material vegetal que traiga a su granja antes de llevarlo al invernadero, es otro método efectivo para limitar la posibilidad de introducir patógenos

Estrategias de exclusión de plagas: excluir las plagas del invernadero también ayudará a prevenir problemas y, dependiendo de su ubicación, puede ser una herramienta fundamental para mantener un ambiente de crecimiento libre de plagas.

- Detecte todos los puntos de entrada al invernadero, incluidos los respiraderos, los ventiladores y las puertas.
- Use cubiertas de malla sobre las bandejas de cultivo para mantener las plagas de insectos voladores fuera de los cultivos en plena emergencia.
- Use barreras físicas, como recipientes con agua o resinas adhesivas en las patas de las mesas o bancos, para evitar que las hormigas y otros insectos tengan acceso a cultivos jóvenes.

Prácticas culturales en la prevención de plagas y enfermedades

Las buenas prácticas culturales durante todo el ciclo de vida de sus cultivos de plántulas son fundamentales para el manejo efectivo de plagas y enfermedades. Además del manejo ambiental, las buenas prácticas pueden incluir la selección de variedades resistentes a plagas y enfermedades, evitar cultivos que podrían ser vulnerables a problemas ya conocidos, y sembrar cultivos en los momentos de temporada más oportunos donde las condiciones ambientales facilitan naturalmente un crecimiento saludable, vigoroso y resistente a plagas y enfermedades.

Un elemento central del proceso de prevención de plagas y enfermedades y de promover un crecimiento vigoroso e interrumpido, es el manejo cuidadoso de las condiciones ambientales en el invernadero. Esto incluye el buen manejo de:

Temperatura: el complejo de hongos que causa daños por damping off prospera cuando los suelos están constantemente húmedos y las temperaturas se mantienen en el rango de 68°F a 86°F. Aunque este rango es ideal para los organismos causantes del damping off y para el crecimiento saludable de muchos cultivos comunes, el daño del damping off se puede limitar utilizando medios de cultivo (sustratos) bien aireados y sacrificando las temperaturas de crecimiento óptimo del cultivo, por temperaturas más



FIGURA 29. Cilantro infectado con el hongo damping off (mal del talluelo) *Pythium*, mostrando plántulas con pérdida de la raíz y la reducción del diámetro del tallo.



FIGURA 30. Acelgas infectadas con el hongo damping off *Rhizoctonia*, mostrando el colapso del tallo en la superficie del suelo, junto a plántulas sanas. Fotos: Steve Koike, TriCal Diagnostics

frías que están por debajo del rango de temperatura que favorece a los hongos.

Humedad: el suelo constantemente húmedo priva a las raíces del oxígeno necesario, limita la movilización de nutrientes orgánicos en el sustrato y puede crear condiciones ideales para el desarrollo de los hongos causantes del damping off. El riego excesivo también puede conducir a la lixiviación (pérdida) de nutrientes del sustrato, privando a los cultivos de recursos valiosos y comprometiendo potencialmente el agua superficial o subterránea local. El exceso de riego es uno de los problemas más comunes en los invernaderos y debería ser relativamente fácil de corregir. Asegurar un rango húmedo-seco adecuado en los sustratos después de la germinación es crítico para la salud de las plántulas.

Circulación de aire: la circulación constante de aire, incluso cuando todos los respiraderos están cerrados, fortalece la pared celular en las plántulas, ayuda a regular las temperaturas del invernadero y crea un ambiente mucho menos favorable para los hongos patógenos.

Fertilidad: en combinación con otras prácticas culturales, la fertilidad adecuada (pero no excesiva) del suelo promueve un crecimiento saludable e ininterrumpido. El exceso de fertilidad puede conducir a un crecimiento exuberante, alto y delgado y puede atraer áfidos y otros insectos que se alimentan de cultivos ricos en nitrógeno (ver la sección de Sustratos, más arriba).

Monitoreo y detección temprana

El manejo ideal también incluye monitoreo y detección temprana de problemas de plagas y enfermedades para minimizar la pérdida de cultivos y la necesidad de una intervención más extensa.

Un primer paso importante es monitorear todas las áreas de cultivo constantemente durante la temporada de crecimiento. Las observaciones cuidadosas y la búsqueda de signos tempranos de

enfermedad y/o presencia de plagas, proporcionarán la capacidad para responder cambiando las prácticas culturales o utilizando herramientas de intervención de manera oportuna.

Si sospecha problemas de plagas y/o enfermedades, use métodos de identificación y consulte las publicaciones y sitios web que figuran en la sección de "Recursos". Adquiera y conozca cómo usar una lente manual 10X o más potente para identificar las plagas en cuestión. Puede usar trampas adhesivas, amarillas o azules, para tomar muestras y controlar parcialmente insectos voladores como moscas blancas, moscas de la costa y mosquitos fungosos. Saber qué plagas se encuentra y en qué concentraciones permitirá tomar decisiones adecuadas para controlar los problemas de manera temprana.

Establezca límites de tolerancia claros (puntos en los que debe actuar) para iniciar acciones de control cuando los cambios en las prácticas culturales y el manejo ambiental no proporcionan controles adecuados. Elimine las plántulas o cultivos infectados o sepárelas en cuarentena para evitar la propagación de problemas a cultivos cercanos susceptibles a las mismas plagas o enfermedades. El proceso de eliminar requiere sacrificar algunas plantas por el bien de las que todavía están sanas. La cuarentena permite que las estrategias de tratamiento se apliquen de forma selectiva y aislada de otros cultivos susceptibles, reduciendo así la probabilidad de brotes de plagas o enfermedades más generalizados.



FIGURA 31. Mosca Costera.
Foto: James Bailey



FIGURA 32. Mosquito Fungoso. Foto: Richard Leung

Ejemplo tabla de plagas manejo

Plaga	Mosquitos fungosos
Causa	<ul style="list-style-type: none"> • Atraído por los sustratos con una presencia muy grande de turba y/o solo materia orgánica parcialmente descompuesta. • Le favorecen los ambientes constantemente húmedos del suelo y los sustratos que no drenan bien.
Tipo de daño	<ul style="list-style-type: none"> • Los adultos ponen huevos en los sustratos y una vez que eclosionan, las larvas se alimentan de las raíces, causando daños sustanciales debajo del suelo, retraso del crecimiento, clorosis (amarillamiento del tejido foliar), marchitamiento repentino y un desarrollo de cultivos muy debilitado.
Medidas preventivas	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener trampas adhesivas amarillas en el invernadero durante la temporada de crecimiento puede ser útil para identificar la presencia de mosquitos fungosos, a diferencia de las moscas de la costa, que son atraídas por condiciones ambientales y del suelo similares, pero que no causan un daño significativo. Las trampas adhesivas amarillas, combinadas con una lente manual de aumento, son herramientas valiosas para identificar mosquitos fungosos, los cuales tienen un tamaño y partes del cuerpo similares a los mosquitos, comparados a las moscas de la costa, las cuales se parecen a las moscas. Aunque estas trampas capturarán algunos mosquitos fungosos entre sus cultivos, no proporcionarán un control total. Por el contrario, le darán la información que necesita para comenzar a intervenir. • Limite la cantidad de materia orgánica no descompuesta en el suelo y el tiempo de riego para permitir fluctuaciones húmedas/secas.
Nivel de tolerancia	<ul style="list-style-type: none"> • Muy bajo
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Gnatrol: una cepa de Bt que ataca las larvas del mosquito fungoso, interrumpiendo su alimentación de la raíz y su reproducción. • NemAttack: un nematodo beneficioso, <i>Steinernema feltiae</i>, que parasita las larvas de mosquito fungoso, también impide que la larva del mosquito se alimente de la raíz o que se reproduzca.
Cultivos más vulnerables	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticamente todos los cultivos iniciados en el invernadero son vulnerables, si el sustrato y sus prácticas de riego crean un ambiente favorable para los mosquitos fungosos.

Tratamiento/Intervención

Como último recurso, use controles químicos orgánicos aceptables o agentes de control biológico que se dirijan específica y selectivamente al problema de plagas o enfermedades que está tratando de controlar. Seguir tantas estrategias como sea posible e intervenir a tiempo puede reducir en gran medida las pérdidas y aumentar la eficacia de los insumos que los agricultores orgánicos tienen a su disposición.

La siguiente tabla proporciona una referencia para reconocer las plagas (en este ejemplo, mosquitos fungosos) y determinar qué pasos tomar para tratar y prevenir mayores daños. Visite casfs.ucsc.edu/about/publications/guías-de-agricultor/pdf-en-espanol/plagasyenfermedades.pdf para obtener una tabla más detallada de plagas comunes en la Costa Central, que incluye los hongos causantes del damping off, pulgones, moscas blancas y ratas (ver ejemplo en la página anterior).



FIGURA 33. Trampas adhesivas amarillas unidas a bandejas de plástico y colocadas a nivel del suelo o entre el follaje de los cultivos vulnerables; le serán de gran ayuda en el monitoreo de plagas.
Foto: Abby Huetter



FIGURA 34. Trampas adhesivas amarillas, vistas de cerca. Foto: Christof Bernau

RECURSOS ADICIONALES

Ball Redbook: Greenhouses and Equipment (*Invernaderos y equipo*), por Chris Beytes y Jim Nau. Ball Publishing, 2011.

Garden Insects of North America: The Ultimate Guide to Backyard Bugs, por Whitney Cranshaw and David Shetlar. Universidad de Princeton, 2017.

Greenhouse BMP Manual (*Manual del invernadero de Mejores Prácticas de Manejo*), compilado por Tina Smith y Paul Lopes. Extensión de la Universidad de Massachusetts, 2010. ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/book/pdf/greenhousebmpfb.pdf

Greenhouse Crops and Floriculture Program Fact Sheets (*Hojas de datos del programa de cultivos de invernadero y floricultura*). Extensión de la Universidad de Massachusetts. extension.umass.edu/floriculture/fact-sheets/organic-greenhouse-production-and-resources

Greenhouse IPM: Sustainable Aphid Control (*Invernadero IPM: control sostenible de los áfidos*), por Lane Greer. ATTRA, 2000. attra.ncat.org/product/greenhouse-ipm-sustainable-aphid-control/

Greenhouse IPM: Sustainable Thrips Control (*Invernadero IPM: control sostenible de los Thrips*), de Lane Greer and Steve Diver. ATTRA, 2000. attra.ncat.org/product/greenhouse-ipm-sustainable-thrips-control/

Greenhouse IPM: Sustainable Whitefly Control (*Invernadero IPM: control sostenible de la mosca*

blanca), por Lane Greer. ATTRA, 2000. attra.ncat.org/product/greenhouse-ipm-sustainable-whitefly-control/

Integrated Pest Management (*Manejo Integrado de Plagas*). UC Davis. www.ipm.ucdavis.edu

Integrated Pest Management for Bedding Plants: A Scouting and Pest Management Guide. (*Manejo integrado de plagas para plantas en camas: Una guía para el monitoreo y manejo de plagas*). New York State IPM Program publication 407, 1999.

Integrated Pest Management for Floriculture and Nurseries (*Manejo Integrado de plagas para floricultura y viveros*), por Steve Dreistadt. Universidad de California, Agricultura y Recursos Naturales, publicación 3402. ipm.ucanr.edu/IPMPROJECT/ADS/manual_floriculture.html

Integrated Pest Management for Greenhouse Crops (*Manejo integrado de plagas para cultivos de invernadero*), por Lane Greer y Steve Diver. ATTRA, attra.ncat.org/product/integrated-pest-management-for-greenhouse-crops/

Pests of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide (*Las plagas del huerto y la pequeña granja: una guía del productor para usar menos pesticidas*), por Mary Louise Flint. Universidad de California, Agricultura y Recursos Naturales, publicación 3332, 2018.

Plug and Transplant Production for Organic Systems (*Producción de trasplantes tapones para*

sistemas orgánicos), por Lane Greer y Katherine L. Adam. ATTRA, 2005. attra.ncat.org/product/plug-and-transplant-production-for-organic-systems/

Plug and Transplant Production: A Grower's Guide (*Producción de trasplantes tapones: Una Guía del Agricultor*), por Roger C. Styer y David S. Koranski. Ball Publishing, 1997.

Potting Mixes for Certified Organic Production (*Sustratos para producción orgánica certificada*), por George Kuepper, Kevin Everett y Luke Freeman. ATTRA, 2018. attra.ncat.org/product/potting-mixes-for-certified-organic-production/

Resource Guide for Organic Insect and Disease Management (*Guía de recursos de Cornell para el manejo orgánico de insectos y enfermedades*), por Brian Caldwell, Eric Seaman, Anthony Shelton, and Christine Smart. Universidad de Cornell, 2013. web.pppmb.cals.cornell.edu/resourceguide.

Sustainable Small-Scale Nursery Production (*Producción sostenible de viveros a pequeña escala*), por Steve Diver, Lane Greer y Katherine L. Adam. ATTRA, 2008. attra.ncat.org/product/sustainable-small-scale-nursery-production/

Teaching Organic Farming and Gardening: Resources for Instructors (*Manual de agricultura y jardinería orgánica: recursos para instructores*), editado por Martha Brown, Jan Perez y Albie Miles. 2015. Consulte la Unidad 1.3: Propagación, Gestión de invernaderos para obtener detalles sobre el manejo de invernaderos.

Producción orgánica y sustentable de almácigos: una guía para agricultores principiantes de cultivos especializados por Christof Bernau y Kellee Matsuhi-Tseng, con contribuciones de Peter Shaw. Editado por Martha Brown y Erin Foley. Traducción por José Montenegro y Patricia Irigoyen.

Centro de Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles (CASFS), Universidad de California, Santa Cruz. Esta información fue desarrollada para agricultores de cultivos especializados y se basa en las prácticas utilizadas en la granja UCSC. CASFS es un programa de investigación, educación y servicio público en UC Santa Cruz. Obtenga más información en casfs.ucsc.edu, (831) 459-3240. Las Guías adicionales para agricultores están disponibles en línea en casfs.ucsc.edu/about/publications.

Esta publicación fue apoyada por el Programa de Subsidios de Bloques de Cultivos de Especialidad en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) a través del Subsidio 17-0275-029-SC. Su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa necesariamente los puntos de vista oficiales del USDA.

Créditos de las fotografías, página 1: Abby Huetter. Ilustraciones en las páginas 2-5, 17: Laura Vollset.

CASFS

The CENTER for
AGROECOLOGY
& SUSTAINABLE
FOOD SYSTEMS

1156 High Street
Santa Cruz, CA 95064
casfs@ucsc.edu
casfs.ucsc.edu