

Capítulo 9

Producción de hortalizas bajo invernadero

Utilización de una unidad de captación, acumulación, y aprovechamiento de aguas lluvias

Pablo Lobos Rodríguez Ingeniero Agrónomo, INIA

Barbara Vega Candia Ingeniero Agrónomo, INIA

Jorge Carrasco Jiménez Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA

[9.1] Introducción

El cultivo de hortalizas y flores bajo invernaderos, facilita una mayor diversificación productiva, porque permite obtenerlas fuera de temporada, con una mayor precocidad al acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos, mediante una atmósfera interior controlada, además de aumentar los rendimientos. Los invernaderos utilizan y aprovechan la radiación solar de una forma eficiente, la cual es absorbida, reflejada y transmitida al interior de ellos, de acuerdo a los diversos materiales que lo componen.

La radiación que traspasa la cubierta y que llega al interior del invernadero, una parte de ella es absorbida por el suelo, lo que permite un aumento de la temperatura en el interior del mismo. Otra parte es absorbida por las plantas, y de esta un porcentaje es reflejado hacia la atmósfera. La radiación que es absorbida, tanto por el suelo como por las plantas, se devuelve al invernadero como radiación térmica, lo cual permite que la temperatura al interior del invernadero se mantenga alta y superior a la que existe fuera de él, incluso en los días nublados o de noche.

En marco del proyecto “Mejoramiento de la resiliencia al cambio climático, para la pequeña agricultura de la Región de O’Higgins”, la captación de aguas lluvias y su aprovechamiento

en un invernadero de 40 m², se incorporó como una estructura que permite, a los pequeños agricultores, la producción de hortalizas para el autoconsumo, aprovechando el agua acumulada de las precipitaciones caídas durante los meses de invierno, creando así un sistema que proporciona alimentos saludables y sanos, a la vez de generar un ingreso a los agricultores.

El presente documento, se basa de acuerdo a la experiencia personal de los autores, desarrollada en trabajos conjuntos con agricultores y técnicos nivel PRODESAL, como a través de los distintos proyectos, de producción hortícola, desarrollados por INIA.

[9.2] Aspectos generales de un invernadero

Como se describe en el Capítulo 8 del presente documento, es necesario, antes de construir e instalar un invernadero, considerar los diferentes factores que inciden en la producción de hortalizas, como lo son la ubicación, la orientación y su diseño.

Uno de los elementos importantes a considerar, es la ubicación del invernadero. Es recomendable elegir un lugar donde el suelo presente condiciones físicas y de fertilidad óptimas, con buen drenaje, y que además el terreno donde se pretenda ubicar esté idealmente nivelado.

Otro punto importante a considerar, para la construcción de un invernadero, es elegir un lugar protegido, donde no existan vientos que pudiesen dañar el plástico del mismo, pero que sea suficiente para ventilar su interior. Además, un lugar protegido evita la circulación de animales o aves que puedan dañar el polietileno, o que puedan ingresar al interior de él pisoteando las hortalizas establecidas, o utilizándolas como alimento. Esto último, refleja la importancia de las medidas adicionales que debe tomar el agricultor para proteger los invernaderos del acceso de animales.

En relación al riego, este será administrado dependiendo de las aguas lluvias acumuladas, mediante el sistema de cosecha de aguas lluvias descrito en los capítulos del presente manual técnico, además del agua de norias u otras fuentes que el productor incorpore al sistema productivo, como complemento a las aguas colectadas de las precipitaciones. Los aspectos de diseño y estructura, se encuentran descritos en el Capítulo 11.

[9.3] Manejo de temperaturas y humedad en el invernadero

Es importante, en la producción de hortalizas bajo invernadero, el mantener un control de la temperatura en el interior de él. Para ello, es esencial manejar a lo menos un termómetro en el interior del invernadero, ya sea analógico o digital, que registre temperaturas mínimas y máximas. Como complemento, es recomendable disponer de un higrómetro, que permite medir la humedad relativa al interior del invernadero, además de un termómetro de suelo, para complementar las lecturas del termómetro ambiental. Las lecturas de temperatura ambiental, deberían oscilar entre 15 – 25 °C y las del higrómetro entre 35 y 75% HR.

Para el manejo de la temperatura al interior del invernadero, se recomienda ventilar el invernadero cada día, abriendo las lucarnas, o ventanas altas,

o subiendo el plástico del mismo, permitiendo así el flujo de aire al interior de ellos. De esta forma, se evitan los excesos de humedad y las altas temperaturas, que afectarían el desarrollo de las hortalizas.

La apertura de lucarnas y ventanas de un invernadero, es recomendable hacerlas durante la mañana, considerando que este permanecerá temperado por la radiación del día. El cierre de lucarnas y ventanas, debe hacerse siempre antes de la puesta de sol, para evitar que la radiación que se acumuló durante el día se disipe, enfriando así el invernadero.

El eficiente manejo de los factores de temperatura y humedad al interior de un invernadero, traerán como consecuencia mayores rendimientos y mejor calidad de las hortalizas producidas, además de una menor incidencia de plagas y enfermedades, y una disminución en los costos de producción.

Dentro de las nuevas tecnologías desarrolladas, existen ciertas sustancias o aditivos que se aplican al plástico polietileno, que otorgan propiedades únicas, haciéndolos más resistente a las heladas. Otras como sistemas antigoteo, o de difusores de riego, que hacen más eficiente el riego tecnificado, disminuyendo la pérdida de agua. También existen sistemas, que permiten controlar ciertas especies de plagas, al evitar el paso de la luz visible para los insectos, lo cual afectará su visión alterando sus hábitos alimenticios y reproductivos.

[9.4] Organización de Cultivos

Para conseguir el éxito en la producción de hortalizas, se recomienda organizar la siembra y plantación de las especies hortícolas, a través de la rotación de cultivos. La técnica de la rotación de cultivos, consiste en alternar especies de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes, en un mismo terreno y con distintos ciclos de desarrollo de ellas. De esta forma, se evita que el suelo se vea afectado en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, se controla en mejor forma las malezas, y se mantienen controladas las plagas y enfermedades, que afectan a las plantas.

El uso de rotaciones en la producción de hortalizas, permite romper los ciclos de vida de las plagas y enfermedades, además de mejorar la estructura del suelo. Esto último, aumenta la capacidad de retención de humedad y la aireación del mismo, consiguiendo con ello un aumento de la sustentabilidad agrícola.

A continuación, se propone la producción de cuatro especies de cultivos hortícolas, las cuales están incorporados dentro de un programa de rotación de ellas.

Los cultivos propuestos, por su preferencia en los mercados locales, son los siguientes especies hortícolas:

- Tomate
- Lechuga
- Pimiento
- Pepino

Los invernaderos propuestos, para el autoconsumo de la agricultura familiar campesina, haciendo un aprovechamiento de aguas lluvias, cuentan con una superficie de 40 m², razón por la cual, en esta propuesta, cada especie a establecer dispone de un total aproximado de 10 m² para su desarrollo. No obstante, para una situación real, se debe considerar el tránsito a través de pasillos.

Con esta forma de rotación, siguiendo los punteros del reloj para la ubicación de las especies hortícola en el terreno, una misma superficie del invernadero se repite con el mismo cultivo al 5° año. Es decir, si la rotación se inició con Pepino el año 1 en el primer espacio de terreno, al 5° año se repite este cultivo en la misma ubicación, además de establecer tomate, pimiento y lechuga en la misma superficie donde se ubicaron estos cultivos el año 1.



Figura 9.1. Invernadero de 40 m², que incorpora una rotación de cultivos hortícola. Sector La Aguada, Comuna de Navidad.

[9.5] Esquema de rotación de cultivos

AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4	
Pepino	Tomate	Pimiento	Pepino	Lechuga	Pimiento	Tomate	Lechuga
Pimiento	Lechuga	Lechuga	Tomate	Tomate	Pepino	Pepino	Pimiento

[9.6] Establecimiento y preparación de suelo

Antes de establecer el cultivo, es necesario conocer las condiciones físicas y químicas del suelo, por lo cual, es necesario realizar un análisis del mismo, a la profundidad 0 a 30 cm. Este debe indicar la cantidad de nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo, tanto macro y micronutrientes, además de proporcionar información sobre el pH del suelo, conductividad eléctrica, y el porcentaje de materia orgánica que este contiene. En lo posible, tomar una muestra de suelo, que incluya terrones en la profundidad indicada, para determinación de densidad aparente y textura, en un laboratorio de suelos (Carrasco y Riquelme, 2013). Estos parámetros físicos de suelos, indicarán la posible presencia de problemas de compactación, que pudiesen complicar el crecimiento de las raíces de las plantas, al verse afectada la infiltración del agua de riego, que pudiese llegar a acumularse superficialmente en el terreno, generando problemas de mal drenaje y con ello anoxia en la zona de raíces de las plantas.

Para análisis de fertilidad de suelos, se debe tomar una muestra de suelo en el área donde serán cultivadas las especies seleccionadas. Para esto se extraen 10 submuestras de diferentes partes del invernadero, a una profundidad máxima de 30 centímetros. Se depositan en un balde, y se mezcla la totalidad de la tierra depositada en él, para luego tomar una muestra de aproximadamente 1 kg, la cual se guarda en una bolsa plástica con una rotulación que indique el lugar del muestreo, agricultor propietario, profundidad, cultivo anterior, fecha de muestreo, además de quien tomó la muestra. Posteriormente, antes de 48 horas se envía esa muestra de suelos al laboratorio, para los análisis correspondientes.

Si se considera que el invernadero es una estructura fija, que permanecerá durante varios periodos productivos, es necesario aplicar enmiendas orgánicas al suelo, como guanos



Plantines de lechuga



estabilizados, que permitan la acumulación y disponibilidad de materia orgánica y nutrientes a lo largo de los años, además de asegurar la presencia de microorganismos benéficos del suelo. De acuerdo a lo anterior, es necesario realizar año a año aplicaciones de guanos maduros, como ejemplo, los guanos de aves y ovinos son una buena fuente de materia orgánica y nutrientes, pero la elección de uno u otro dependerá de la disponibilidad de ellos en la zona. Finalmente estos deben ser incorporados al suelo utilizando un equipo motocultivador.

En cuanto al mullimiento del suelo, en la preparación del mismo, este debe generar un tamaño de terrones que permita el establecimiento, germinación de semillas, y la emergencia de los plantines. Si se trata de plantas, los terrones deben tener un tamaño que permita una adecuada unión entre el suelo y las raíces, de manera que no se vea alterado el almacenamiento de agua y nutrientes.

Además, se debe considerar una humedad adecuada para la preparación del suelo, debido a que las labores se dificultarán si no presentan una condición óptima o “condición friable”. En la práctica, la condición friable se reconoce al tomar el suelo con la mano y conseguir que este se disgregue fácilmente al ser presionado, sin dejar restos adheridos en ellas, es decir alcanzando una estructura granular. Un suelo muy húmedo se adhiere a la mano, incluso se puede moldear, y en el caso opuesto, de contener poca humedad, se forman terrones que cuesta disgregarlos.

En suelos muy húmedos se afecta la tracción de la maquinaria agrícola, al aumentar el patinaje y crecer los requerimientos de potencia. Además, labores realizadas en suelos con excesiva humedad, suelen resultar desfavorables, porque las partículas disgregadas con la labor, tienden a amasarse y cementarse con el secado.

[9.7] Fertilización y nutrición

La fertilización será exclusiva para cada cultivo a establecer, dependiendo la cantidad de nutrientes que posea el suelo. Esto, de acuerdo al análisis de fertilidad que se describió anteriormente. De esta forma se podrá dosificar la cantidad de fertilizante a aplicar, de manera correcta.

La dosis de fertilizante que se debe aplicar no solo depende de la cantidad existente en el suelo, sino que también de los requerimientos de la especie a cultivar, y de su rendimiento potencial.

Para una mejor comprensión, el mejor método para conocer la cantidad requerida de fertilizante es la ecuación racional de fertilidad conocida como el de demanda – suministro.

$$Dosis = \frac{\text{Demanda de nutriente} - \text{Suministro de nutriente}}{\text{Eficiencia de la aplicación}}$$

La demanda del cultivo corresponde a la cantidad de nutrientes que extrae un cultivo, para obtener un rendimiento económicamente rentable, en un determinado sistema productivo. El suministro es la cantidad de nutrientes disponibles, que pueden ser extraídos por las plantas desde suelo. El suministro son todas las entradas a favor de nutrientes, que pueda aprovechar el cultivo, como fertilizantes, enmiendas orgánicas (guanos u otros) e incluso el agua de riego, la cual dependiendo de su origen, puede traer una cierta cantidad de algunos nutrientes.

En cuanto a la eficiencia de la aplicación, corresponde a la fracción de fertilizante, del total aplicado, que queda localizado en el área de superficie fertilizada.

Entonces, para calcular la dosis que se debe aplicar, se pueden presentar 3 escenarios posibles:

- Que el suministro sea menor a la demanda.
- Que el suministro sea igual a la demanda.
- Que el suministro sea mayor a la demanda.

En el primer caso, en el cual el suministro sea menor a la demanda, se deberá aplicar una dosis de corrección de fertilizantes, considerando que el suelo no será capaz de suplir el requerimiento del cultivo. Para esto se realiza una serie de cálculos, los cuales serán descritos más adelante para cada uno de los cultivos seleccionados.

El segundo caso, cuando el suministro es muy cercano o igual a la demanda. En este caso, se aplicará solo una dosis de mantención para compensar la extracción de nutrientes que realizará el cultivo, durante su ciclo productivo.

El último escenario, cuando el suministro es mayor a la demanda. El aporte del suelo será mucho mayor al que necesita el cultivo, por lo que se podría optar por no fertilizar o realizar una dosis de mantención mínima. Esta condición se da en suelos muy fértiles, por una condición natural, o porque se ha hecho una aplicación continua de nutrientes al suelo en el tiempo, que le ha permitido alcanzar un alto nivel de fertilidad en el mismo.

En cuanto a los nutrientes que requieren los cultivos, existen 16 elementos esenciales para el correcto desarrollo de las plantas, existiendo dos grupos en los cuales se clasifican los nutrientes, de acuerdo a las proporciones que lo requieren los cultivos. Estos son los macronutrientes (requerido en mayores proporciones) y los micronutrientes (en menor proporción), sin los cuales no se puede completar el ciclo vegetativo de las plantas, ya que, la deficiencia de cualquiera de ellos afectará sus procesos fisiológicos, y con ello, su desarrollo. Todos los nutrientes son esenciales para el crecimiento óptimo del cultivo.

Entre los macronutrientes se encuentra el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S). Los micronutrientes son: Boro (B), cloro (Cl), cobre, (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). Cada nutriente cumple un rol clave en la planta, además de ser necesarios para mantener una adecuada fertilidad del suelo.

Fertilizar adecuadamente un cultivo es importante, porque la alteración de los niveles normales de los nutrientes, incide directamente en el desarrollo del mismo. Además, un cultivo bien fertilizado, presenta una menor incidencia de plagas y enfermedades.

Macronutrientes		
Nitrogeno N	Fósforo P	Potasio K
Magnesio Mg	Calcio Ca	Azufre S
Micronutrientes		
Boro B	Cloro Cl	Cobre Cu
Manganeso Mn	Molibdeno Mo	Zinc Zn

La forma más tradicional de incorporar los nutrientes al suelo, es mediante la aplicación de fertilizantes granulares, estos últimos se pueden aplicar de distintas formas; al voleo sobre la superficie a cultivar, en la línea de siembra o plantación, o directamente al suelo a través de la fertirrigación. Sin embargo, la incorporación de guano al suelo o enmiendas orgánicas, también permiten suplir las necesidades nutricionales de los cultivos, además de mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo.

La posibilidad de incorporar los nutrientes mediante la fertirrigación, a través del riego por goteo, es un método más eficiente, permitiendo además una reducción importante de los costos de aplicación. La fertirrigación, consiste en aplicar a la planta, el fertilizante disuelto en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente, para que cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante. Utilizando este método se alcanza casi un 100% de eficiencia en su aplicación.

[9.8] Riego

Optimizar el uso del agua, siendo este un recurso escaso y saber aplicar riegos de manera oportuna, es vital para el desarrollo óptimo de las plantas. Como se describió en el capítulo anterior, para conocer cuándo y cuánto regar, es necesario conocer diversos factores que dependerán del cultivo, y de las condiciones climáticas de la zona.

Para una producción de hortalizas bajo invernadero, se recomienda utilizar cintas de riego de polietileno, las cuales son más económicas y tienen una duración de 2 años aproximadamente. Lo ideal es la instalación de 2 cintas por mesa de cultivo, las cuales permitirán lograr una mayor zona húmeda.



Lechuga y repollo en invernadero

[9.9] Manejo Integrado de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que puedan afectar a los cultivos que son establecidos bajo invernaderos, deben ser monitoreados constantemente, debido al rango favorable de temperaturas que se presentan permitiendo su rápida proliferación y diseminación. Su detección temprana permitirá tomar medidas de control más efectivas y a tiempo.

El manejo integrado de plagas y enfermedades es una estrategia que utiliza diferentes técnicas de control, ya sea biológica, culturales, físicas y químicas, para evitar o reducir la incidencia de estos factores negativos en el cultivo.

Control Físico: Consiste en instalar barreras físicas que impidan la entrada de las plagas al interior del invernadero. Por ejemplo, malla anti áfidos o bandas pegajosas a lo largo del invernadero.

Control Biológico: Se utiliza generalmente organismos antagonistas a las plagas y enfermedades que podrían aparecer, como lo son insectos benéficos, parasitoides, hongos endopatógenos, etc. También se incluyen en esta categoría trampas de feromonas.

Control Cultural: Son las labores que modifican las condiciones que favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades, como rotación de cultivos, deshojes, laboreo del suelo, incorporación de materia orgánica, etc.

Control Químico: Utiliza productos agroquímicos, como forma de control de plagas y enfermedades. Sin embargo, su uso indiscriminado provoca trastornos en el equilibrio natural de un sistema productivo y posibles residuos tóxicos para el consumo.

Al igual que la fertilización, tradicionalmente se realizan aplicaciones de agroquímicos por calendario, desconociendo si existe una real incidencia de alguno de estos factores y si es económicamente viable el control. Es por ello que, es necesario concientizar a los productores que el control químico sea la última opción como

medida de control de plagas y enfermedades, ya que en muchas ocasiones, solo utilizan productos como los carbamatos y organofosforados, los cuales generan un impacto negativo, tanto ambiental como para la salud de quienes los aplican y consumen los alimentos agrícolas.

En cuanto a las enfermedades que puedan aparecer en el invernadero, se debe identificar las plantas se encuentran afectadas, y si es posible aislarlas. Existe un número importante de enfermedades difíciles de reconocer, siendo algunas muy parecidas entre sí en los síntomas que manifiestan las plantas. La mayoría de las veces, se requiere la asesoría técnica de un profesional especialista, que sea capaz de reconocer la enfermedad que está atacando el cultivo, para que entregue una recomendación de las medidas que se deben tomar para el control del patógeno. Existen laboratorios que realizan análisis de plantas, los cuales pueden llegar a determinar el agente que se encuentra afectando el cultivo.

El concepto de **Agricultura Sostenible, es una alternativa utilizada para el control de plagas y enfermedades, que buscan promover la biodiversidad de los agroecosistemas, al sustituir los plaguicidas químicos por un manejo natural**, además de productos orgánicos alternativos. Uno de los principios, que se pueden incorporar a este tipo de manejo, es el fortalecimiento de un sistema de control ecológico de plagas y enfermedades,



Figura 9.2. Banda floral asociada a cultivo de melón, producido al aire libre, para la atracción de agentes polinizantes. Centro Regional INIA Rayentué.



Figura 9.3. Asociación de pepino con lechuga bajo invernadero. Predio Sra. Verónica Cornejo. Región de O'Higgins.

y para ello, se debe realizar una planificación de una estrategia de control y manejo, como por ejemplo, la atracción de enemigos naturales, rotaciones que reduzcan la presión de hongos del suelo, uso de cultivos trampa, y un adecuado sistema de riego, que no favorezcan la aparición de plagas y enfermedades que se ven favorecidas en ambientes de alta humedad.

Para la atracción de enemigos naturales, es posible establecer bandas florales (**Figura 9.2**) que generan olores, que resultan atractivos a la entomofauna existente, además de ofrecer polen, néctar, refugio y presas. Muchos de los enemigos naturales, requieren de carbohidratos y proteínas, que si nos las encuentran en los cultivos existentes migran hacia otros lugares, donde puede suceder que sufran problemas de desorientación, perdiéndose en el camino de regreso al cultivo. Es por ello, que los enemigos naturales no solo encuentran refugio en las bandas florales, sino también presas para su alimentación, especialmente cuando escasean en los cultivos establecidos.

Otro de los principios que se puede incorporar, es la estimulación de la máxima diversidad de los agroecosistemas, por ejemplo, la asociación de cultivos, en donde los problemas de plagas son menores que en los monocultivos, ya que, las plantas emiten sustancias que atraen a las plagas. Al existir un cultivo único, de la misma especie, mayor será la atracción de ellas.

En los cultivos asociados, se promueve que coexistan diferentes especies, propiciando con ello que el ataque de las plagas disminuye. Esta técnica, desde el punto de vista del control de insectos, es ventajosa para los sistemas de producción de hortalizas bajo invernadero, donde se tiene un espacio reducido, el cual se puede aprovechar asociando, por ejemplo, una plantación de tomate con lechuga, o de pepino con lechuga (**Figura 9.3**).



Beneficiaria

[9.10] Fichas técnicas de hortalizas en invernadero

A continuación, se presentarán fichas técnicas de las cuatro especies hortícolas, consideradas en la rotación propuesta, con los manejos necesarios recomendados, para alcanzar una exitosa producción de hortalizas en invernaderos.

[9.11.1] Tomate

[9.11.1.1] Requerimientos del tomate y labores previas al establecimiento

Antes de comenzar con el establecimiento y como se describió anteriormente, se debe realizar la toma de muestra para análisis de suelo, el cual permitirá conocer la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, el contenido de materia orgánica y el pH. Además, permitirá planificar que fertilizantes se requieren a lo largo de la temporada. El pH óptimo del suelo, para un buen crecimiento del tomate, debe oscilar entre los 5,8 y 6,5. Si el terreno posee un pH del suelo menor, con aplicaciones de guano y de carbonato de calcio cada año, ese pH se puede mejorar para llevarlo, en cuatro a cinco temporadas, a la condición óptima indicada.

En cuanto al requerimiento de temperaturas, el tomate se desarrolla entre los 18° y 30°. Se debe tener cuidado con las temperaturas inferiores a los 10°C, ya que originan problemas de desarrollo de las plantas, con frutos pequeños o deformes.

Respecto a la humedad relativa, debe oscilar entre el 60% - 80%. Por sobre este rango de humedad, se favorece el desarrollo de enfermedades, se reduce la fecundación y provocan aborto floral. Además, es recomendable, si previamente existía tomate establecido en la temporada anterior, realizar un análisis de nematodos al suelo. Un terreno que no ha sido cultivado con hortalizas anteriormente, no debería presentar problemas de presencia de nematodos, que pudiesen afectar el cultivo de tomate a establecer.

En una rotación de cultivos hortícolas, cada dos a tres años es recomendable tomar con pala 8 a 10 submuestras de suelo, entre los 20 y 30 cm de profundidad, las cuales se depositan en un balde, para posteriormente mezclarlas durante un minuto, y de esa mezcla obtenida se toma una muestra de 1/2 kg, que se lleva a laboratorio para análisis de nematodos. Este proceso, también permite obtener una muestra de 1 kg, que se llevará a un laboratorio de fertilidad para la determinación de nutrientes del suelo, y obtener a partir de él una recomendación de fertilización para el cultivo de tomate.

Para un pequeño productor, es posible producir sus propias plantas, mediante la realización de almácigos o comprarlas en algún vivero especializado. Dependiendo de la alternativa seleccionada, en las comunas del secano de la Región de O'Higgins, es importante planificar el trasplante para el mes de julio a agosto, por lo cual las semillas se deben sembrar con 1 mes previo a la fecha de trasplante, o en el caso de comprarlas se debe programar con anticipación la producción de ellas, como su envío al lugar donde se realizará la plantación.



Figura 9.4. Cultivo de tomate de crecimiento indeterminado bajo invernadero.

[9.11.1.2] Preparación de suelos

El laboreo del suelo se describió anteriormente, y tal como se mencionó, es importante agregar enmiendas orgánicas que mejoren las propiedades del suelo, como lo son el guano o compost. Lo importante es utilizar un guano maduro, semi descompuesto, para evitar problemas de toxicidad en las plantas que se vayan a establecer.

En el caso de la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo, nunca se debe utilizar guano fresco, cerca de la fecha de siembra o plantación de hortalizas, porque el amoníaco y sales que pueda contener el guano afectará la emergencia de las semillas, o el establecimiento de los plantines, pudiendo llegar a pérdidas de semilla o plantas.

[9.11.1.3] Fertilización de tomate

De acuerdo con el análisis de suelo, se debe solicitar una recomendación de fertilización para el cultivo del tomate. En cuanto a los requerimientos de nutrientes de plantas de tomate por tonelada de fruta producida, se determinó que los coeficientes de extracción de nutrientes (kg/t) del tomate en invernadero fueron: 2,6, 0,5, 3,9, 1,6 y 0,4 para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente.

De acuerdo con ello se debe realizar la fertirrigación del cultivo, es decir aplicando fertilizantes solubles a través del riego por goteo, cada 15 días o en forma mensual, según la recomendación del técnico que asesore al productor.

El tomate, es un cultivo que necesita altas dosis de potasio en el momento de la fructificación del fruto, para otorgar color, sabor y calibre. Otro nutriente indispensable es el calcio, el cual permite proporcionarle firmeza al fruto.

El calcio es un elemento que tiene una movilidad muy baja en el suelo, motivo por el cual es necesario hacer las aplicaciones de este nutriente, cuando se realiza el último rastreo,

en la preparación de suelos, o cuando recién comienza la fase de floración del tomate. No se recomienda, durante la fructificación, porque la planta en esa etapa de desarrollo no hará extracción del nutriente.

[9.11.1.4] Trazado de camellones de plantación

Para el establecimiento del cultivo de tomate, se deben construir camellones de plantación de un ancho de 0,6 a 0,7 metros, distanciados a 1,5 metros, uno del otro. De preferencia, se recomienda realizar esta labor con un equipo acamellonador.

[9.11.1.5] Instalación del sistema de riego y fertirrigador de tomate

Se colocan 2 líneas de cintas de riego por hilera y se instala el equipo fertirrigador. Este último puede ser por sistema Venturi, o aprovechar la misma succión de la bomba para la incorporación de los fertilizantes.

[9.11.1.6] Colocación de plástico mulch

Con el fin de controlar malezas, mayor aprovechamiento del agua y obtención de frutos más limpios, se recomienda instalar plástico en cada camellón (color humo o color naranja). Adicionalmente, este plástico "mulch" permite un óptimo control de malezas, porque es una barrera física a la emergencia y crecimiento de ellas, además de evitar, por su color, la llegada de luz a la superficie del camellón, con lo cual las malezas que lleguen a emerger no crezcan. Una vez instalado el mulch, se realizan las perforaciones en donde se trasplantarán los tomates, con una distancia entre uno y otro de 20 a 25 cm.

[9.11.1.6] Plantación del tomate

Previo a la plantación o trasplante, es necesario regar el suelo asegurando una buena disponibilidad de agua para el cultivo. Posteriormente se realiza la plantación del tomate, donde las plantas deben ser enterradas hasta el cuello de la raíz. Como recomendación, al momento del trasplante, se debe verificar que las plantas se encuentren en buen estado, con raíces sanas de color blanco. Plantas que presenten deformaciones, raíces grises o algún daño, deben ser retiradas del proceso de plantación.

[9.11.1.9] Riego de tomate

Como regla general, se debe ir monitoreando el suelo, para revisar si la humedad está llegando a las raíces. En forma práctica, esto se consigue realizando una pequeña calicata, utilizando para ello una pala, y como las raíces del tomate no son profundas, bastará con una profundidad de 30 cm. Se debe regar de acuerdo a la textura de suelo, si esta es arenosa se debe aplicar riegos más constantes, en cambio en suelos arcillosos, se deben realizar riegos más distantes. El tomate presenta su fase crítica en el momento de crecimiento y llenado de fruto, por lo que un desbalance hídrico y falta de agua en esta etapa de desarrollo, provocará una alta influencia en la producción, tanto en la cantidad como calidad del fruto.

[9.11.1.10] Manejo de temperaturas de tomate

Es fundamental mantener cerrado el invernadero durante la noche y durante gran parte del día, para evitar pérdidas de temperatura en el interior de él. En el cultivo del tomate bajo invernadero, la temperatura y la humedad del ambiente es la que mayormente influye en el desarrollo del cultivo. En períodos de alta temperatura, como los meses de diciembre-enero-febrero, se debe ventilar el invernadero, para bajar las temperaturas, pero en un rango que vaya entre los 21 y 24°C.

Temperaturas críticas

Daño y desarrollos	Temperatura
Se produce daño por helada	-2°C
Detención del desarrollo	10 – 12°C
Desarrollo normal de la planta	18 – 25°C
Mayor desarrollo de la planta	21 – 24°C
Germinación óptima	25 – 30°C

Para reducir las temperaturas en el interior del invernadero, a fines de primavera y en verano, este se debe mantener ventilado abriendo la lucarna y levantando el plástico. Con ello se favorece el flujo de aire en el interior del mismo. En cuanto a la humedad, con la ventilación esta se reduce, y con ello se evitan posibles ataques de hongos, al follaje de las plantas.

Estado fenológico		Temperaturas
Desarrollo	Diurno	23 – 26°C
	Nocturno	13 – 16°C
Floración	Diurno	23 – 26°C
	Nocturno	15 – 18°C
Maduración		15 – 22°C

Las temperaturas presentan valores referenciales, ya que la interacción de otros factores repercute de diversas formas. Altas temperaturas y baja humedad, pueden provocar aborto floral y baja viabilidad del polen.

[9.11.1.11] Control de malezas de tomate

Es necesario realizar un control mecánico y/o manual entre hileras, además de la postura del "mulch" de plástico, sobre los camellones de plantación. Se debe evitar la emergencia de plántulas de malezas, en los puntos de crecimientos de las plantas de tomate. No se recomienda el uso de herbicidas, ya que por el tamaño de la superficie ésta puede ser trabajada solo en forma manual.

Por un lado, el mulch de plástico, además de controlar malezas, permite aumentar la temperatura en cada hilera de plantación del tomate, con lo cual se favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por otro lado, además reduce la evaporación del agua de riego, en la línea de plantación.

[9.11.1.12] Tutorado, poda y deshoje de tomate

El tutorado tiene la función de mantener la planta erguida, mejorando la aireación general

de ella, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Se amarra con hilo de polipropileno, sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (anudado o sujeto mediante anillos de polipropileno) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. De acuerdo con el crecimiento se va sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta un segundo alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios.

En cuanto a la poda de los tomates, se recomienda podar las plantas de tal forma de contar con solo un tallo principal removiendo los brotes laterales, llamados comúnmente "chupones". Cada "chupón" se formará en el punto donde nace cada hoja del tallo principal, por encima del pecíolo de la hoja.

Si se permite que todos los "chupones" crezcan y produzcan frutas, aumentará la cantidad total de frutas, pero esta será de menor tamaño y de calidad inferior. Es más recomendable que el productor genere un tallo principal en las plantas, que conduzcan los frutos, que serán de mayor tamaño, más uniformes y de mayor calidad.

El corte de los chupones, se debe realizar una vez a la semana. Se aconseja dejar uno a dos "chupones" más pequeños en la parte superior de la planta. Así, si la planta es dañada y la punta de esta se quiebra, se puede dejar que uno de estos chupones crezca y se transforme en la punta de dicha planta. Se debe eliminar los chupones mayores a una pulgada.

Se deben eliminar las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta al interior del invernadero, será necesario tratar con pasta fungicida cada uno de los cortes.

[9.11.1.13] Raleo de frutos de tomate

La poda de los racimos, mejorará el tamaño y la uniformidad de los frutos. Esto implica eliminar la fruta más pequeña de los racimos, dejando solo tres a cinco de las mejores. Para ello, es necesario eliminar antes, la fruta con malformaciones.

[9.11.1.14] Polinización de tomate

La polinización al interior del invernadero es uno de los puntos críticos, ya que, las flores deben ser sacudidas, para que su polen sea arrastrado por el viento o insectos polinizadores. En general, al interior del invernadero no se dispone de las condiciones adecuadas para que se realice una buena polinización, ya que se ha observado que la incorporación de abejas no ha generado cambios significativos. Sin embargo, se ha solucionado este problema mediante el uso de tecnologías como sopladores de aire, aspersion de agua pulverizada sobre las flores, vibraciones de los tutores de alambre, aplicaciones de agroquímicos, y una de las formas más exitosas la utilización de colmenas de abejorros, de la especie *Bombus terrestris*.

Es recomendable la utilización de abejorros, ya que son una alternativa más económica y de más fácil monitoreo. Además, al contrario de lo que se cree, los abejorros no son agresivos y permiten trabajar al interior del invernadero sin el mayor riesgo de picaduras, cosa que si ocurre con las abejas.

El establecimiento de bandas florales, como se mencionó anteriormente, no solo atrae enemigos naturales, sino que también agentes polinizantes como abejas, mariposas, y *Bombus terrestris*. Esto las hace aún más económicas, ya que solo se hará un gasto en el establecimiento de flores que atraerán a enemigos naturales, que controlen la plaga del cultivo, además de atraer a agentes polinizantes.



Figura 9.5. (a) Atracción de *Bombus terrestris* en banda floral con la especie *Zinnia* y, (b) atracción del insecto benéfico con la especie floral *Cosmos bipinatus*.

En el caso de la utilización de agroquímicos para suplir la polinización, se recomienda aplicarlos en forma dirigida a los racimos florales, cuando estos lleguen a tener 3 a 4 flores abiertas, repitiendo el tratamiento cuando exista la presencia de nuevas flores abiertas, no tratadas.

[9.11.1.15] Manejo de plagas de tomate

Control cultural: Se debe preparar el suelo, para exponer a las pupas invernantes de insectos que se encuentran enterradas y así conseguir que se deshidraten y mueran. También es aconsejable eliminar malezas aledañas al invernadero, que son reservorios de pupas invernantes.

Control biológico: Se recomienda preservar enemigos naturales que ejercen control sobre huevos y larvas, como las especies de dípteros de la familia *Tachinidae*.

Una de las alternativas para generar el control biológico, es el establecimiento de bandas florales y para el caso del control de plagas en tomate como mosca blanca o polilla del tomate, se recomienda la especie floral caléndula. Esta flor, atrae a un insecto denominado *Tupiocoris*, el cual pertenece a la familia *Miridae*, que se comporta como un enemigo natural de estas plagas. La recomendación, es ubicar estas bandas florales fuera del invernadero **(Figura 9.6)**.



Figura 9.6. (a) Establecimiento de flor caléndula por fuera del invernadero de tomates y (b) flor de caléndula.

Para el caso específico de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), existe otra alternativa de control que es la utilización de cultivos trampas, esto es, ubicar al interior del invernadero plantas de berenjena, que generan la atracción de la mosca blanca, por lo que las aplicaciones de plaguicidas se realizan en este cultivo y no en el tomate. Esto además de darle al productor la producción de otro cultivo, que genera un aumento en sus ingresos.

Control químico: Existen diversos insecticidas en el mercado que pueden ser utilizados para el control de las plagas más incidentes en el tomate. Sin embargo, siempre es recomendable utilizarlos como última opción, en las dosis que indica la etiqueta y sin abusar de ellos.

Mosquita blanca: Es recomendable realizar el control, en el caso de aparición de ejemplares o signos de ataque como debilitamiento de las plantas, o por deterioro de la calidad de frutos por secreciones azucaradas, que originan el hongo de la fumagina. Se recomienda el uso de Imidacloprid al 35% via foliar durante el período de post trasplante hasta botón floral, en dosis de 20-30 cc/100 litros de agua. Se realizará una segunda aplicación de Imidacloprid al 20% desde el período vegetativo botón floral hasta la madurez de frutos en dosis de 50- 100cc/100 litros de agua. Este producto también controla polillas y presenta un período de carencia de 3 días.

Dentro del manejo agroecológico, la utilización de biopreparados es la alternativa a los productos químicos, que es una práctica que se puede complementar con el control biológico. Para el control de mosca blanca, es posible utilizar jabón potásico, en dosis de 2 cc/litro de agua, cada 7 días.

Polilla del tomate: Realizar el control en caso de aparición de signos de ataque como puntos de crecimiento de brotes, racimos florales o frutos, donde forman galerías desde el extremo peduncular, en ese caso aplicar Flubendiamina al 48% vía foliar en dosis a 100-125 cc/100 L. agua desde el período de cuaja hasta madurez.

Otra alternativa para el control de larvas minadoras, ácaros, trips, pulgones y mosquita blanca puede

ser Abamectina al 1,8% en dosis de 50 - 70 cc/100 L de agua. En caso de utilizar abejorros para la polinización, este producto no es recomendable ya que es tóxico para las abejas.

Junto con esto, se debe tener en cuenta los resguardos pertinentes, que debe tener el operador y aplicador de todo tipo de plaguicidas, haciendo uso de mascarillas, filtros, antiparras y, trajes adecuados para su protección y aplicación.

[9.11.1.16] Manejo de enfermedades de tomate

Como se ha descrito durante el desarrollo del presente capítulo, la aparición de enfermedades al interior de un invernadero, se condiciona por la alta humedad y temperatura. De acuerdo a esto, la mejor alternativa para prevenir la aparición de estas es el monitoreo de las condiciones de estos factores. A la vez, la incorporación de materia orgánica y microorganismos al suelo, permite que los cultivos enfrenten en mejor forma las enfermedades que les puedan afectar.

Tizón tardío: Produce manchas de tipo húmeda en hojas jóvenes, cuya cara inferior muestra manchas de color verde violáceo con un borde blanco. En los frutos las manchas son de color café a verde oliva, terminando en bolsas de agua. Para el control de ambas condiciones de presencia de tizón, se deben realizar aplicaciones con Metalaxil al 10%, mezclado con Mancozeb al 48%. Es recomendable iniciar las aplicaciones en forma preventiva, cuando existan condiciones, de temperatura y humedad, favorables a la enfermedad. Repetir a los 7-10 días, en dosis 1,5 kg /ha.

Moho gris: causada por *Botrytis cinerea*, se manifiesta con pudrición y caída de tallos, como de brotes, además de pudrición de frutos. Para su control se recomienda, una adecuada aireación del invernadero, y control químico con Tebuconazole 25 wp, a dosis de 125 g en cada 100 litros de agua, iniciando aplicaciones cuando se observen los primeros signos y/o síntomas, o de forma preventiva.

Verticiliosis y Fusariosis: producen marchitez y muerte de las plantas en forma progresiva. La verticiliosis produce caída de hojas en las plantas adultas, comenzando por las basales. La Fusariosis, mantiene los mismos síntomas, pero se diferencia con el ataque a un lado de la planta, con hojas con clorosis, atacando de preferencia a plantas adultas, como control aplicar Trifloxistrobina al 50% en estrategia preventiva cada 14 días. En caso de alta presión de estas enfermedades, se debe aplicar en intervalos de 7 - 10 días, realizando máximo dos aplicaciones por temporada.

Alternaria: En caso de aparición de alternaria, se recomienda aplicar Trifloxistrobina al 50% en intervalos de 7 - 10 días. Se efectúan como máximo dos aplicaciones por temporada.

Cangro bacteriano: Se presenta con fisuras en los tallos de color blanquecino, tornado a café, languidez en hojas nuevas y color café en los vasos conductores. En las plantas adultas, desecación y muerte de hojas, en frutos, manchas pequeñas superficiales, de centro rojizo y borde blanquecino. Para su control, es necesario realizar rotación de cultivo, repitiendo la plantación de tomate al quinto año, en la misma superficie.

Esclerotiniosis o moho blanco: Ataca plantas aisladas en forma eventual, y se controla con control químico preventivo utilizando fungicidas. Se puede aplicar Iprodiona al 50% en dosis de 1 kg/ha y repetir cada 10 a 15 días, si es necesario. Debe aplicarse desde la aparición del segundo ramillete floral.

Nematodos de nudosidades: Causa nudosidades radiculares, debilitamiento de planta y amarillos generalizada, su control obedece a labores de desinfección de suelo y labores de preparación de suelo adecuadas. Una de las técnicas que ha tenido una respuesta favorable en el control de nematodos y enfermedades de suelo, es la biofumigación.



Una alternativa de control agroecológica para *Fusarium* y nematodos, se encuentra en la **Biofumigación, que es una técnica que permite utilizar la materia orgánica (residuos agrícolas y guanos), así como los productos de su descomposición, en el control de los patógenos presentes en el suelo.**

Esta técnica consiste en incorporar al suelo especies Brásicas (repollo, por ejemplo), lo que conduce a la liberación de compuestos volátiles de Isotiocianato, lo que produce una acción fumigante al momento de la degradación. INIA ha realizado una serie de experiencias, utilizando la biofumigación, como una alternativa para el control de hongos y nematodos, resultando ser exitosa en la producción de Tomate bajo invernadero.

Es una técnica de costo relativamente bajo y de fácil aplicación, que puede ser de gran interés en cultivos de auto consumo o de bajo retorno económico, particularmente en producciones hortícola. Además, puede resultar una técnica interesante para aquellos productores que se dedican a la producción orgánica. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier tipo de materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente de la dosis y del método de aplicación.



Figura 9.7. Picado de residuos, tallos y hojas de especies hortícolas para iniciar el proceso de biofumigación. Región de O'Higgins, año 2020.



Figura 9.8. Instalación de las cintas de riego por goteo, para mantener húmedo el terreno donde se incorporaron los residuos para la biofumigación.



Figura 9.9. Tapado con cobertura de plástico polietileno de la superficie para biofumigación. Región de O'Higgins.

[9.11.1.17] Cosecha de tomate

En el momento de la cosecha, del 5 al 10% de los frutos deben poseer un color rosado o amarillo. En este momento, se maximiza la proporción de los frutos verde-maduros que pueden madurar y alcanzar la calidad aceptable.

Se debe seleccionar los frutos por calidad, humedad, y nivel de daño. Después de realizar una selección por defectos y color, los frutos se separan por tamaño, en varias categorías. La clasificación se puede hacer por diámetro, o por peso.

[9.11.1.18] Labores postcosecha de tomate

Después de dos temporadas de uso del plástico del invernadero, se debe realizar el cambio de este, para facilitar el manejo del ambiente al interior del invernadero, por posibles roturas que se pudiesen producir por efecto del viento. Además, se debe cambiar el plástico mulch, previo a la plantación de las hortalizas, para evitar problemas del manejo de las malezas, que compliquen el manejo de las plantas.

Si se desea hacer una desinfección de suelos por una alta incidencia de plagas o enfermedades perjudiciales, es recomendable incorporar al suelo especies del género Brassica, como repollo, coliflor, brócoli, repollo de Bruselas, picadas previamente, para realizar el proceso de biofumigación antes descrito. También se pueden aplicar productos desinfectantes como metam-sodio al 51%, el cual se debe aplicar a través del riego por goteo sobre los camellones de plantación, previamente arados y rastreados, y con el "mulch" de plástico instalado. La inyección del producto a través del riego por goteo se hace bajo el "mulch" de plástico, el cual mantiene las hileras de plantación con una mayor temperatura, favoreciendo así la gasificación del metam-sodio en el suelo, lo que permite un control de hongos, nemátodos, bacterias, e incluso semillas de malezas. De esta forma, se facilita la especie hortícola que se vaya a establecer en el terreno tratado.

[9.11.2.1] Lechuga

[9.11.2.2] Requerimientos de la lechuga y labores previa al establecimiento

La lechuga es un cultivo hortícola que es producido prácticamente en todo el mundo, el cual puede establecerse, tanto al aire libre, como en invernadero. Es una hortaliza de clima frío, con cierta tolerancia a heladas débiles, en sus estados iniciales, pero cerca de la cosecha es susceptible a quemaduras de las hojas externas. La temperatura óptima oscila entre los 15° y 18° Celsius. Bajo los 12°C la lechuga no presenta mayor crecimiento y con temperaturas continuas entre 18 a 24°C se produce un deterioro de la planta con cabezas más sueltas, y con una tendencia a la emisión de tallo floral, conocida como “subida”. Cada variedad de lechuga tiene diferentes requerimientos climáticos y se encuentran adaptadas a diferentes zonas, por lo cual, los datos antes presentados son referenciales.

Previo al establecimiento de las plantas de lechuga, y como se menciona en el desarrollo del capítulo, es necesario previamente realizar un análisis de suelo, para conocer las condiciones de fertilidad del mismo.

[9.11.2.3] Preparación de suelo de lechuga

Lo recomendable antes de construir el invernadero en una superficie de 40 m², es realizar la labor primaria de preparación de suelos, que corresponde a la aradura, con un arado cincel o escarificador, para remover y preparar el terreno, además de romper posibles capas de suelo que pudiesen estar compactadas. Se continúa con la labor de rastraje, para afinar la cama de siembra o de plantación, utilizando para ello una rastra de discos. Con esta segunda labor, se puede incorporar al suelo guano maduro, que puede ser de ave, de ovino, o de cualquier otro, y si se requiere un mayor mullimiento del suelo, se continúa con una segunda labor de rastraje.



Figura 9.10. Cultivo de lechuga bajo invernadero, en perfecto estado sanitario.

Para lo anterior, la labor puede ser realizada utilizando tracción animal, caballo y arado de vertedera, o mediante el uso de motocultivadores. Estos últimos equipos, permiten afinar la cama de siembra del terreno, si se trata de sembrar semillas pequeñas, como las de lechugas, o de preparar el suelo para el establecimiento de plantines de la especie hortícola deseada.

Al igual que en el caso de tomate, la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo nunca se debe utilizar guano fresco, cerca de la fecha de siembra o plantación de hortalizas, porque el amoníaco y sales que pueda contener el guano afectará la emergencia de las semillas o el establecimiento de los plantines.

[9.11.2.4] Producción de almácigos de lechuga

Para la producción de plantas de hortalizas, estos pueden iniciarse de dos maneras. Una de ellas es la siembra tradicional donde se establecen las semillas en el suelo, y la segunda iniciando el cultivo a partir de plantines, los que posteriormente se llevarán al terreno definitivo, a través de la operación definida como trasplante. Un plantín, corresponde a una planta ya establecida, con un sistema radicular parcialmente desarrollado.

Tradicionalmente, la producción de hortalizas se ha iniciado con plantas originadas de almácigos, que corresponde al espacio donde se siembran distintos tipos de semillas, bajo condiciones controladas, cuidando su desarrollo hasta que los plantines alcancen el tamaño adecuado, para

ser posteriormente trasplantados a otro lugar. Cuando se trasplanta un plantín al terreno de un invernadero o campo, estamos adelantando el tiempo de cultivo, condición fundamental, si se trata de producción de hortalizas primores.

Lo más recomendable es producir los plantines de lechuga en bandejas o speedling, de las cuales existe una variedad de modelos y calidades en el mercado, con diversos costos. La producción de plantas en speedling, tiene la ventaja de ser más eficiente, donde se puede lograr una cantidad precisa de plantas, además que estas pueden alcanzar un desarrollo más rápido y una calidad homogénea.

La producción de plantas en speedling, tiene la gran ventaja de que no existe estrés de los plantines, al momento del trasplante al terreno definitivo, porque estos se trasladan desde las bandejas con las raíces cubiertas por el sustrato donde se desarrollaron, por lo cual, se reduce la deshidratación. Entre las desventajas de este método se atribuye a que se requiere una mayor especialización de la mano de obra, mayor costo de materia orgánica (tierra de hoja), se requiere de riegos más frecuentes y, además, infraestructura para sostener las bandejas y cultivo de los plantines. Sin embargo, las ventajas lo hacen ser el método más adecuado y seguro, para la producción de ellos.

[9.11.2.5] Fertilización de lechuga

Al igual que para el establecimiento de los cultivos anteriores, para programar la fertilización de la lechuga, es necesario, antes de la plantación, realizar un muestreo de suelos a una profundidad de 20 cm. Para ello se toman con una pala, entre 10 a 12 submuestras, las cuales se depositan en un balde, se mezclan homogenizando el volumen de suelo acumulado y finalmente se extrae aproximadamente 1 kg de él, que se deposita y guarda en una bolsa plástica para llevarla a un laboratorio de fertilidad de suelos, donde se solicitará la determinación de macronutrientes, micronutrientes, pH, materia orgánica y

conductividad eléctrica.

Al momento de la entrega de resultados del análisis de fertilidad, se debe solicitar de ellos una recomendación de fertilización, para el caso del cultivo de la lechuga.

De acuerdo con ello, una vez establecidas las plantas del cultivo, se debe realizar la fertirrigación del mismo, es decir aplicar fertilizantes solubles a través del riego por goteo.

[9.11.2.6] Trazado de camellones, instalación de cintas de riego y colocación de mulch de lechuga

Para este cultivo se recomienda realizar camellones con la ayuda de un equipo acamellonador. Este último debe construir camellones de plantación de 70 cm de ancho, en el cual se pueda establecer un marco de plantación de 22 x 22 cm. Junto con esto se colocarán 2 líneas de cintas de riego, una a cada lado de las hileras de plantas, y se instalará el sistema fertirrigador, con el fin de entregar los nutrientes a través del riego por goteo.

Con el fin de controlar malezas, alcanzar un mayor aprovechamiento del agua y obtención de cosechas más limpias, se instalará plástico en cada camellón, siendo una práctica opcional, pero recomendada.

[9.11.2.7] Plantación de lechuga

Previo al trasplante, se debe verificar que las plantas no presenten pudriciones o enfermedades, y que las raíces de ellas estén sanas.

Para la plantación, se realizan perforaciones sobre el mulch de plástico, a una distancia de 22 cm x 22 cm, las cuales se deben efectuar en una línea, de manera de favorecer el paso del aire y la ventilación entre las plantas e hileras. Previo a la plantación, es necesario mojar el suelo donde quedará establecida la planta, la cual debe quedar enterrada hasta el cuello de la raíz.

[9.11.2.8] Manejo de temperaturas y humedad del invernadero

Para el manejo de la temperatura y humedad al interior del invernadero, es fundamental mantener cerrado el invernadero durante la noche y durante gran parte del día, para evitar pérdidas de temperatura en el interior de él. En el cultivo de la lechuga bajo invernadero, la temperatura y la humedad del ambiente no debe ser excesiva, por la proliferación de enfermedades del tipo fungosas. Las temperaturas recomendadas para su desarrollo, oscilan entre los 14 -18°, durante el día, y 5-8° por la noche.

Para reducir la temperatura en el interior del invernadero, a fines de primavera y en verano, este se debe mantener ventilando, abriendo y levantando el plástico. Con ello se favorece el flujo de aire en el interior del mismo. En cuanto a la humedad, con la ventilación, se reducen posibles ataques de hongos, como Botritis y Mildiú.

[9.11.2.9] Control de malezas de lechuga

El control de malezas, se recomienda realizarlo en forma mecánica y/o manual entre las hileras. La postura del "mulch" de plástico, sobre los camellones de plantación de las lechugas evita la emergencia de plántulas de malezas. No se recomienda la aplicación de herbicidas, ya que, pueden afectar al cultivo establecido.

[9.11.2.10] Manejo de plagas de lechuga

Se debe realizar en forma periódica el monitoreo de las plagas más importantes, como trips, larvas minadoras, mosquita blanca, pulgones a fin de evaluar el momento apropiado para su control, el cual puede ser biológico, cultural, físico o químico dependiendo de la gravedad del ataque de la plaga.

Una alternativa agroecológica para este cultivo, es el establecimiento de una banda floral con *Lobularia maritima* (*sin. Alyssum maritimum*), esta flor atrae a enemigos naturales que son los sírfidos (**Figura 9.11 B**) estos controlan principalmente los pulgones de este cultivo. Una característica, que hace a los sírfidos eficientes agentes de control de pulgones, radica en que las hembras adultas tienen la capacidad de detectar colonias de pulgones y depositar sus huevos muy cerca de ellos, asegurando con esto el alimento para su descendencia. Esta capacidad favorece una rápida reducción de las poblaciones emergentes de pulgones y otras plagas.

Experiencias exitosas en La Serena, Región de Coquimbo, han permitido disminuir de 10 a 1 aplicación de plaguicidas, en la temporada para su control.

[9.11.2.11] Manejo de enfermedades de lechuga

Al igual que el cultivo de tomate, es necesario



Figura 9.11. (A) Experiencia exitosa al aire libre del uso de banda floral de *Allisum*, en el cultivo de lechuga. **(B)** Sírfido en flor de *Allisum*. Fotografía Claudio Salas, INIA Intihuasi.

controlar las enfermedades solo cuando estas sean incidentes en el cultivo, y comiencen a causar un daño económico. Verificar y monitorear las temperaturas y humedad del invernadero, es la mejor opción para la prevención de enfermedades que afectan a las lechugas. De todos modos, es recomendable realizar una aplicación en forma preventiva y desinfectar las semillas con Captan al 80% o Folpet al 50% en dosis de 150 g por 100 kg de semillas. Este método permite controlar bacterias y hongos como antracnosis, botritis, mildiu y otras (*Phytophthora*, *Fusarium*, *Phyium*).

La lechuga al ser una hortaliza de hoja y de consumo inmediato, se debe evitar dentro de lo posible la utilización abusiva de agroquímicos, optando por la prevención y prácticas culturales. Dentro del manejo agroecológico, la utilización de biopreparados es la alternativa a los productos químicos, práctica que se puede complementar al control biológico. Por ejemplo, el purín fermentado de ortiga, donde se coloca 1 kg de ortiga fresca, en 10 L de agua, dejándola fermentar por 2 a 3 semanas. Cuando deja de producir espuma y el color es oscuro, está listo para ser utilizado. Para ello, se diluye en 20 L de agua para aplicar en hojas y, en 10 L de agua para aplicar alrededor de la planta y el suelo.

Estos biopreparados, estimulan el crecimiento y vigor de plantas jóvenes (**Figura 9.12**), haciéndolas más resistentes al ataque de áfidos, ácaros y enfermedades fúngicas.

[9.11.2.12] Cosecha de lechuga

La cosecha de la lechuga se hace de forma manual, después de 60 a 90 días de desarrollo de las plantas desde el trasplante, dependiendo de la estación del año y de las condiciones climáticas. Para esto se recolectan las lechugas y se cortan desde el cuello en horas tempranas de la mañana, cuando exista una mayor humedad y menor temperatura. Esto se realiza, para tratar de prolongar la turgencia de las hojas de lechugas, evitando así su deshidratación. Si se opta por cultivar las lechugas para auto consumo familiar,



Figura 9.12. Cultivo de lechugas en camas altas tratadas con biopreparados. Sector El Ciruelo, comuna de Pichilemu.

una alternativa viable es cosechar las lechugas por hojas, cada día.

[9.11.2.13] Labores de postcosecha en lechuga

Si es necesario aplicar un desinfectante es posible utilizar el método de biofumigación descrito en la sección del cultivo de tomates, o realizar la aplicación de un desinfectante químico del suelo. Es importante señalar, que la aplicación de bromuro de metilo, para la desinfección de suelos, es una práctica prohibida en la actualidad, porque está demostrado que este fumigante daña la capa de ozono.

[9.11.3] Pimiento

[9.11.3.1] Antecedentes, requerimientos del pimiento y labores previas al establecimiento

El pimiento es una planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de tamaño variable, entre los 0,5 y 2 m. El sistema radicular, se caracteriza por poseer una raíz pivotante y profunda, dependiendo de la profundidad y textura de suelo.

El pimiento es una hortaliza de estación cálida y sensible a las heladas. Las temperaturas nocturnas condicionan los procesos de floración y fructificación, teniendo directa relación con la cantidad de semilla y tamaños del fruto. Cuando las temperaturas diurnas superan los 35°C durante la floración se producen caída de flores, lo cual sumado a la baja humedad relativa ocasiona inviabilidad del polen. Por el contrario, temperaturas entre los 10 y 15°C, pueden ocasionar anomalías como pétalos curvos o múltiples ovarios.

La planta del pimiento también es muy demandante de luminosidad, sobre todo en estados de pleno desarrollo, sin embargo, la exposición demasiado alta radiación, provoca problemas de golpe de sol en los frutos.

Al igual que los demás cultivos de la rotación propuesta, es clave realizar un análisis de suelo que permita conocer las condiciones de nutrientes, pH y materia orgánica existente en el suelo.

[9.11.3.2] Preparación de suelo de pimiento

Es importante considerar que los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, con un contenido de materia orgánica de un 3 a 4%, y con buen drenaje. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7.

En la labor de preparación de suelos y la incorporación de enmiendas orgánicas, como guanos de ave, pueden ser incorporadas con

tracción animal o mediante el uso de moto cultivadores. Una vez realizado e interpretado el análisis de suelo, se puede definir una recomendación de fertilización base.

Previo a la plantación, se recomienda construir camellones de plantación de un ancho de 70 cm. distanciados a 60 cm. entre hileras, utilizando para ello un equipo acamellonador.



Figura 9.13. Planta de pimiento.

[9.11.3.3] Fertilización del pimiento

En cuanto a la nutrición, el pimiento es muy exigente en nitrógeno, durante las primeras fases del cultivo, decreciendo la demanda de este elemento hasta la maduración del fruto, tras la recolección de los primeros frutos verdes. Se debe controlar la dosificación a partir de este momento, ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos, además de complicar la postcosecha de ellos, por ser más susceptibles al ataque de hongos.

La máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el período de maduración de las semillas. La absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente.

El pimiento también es muy exigente en cuanto a la nutrición de magnesio, aumentando su absorción durante la maduración. Esta especie hortícola, no es tolerante a la acidez de los suelos, por lo cual, es fundamental conocer el pH del suelo, antes de iniciar el plan de plantación, porque ese parámetro, si es inferior a 5,5 nos indicará la necesidad de aplicar Carbonato de

Calcio al suelo antes del último rastraje para mejorar la condición de pH. Si se trata de un suelo de pH ácido, lo recomendable es mantener esta práctica antes del establecimiento de cada cultivo de la rotación, de manera de generar un aumento del mismo.

[9.11.3.4] Instalación de cintas de riego y colocación de mulch

Se recomienda colocar 2 líneas de cintas de riego sobre la hilera de plantación, e instalar el fertirrigador a fin de entregar los nutrientes a través del riego. Se utiliza el mulch plástico como controlador de malezas, además de facilitar un mayor aprovechamiento del agua y obtención de frutos más limpios. El color del mulch recomendado es el color humo.

Luego sobre el mulch de plástico, se realiza la práctica del perforado, en dos líneas en forma de zig-zag a una distancia de 40 cm, entre puntos de perforación.

[9.11.3.5] Plantación

En suelos con antecedentes de *Phytophthora sp.* es conveniente realizar una desinfección de ellos, previo a la plantación. Sin embargo, el pimiento establecido bajo una rotación de cultivos, que signifique repetir este cultivo en el mismo terreno, cada 4 años, la probabilidad de existencia de Phythopotora es baja. Además de esto, si no se hacen las plantas en almácigo, estas se deben adquirir en un vivero de prestigio, de manera de tener la seguridad de comprar plantas sanas, libres de enfermedades y en particular de este hongo del suelo.

Previo a la plantación, es necesario humedecer el suelo donde se establecerá la planta de Pimiento. Esta debe quedar enterrada hasta el cuello de la raíz.

[9.11.3.6] Riego

El riego para el cultivo del pimiento es crítico, ya que, es muy susceptible a variaciones hídricas, las cuales causan un estrés a la planta. Restricciones hídricas o de riego en etapas tempranas del ciclo del pimiento puede reducir la densidad de las raíces, el número de hojas y área foliar, y más tarde afectar la floración lo que producirá abscisión de flores. En etapas más avanzadas de maduración de frutos, variaciones drásticas en la humedad del suelo, pueden afectar problemas de absorción de calcio, lo que afectará la firmeza del fruto produciendo partidura o "cracking".

[9.11.3.7] Manejo de temperaturas y humedad ambiente del invernadero

Es fundamental mantener cerrado el invernadero durante la noche y durante gran parte del día, para evitar pérdidas de temperatura en el interior de él. En el cultivo del pimiento bajo invernadero, la temperatura y la humedad del ambiente es lo que mayormente influye en la cuaja de frutos.

Temperaturas óptimas

Germinación	20°- 25°C	
Crecimiento vegetativo	20° - 25°C (día)	16 - 18°C (noche)
Floración y fructificación	26 - 28°C (día)	18 - 20°C

Para reducir la temperatura en el interior del invernadero, a fines de primavera y en verano, se debe mantener ventilando, abriendo y levantando el plástico. Con ello se favorece el flujo de aire en el interior del mismo. En cuanto a la humedad, con la ventilación se reduce, evitando posibles ataques de hongos.



Pimientos

[9.11.3.8] Control de malezas

Realizar esta labor de forma mecánica y/o manual entre hileras. La postura del "mulch" de plástico, sobre los camellones de plantación del pimiento, evita la emergencia de malezas. No es recomendable la aplicación de herbicidas dentro del invernadero, porque el producto químico a aplicar puede dañar las plantas de pimiento establecidas.

[9.11.3.9] Poda de formación, tutorado, destallado y deshojado

La poda de la planta de pimiento, permite obtener plantas equilibradas, vigorosas y aireadas, para que los frutos no queden ocultos entre el follaje, complicando la maduración de ellos. Con esta práctica, se delimita el número de tallos con los que se desarrollará la planta, normalmente 2 o 3 formando una cruz. En el caso de ser necesario, se realizará una limpieza de las hojas y brotes que se desarrollen bajo la "cruz".

Cada uno de los tallos de formación, que se dejan a partir de la poda, se sujetan a la estructura del tutorado, con un hilo vertical que se va atando a la planta, conforme va creciendo.

A lo largo del ciclo del cultivo, se deben eliminar los tallos interiores de las plantas de pimiento, para favorecer el desarrollo de los tallos seleccionados en la poda de formación y, con ello, el paso de la luz y la ventilación de la planta. Esta poda no debe ser demasiado severa, para evitar la detención y reducción del crecimiento vegetativo, además de quemaduras en los frutos que quedan expuestos directamente a la luz solar.

En cuanto al deshoje, es recomendable realizarlo tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en las hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así posibles fuentes de inóculo de hongos.

[9.11.3.10] Raleo de frutos

Eliminar el fruto que se forma en la primera "cruz", con el fin de obtener frutos con mayor calibre, uniformidad y precocidad, así como con mayores rendimientos.

[9.11.3.11] Manejo de plagas

Se debe realizar, en forma periódica el monitoreo de las plagas más importante, como pulgón, mosquita blanca, araña roja, araña blanca, trips y otros. Esto, con el fin de evaluar el momento apropiado de aplicación de un insecticida.

Al igual que en tomate, una de las alternativas para generar el control biológico, es el establecimiento de bandas florales, y para el caso del control de plagas en pimiento como mosca blanca, se encuentra la especie floral Caléndula.

En lo que respecta a la utilización de biopreparados para el control de mosca blanca, se puede utilizar al igual que en tomate, jabón potásico.

[9.11.3.12] Manejo de enfermedades

Aplicar fungicidas y bactericidas en forma preventiva y curativa, para enfermedades fungosas y bacterianas, además de realizar manejos culturales adecuados contra ataques de virosis.

[9.11.3.13] Cosecha

Los precios y la demanda, por un lado, y las temperaturas, por otro, son los factores que van a determinar el momento y la periodicidad de esta operación, recolectando antes de su madurez fisiológica en verde o en rojo, según el interés del consumidor. Cabe señalar que el corte del pedúnculo debe ser lo más largo posible, para evitar la entrada de enfermedades en el ápice.

Pimientos verdes: Se debe considerar el tamaño, firmeza y color del fruto.

Pimientos de color, rojo o amarillo: Considerar en la cosecha un mínimo de 50% de coloración.

Dentro de los parámetros de calidad de los frutos se encuentran la uniformidad de forma, tamaño y color típico del cultivar, firmeza, ausencia de defectos, tales como grietas, pudriciones y quemaduras de sol.

[9.11.3.14] Labores de postcosecha

Al igual que los cultivos de tomate y lechuga, es recomendable realizar una labor de biofumigación del suelo, para eliminar posibles enfermedades o nematodos que puedan afectar los cultivos siguientes de la rotación. Es recomendable realizar esta labor en la tercera temporada del ciclo productivo del invernadero. También es posible realizar la aplicación de algún agroquímico, desinfectante de suelos, a través de las cintas de riego e incorporarlo al suelo.

[9.11.4] Pepino

[9.11.4.1] Antecedentes, requerimientos del pepino y labores previas al establecimiento

El pepino, es una especie que pertenece a la familia de las cucurbitáceas, que da origen a frutos frescos en primavera y verano. Es una especie que tiene altos requerimientos de temperatura para su desarrollo, la cual, se puede lograr en forma forzada, mediante un invernadero.

La temperatura óptima de crecimiento de los frutos del pepino, se encuentra entre los 18° a 28°C, siendo conveniente que durante la noche se mantenga sobre los 18°C. Además, el cultivo es muy susceptible a las heladas, por lo que, si no es bien resguardado en los días más fríos, es posible perder toda la producción.

En cuanto a los requerimientos de suelo, el pepino se adapta bien a suelos arcillosos y arenosos, siempre y cuando no presenten problemas de anegamiento y mal drenaje, a nivel de las raíces de las plantas. Este cultivo, es muy susceptible a suelos con problemas de mal drenaje, y con presencia de agua acumulada en la zona de raíces, la cual puede llegar a provocar caída de plantas y con un cultivo que no será capaz de producir. Esto, refleja la importancia de seleccionar adecuadamente el terreno, antes de planificar una plantación de hortalizas.

Como todo cultivo y, de acuerdo a lo expuesto en este capítulo, es necesario antes del establecimiento del pepino, realizar el respectivo análisis de suelo, para conocer las condiciones de fertilidad, materia orgánica, conductividad eléctrica, y pH del suelo.

[9.11.4.2] Preparación de suelo del pepino

Se realizará el movimiento del suelo y la incorporación de enmiendas orgánicas a través de esta labor, la cual puede ser incorporada con tracción animal o mediante el uso de motocultivadores. Un buen contenido de

materia orgánica en el suelo, irá en beneficio del crecimiento de los pepinos, permitiendo un mejor control de las enfermedades del suelo, como *Fusarium spp.*

[9.11.4.3] Fertilidad del pepino

En cuanto a la nutrición, es muy exigente en nitrógeno, fósforo y potasio, de acuerdo a un balance nutricional con todos los elementos que requiere la planta, esto debido a su débil desarrollo radicular y al rápido crecimiento de la planta. Es una planta tolerante a la salinidad, no así a la humedad. El pH óptimo para el desarrollo se encuentra entre 5,5 y 7.

El pepino requiere una buena disponibilidad de fósforo al comienzo del desarrollo del cultivo, dado a su pobre crecimiento radicular, por lo cual, también es susceptible a enfermedades que atacan a la raíz. En cuanto al desarrollo del fruto, se necesita un buen complemento de potasio, el cual le otorgará las calidades organolépticas al pepino, como color y sabor, además de otorgar un mayor calibre a los frutos. Para el desarrollo y crecimiento del fruto, el nitrógeno es un nutriente fundamental.



Figura 9.14. Cultivos asociados de pepino y lechuga bajo invernadero. Productora Verónica Cornejo. Comuna de Pichidegua

[9.11.4.4] Preparación de almácigos

Los almácigos se pueden realizar al interior del invernadero, en bandejas o speedling. También existe, para el productor de hortalizas, la posibilidad de comprar plantas, a empresas especializadas en la producción de almácigos de hortalizas, los cuales producen plantines de muy buena calidad sanitaria, y de la especie y cultivar solicitado por los agricultores.

Es aconsejable planificar con antelación el trasplante, además de elegir plantas de buena calidad, con raíces blancas y sanas que evidencian ausencia de pudriciones.

[9.11.4.5] Trazado de camellones y postura de mulch plástico

Se deben construir camellones de plantación de un ancho de 70 cm, distanciados a 50 cm entre sí, utilizando para ello un equipo acamellonador.

Con el fin de controlar malezas y alcanzar un mayor aprovechamiento del agua, además de lograr la obtención de frutos más limpios, se recomienda instalar plástico mulch en cada camellón (color humo). Sobre el mulch plástico, ya instalado, se debe realizar perforaciones, trazando una línea a una distancia de 20 a 25 cm entre una y otra. Estas perforaciones permitirán plantar la especie elegida.

[9.11.4.6] Plantación

Previo a la plantación, durante el mes de julio, es necesario mojar el suelo para lograr una humedad adecuada para el desarrollo de la planta. Esta debe quedar enterrada hasta el cuello de la raíz.

Es recomendable previo al trasplante, sumergir las bandejas o speedling en una solución de enraizante o bioestimulante, en dosis de 3 cc/ por litro de agua, utilizando tambores de 100 litros cortados a la mitad. Esta práctica permite mejorar el establecimiento y mejora las condiciones, para que las plantas se desarrollen de manera adecuada.

[9.11.4.7] Manejo de temperatura y humedad

Es fundamental mantener cerrado el invernadero durante la noche y durante gran parte del día para evitar pérdidas de temperatura en el interior de él. En el cultivo del pepino bajo invernadero, la temperatura y la humedad del ambiente son los factores que mayormente influyen en el desarrollo del cultivo.

Para reducir la temperatura en el interior del invernadero a fines de primavera y en verano, este se debe mantener ventilando abriendo y levantando el plástico. Con ello, se favorece el flujo de aire en el interior del mismo. En cuanto a la humedad, con la ventilación esta se reduce evitando posibles ataques de hongos al follaje de las plantas.

Etapa de desarrollo	T° Diurna	T° Nocturna
Germinación	27° C	27° C
Formación de la planta	21° C	19° C
Desarrollo del fruto	19° C	16° C

La humedad relativa óptima durante el día es del 60-70% y durante la noche del 70-90%. En cuanto a la luminosidad, el pepino crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), no obstante que también soporta elevadas intensidades luminosas. Una serie de trabajos reportados, han demostrado que a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción que se puede alcanzar.

[9.11.4.8] Control de malezas

El control de malezas, se debe realizar en forma mecánica y/o manual entre hileras. La postura del "mulch" plástico, sobre los camellones de plantación del pepino, evita la emergencia de plántulas de malezas. Al igual que los cultivos anteriores de la rotación, no se recomienda la aplicación de herbicidas, donde el manejo en forma manual puede mantener un adecuado y oportuno control de las malezas.

[9.11.4.9] Tutorado

El tutorado, tiene como función mantener la planta erguida, mejorando la aireación general de esta, y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. La planta se amarra con hilo de polipropileno, sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. De acuerdo al crecimiento, se va sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía principal y uno o varios brotes secundarios.

[9.11.4.10] Poda, destallado y deshojado

En el caso de dejar caer la planta tras pasar el alambre, para tomar los frutos de los tallos secundarios, se recomienda no despuntar el tallo principal hasta que este alcance unos 40 cm del suelo, permitiendo de esta forma el desarrollo de dos tallos secundarios, eliminando los demás. Se deben eliminar los brotes laterales, para dejar la planta con un tallo o eje de crecimiento, favoreciendo el crecimiento apical.

También es recomendable eliminar hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es muy alta, en el caso del destallado y deshojado, es recomendable aplicar un fungicida de forma preventiva, para evitar la entrada de hongos u otros patógenos.

[9.11.4.11] Raleo de frutos

Eliminar frutos de las primeras 7-8 hojas (60-75 cm), de forma que la planta pueda desarrollar un sistema radicular fuerte antes de entrar en producción. Estos frutos bajos suelen ser de baja calidad, pues tocan el suelo, además de impedir el desarrollo normal de la parte aérea y limita la producción de la parte superior de la planta. Frutos curvos, malformados y abortados deben ser eliminados.

[9.11.4.12] Manejo de plagas

Se debe realizar en forma periódica el monitoreo de las plagas, como pulgón, mosquita blanca, araña roja, araña blanca, trips, orugas. Esto con el fin de evaluar el momento apropiado de aplicación.

Dentro de las plagas de mayor incidencia en los pepinos en estos últimos años, se encuentra la larva minadora. Esta genera galerías en el interior de las hojas dejando un rastro blanco, quitando vigor y posteriormente secando el cultivo. Se puede controlar mediante la aplicación de Abamectina al 1,8 % en dosis de 70 cc/ 100 litros de agua. Otra forma de control es la aplicación de Ciromazina al 75%, este es un insecticida translaminar que ingresa al interior de la hoja y elimina la plaga, en dosis de 30 g por 100 litros de agua.

Los manejos agroecológicos para el control de esta plaga, es el establecimiento de cilantro, sembrándolo en las proximidades de los pepinos y por fuera del invernadero, considerando que este atrae a un enemigo natural llamado trichograma, que controla mosca minadora.

Otras precauciones que se deben tener para mantener controlada esta plaga son:

- Mantener un adecuado manejo del riego, fertilización y control de malezas, va a permitir la disminución del desarrollo potencial de la plaga.
- Evitar los cultivos como papa, haba, arveja, apio, porque son hospederos preferidos de *L. huidobrensis*, por lo tanto, estos cultivos no deberían estar cercanos, ya que, constituirán el foco primario de infestación del cultivo, potenciando el desarrollo de esta plaga desde temprano.
- Eliminar inmediatamente el rastrojo después de cosecha, evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos cercanos posteriores.
- Otro tipo de monitoreo que se puede agregar es el de las trampas adhesivas amarillas, porque son efectivas para monitorear a los estados adultos de la mosca minadora.

[9.11.4.13] Manejo de enfermedades

Para el manejo de enfermedades, se deben aplicar productos que permitan controlar enfermedades fungosas y bacterianas, además de realizar manejos culturales que eviten ataques de virus.

Una de las enfermedades que mayor incidencia tienen en los pepinos es el *Fusarium spp.* Este es un hongo que se encuentra presente en la mayoría de los suelos del país, el cual es muy agresivo atacando la raíz y cortando el flujo de agua hacia las hojas. Puede ser letal para todo el cultivo y diseminarse en pocos días en la superficie plantada. Para este hongo, las alternativas

de control pueden ser la biofumigación, labores culturales como rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica, la utilización de hongos benéficos como *Trichoderma*, que permiten mantener un control sobre *Fusarium* y no provocar pérdidas económicas en los cultivos hortícola.

[9.11.4.14] Cosecha

Se cosechan en diversos estados de desarrollo, para lo cual se corta el fruto con tijeras en lugar de arrancarlo. El período entre floración y cosecha puede ser de 55 a 60 días.

Referencias bibliográficas

Bello, M. y Pino, 2.000. Cálculos bases para fertirrigar. Boletín INIA N° 26. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. pp31.

Carrasco J., Jorge y Jorge Riquelme Sanhueza (eds.). 2010. Manejo de suelos para el establecimiento de huertos frutales. 128p. Boletín INIA N° 207. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile.

Contreras, Samuel; Kelly, Erick; Norero, Yordi. 2017. Manual del Cultivo de la Cebolla en la Región de O'Higgins. Santiago, Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Giacconi, V. y Escaff, 1994. M. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria S.A. ISBN 9789561115131. Santiago, Chile. pp 335.

Gil, P.; Barrera, C. y Escaff M. 2005. Rotación cultural y secuencia económica de hortalizas. Revista Tierra Adentro N° 61, marzo-abril. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. pp 42-45.

Gonzales, Valeska; Ardiles, Sergio; Sepúlveda; Rodrigo. 2014. Manejo Integrado de Plaga y Enfermedades (MIPE) en el cultivo de tomate bajo malla antiafido en el valle de Azapa. Region de Arica y Parinacota, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Ururi. Informativo N°89.

Gonzales, María Inés. 2004. Producción de Hortalizas en Invernaderos. Chillan, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Cartilla N°9. 24 p. Disponible en <http://www.inia.cl/proyectocadepa/documentos/CARTILLA9-p.pdf>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Manejo de Fertilidad del Suelo. 2017. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/FichasT/NR41300.pdf>

Larraín, Patricio. 2014. Manejo Integrado de Plagas (MIP) en Hortalizas de Hoja (lechuga, espinaca, acelga). Coyhaique, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi, seminario hortícola.

Pino, Teresa. 2018. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias La Platina. Boletín INIA N° 360. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40850.pdf>

Teuber, Osvaldo. 2001. Cultivo de Pepino en Ensalada en Aysen; Antecedentes generales, manejo tecnológico y cultivares recomendados. Coyhaque, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro regional de Investigación Tamel Aike. Informativo N°5 Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/tamelaike/Descargas/Cartilla%20Pepino%20de%20Ensalada.pdf>

Torres, Andrea. 2017. Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín INIA N° 12. Disponible en www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/12%20Manual%20de%20Tomate%20Invernadero.pdf

Urbano, P., 2015. Tratado de Fitotecnia General. 2ª Edición. Ediciones Mundi Prensa. Bilbao, España. pp 915.