El invernadero hortícola
Estructura y manejo de cultivos

Nora Francescangeli - Mariel Mitidieri
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro

INTA Ediciones

Colección RECURSOS

El invernadero hortícola
Estructura y manejo de cultivos

2da. Ed.

Nora Francescangeli - Mariel Mitidieri
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Buenos Aires Norte
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro

Esta publicación ha sido readecuada visualmente a las normativas actuales a requerimiento de la editorial. Los contenidos no han sido modificados o actualizados, sino que corresponden a la 2a edición de 2006. Todos los auspicios han sido retirados y las páginas que los contenían fueron dejadas en blanco intencionalmente.

2006

Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro.
Ruta Nacional 9. Km 170. CC 43. CP 2930. San Pedro, Buenos Aires, Argentina.
Telefax: +54-3329-424074/423321.
Dirección Electrónica: esanpedro@correo.inta.gov.ar
http://www.inta.gov.ar/sanpedro

Primera Edición : 1996
Segunda Edición : 2006

Editor Responsable de esta Publicación:
Comisión de Publicaciones de la EEA San Pedro

Diseño de Tapa, Arte y Diagramación:
Mariana Piola - Fedra Albarracin
EEA INTA San Pedro

Indice

El invernadero Pag. 1
- Estructura Pag. 5
- Cobertura Pag. 7
- Ubicación del invernadero Pag. 10
  - Cortinas rompevientos Pag. 11
- Orientación del invernadero Pag. 12
- Dimensiones del invernadero Pag. 12
  - Superficie expuesta del invernadero Pag. 14
  - Altura del invernadero Pag. 15
  - Forma y pendiente de la cubierta Pag. 17
  - Aberturas del invernadero Pag. 18
- Manejo del clima del invernadero Pag. 18
  - Técnicas de climatización en invierno Pag. 20
  - Técnicas de climatización en verano Pag. 22
  - Iluminación artificial de plantines Pag. 24
  - Intervención del hombre en el clima del invernadero Pag. 25
- Invernaderos Artesanales : dimensiones sugeridas Pag. 26
- Valor calorífico de los principales combustibles Pag. 28

Bibliografía consultada

Manejo del cultivo de tomate y pimiento Pag. 31
- Caracteristicas principales del tomate y el pimiento Pag. 32
  - Tomate Pag. 32
  - Pimiento Pag. 33
- Ciclos Pag. 36
- Prácticas culturales Pag. 38

Manejo de lechuga bajo cubierta Pag. 46

Cultivo primavero-estival de lechuga bajo cubierta Pag. 49

Solarización Pag. 44

Bibliografía consultada Pag. 52

Pag. 54

PRO HUERTA

PRO-HUERTA aborda la seguridad alimentaria mediante la autoproducción en pequeña escala de alimentos frescos.
Se promueven y acompañan modelos de huertas y granjas de autoconsumo a nivel familiar, escolar, comunitario e institucional.
Acompañamos procesos educativos para avanzar hacia la inclusión social y la equidad, poniendo la tecnología al alcance de todos y para mejorar la alimentación, desarrollar habilidades productivas y establecer mejores vínculos entre las personas y la naturaleza.
Cultivemos huertas y granjas orgánicas para lograr una alimentación sana y variada.

Si usted quiere hacer una huerta acérquese al INTA.

CRBAN

Mitre 299 (2930) San Pedro, Buenos Aires – Argentina
Telefax: (03329) 426375
e-mail: phcrban@correo.inta.gov.ar

INTA PLAN NACIONAL DE Seguridad Alimentaria *el hambre más urgente* MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL

El invernadero

El invernadero es una construcción que se caracteriza por poseer:

- Una cubierta transparente a las radiaciones necesarias para la vida de las plantas.
- Dimensiones apropiadas para las especies a cultivar y para que un hombre trabaje cómodamente en su interior.
- Un sustrato natural o artificial con provisión de agua.
- Aberturas que permitan intercambios de aire con el exterior
- Eventualmente, también se pueden agregar dispositivos para evitar valores extremos no deseados en los parámetros climáticos, por ej. calefactores o ventiladores.

Un invernadero presenta 2 partes bien definidas:

- una estructura
- una cobertura

Estructura

La estructura de un invernadero puede estar constituida por diversos materiales. Entre los más comunes se encuentran la madera y el metal.

Cuando se proyecta construir un invernadero, generalmente influye mucho en la decisión la inversión inicial, por lo que en nuestro país, la elección se inclina hacia la madera por su alta disponibilidad y menor precio.

Sin embargo, existe otra inversión, pocas veces considerada, que es el mantenimiento de la estructura: este costo en la madera es 5 veces superior al metal.

Un invernadero de madera, construido con postes bien estacionados, sin aristas que dañen la cubierta y donde se reduzca al mínimo el contacto alambres-polietileno, puede asegurar un período libre de mantenimiento de 1-2 años (variable) y una vida técnica y económica de 10 años.

Un invernadero metálico, construido con piezas bien galvanizadas, que aseguren una buena fijación de la cubierta, tiene

un período libre de mantenimiento no menor a 3 años y una vida útil de 25 años o más.

En ambos casos, el recambio de la cobertura debe hacerse cada 24-36 meses, en condiciones normales, aunque siempre deben considerarse los imprevistos: granizo, rasgados accidentales con maquinarias, voladuras, etc.

Los invernaderos metálicos son más luminosos que los de madera por tener menos elementos estructurales, y aunque presentan mayor conductividad térmica (se enfrían más rápidamente), compensan esta situación con un cierre más hermético de las aberturas.

En países y regiones templados del Sur de Europa, N de África e Israel, con gran tradición en cultivo de hortalizas en invernadero, los relevamientos indican un paulatino reemplazo de la madera por el metal, debido fundamentalmente a la disminución de costos provocada por la automatización de las empresas productoras.

En nuestro país, dada la menor inversión inicial, todavía la madera es el material más difundido, pero la introducción al mercado de empresas extranjeras, sumadas a la pequeña pero sostenida oferta de las nacionales, harán revertir la situación en los próximos años.

Relacionados con la estructura, existen cuatro elementos de fundamental importancia en cualquier invernadero:

- las puertas
- las ventanas
- las canaletas
- los zócalos

También forman parte de la estructura:

- los elementos para sujetar la cobertura
- los cimientos

Puertas:

Su función es facilitar el acceso de operarios y herramientas.

La puerta es un elemento que contribuye a la menor hermeticidad de la construcción. Se aconseja construir una puerta de dos hojas: una, fija, sólo permite la entrada de tractores o facilita la salida del producto cosechado. La otra, de uso permanente da paso a los operarios.

Las puertas deben cerrar muy bien y tener juntas lo más perfectas posibles para evitar infiltraciones de aire no deseadas.

Las puertas de los invernaderos abren hacia afuera (en algunas construcciones metálicas son corredizas) para no desaprovechar la superficie disponible para el cultivo. Deben contar con trabas seguras (especialmente en las construcciones de madera) para impedir su apertura accidental con las ráfagas de viento.

Ventanas:

Por ser las principales responsables de la ventilación del invernadero, las ventanas deben reunir dos requisitos básicos:

- que cierren bien, cuando se desea mantener el calor
- que abran bien, cuando se pretende ventilar

Una cuestión a determinar con relación a las ventanas, es la manera de abrirlas y cerrarlas.

Las ventanas siempre deben abrir hacia arriba, pues cuando cerradas, la superposición de la cobertura con el zócalo del invernadero, contribuye notablemente a su hermeticidad.

En las construcciones de madera, se sujeta el polietileno con tramas de alambre en zigzag o cuadrículas (contacto poco aconsejable para la vida del polietileno). En las de metal, debido al perfecto alineamiento de los arcos de la estructura, se utilizan barras rígidas que enrollan el plástico, accionadas manualmente o por motorcitos eléctricos (éstos pueden tener comandos manuales o automáticos a través de termostatos y/o anemómetros).

Cuanto más simple y barata sea la construcción, más complicados suelen ser la apertura y el cierre correcto de las ventanas y más remisos a estar pendientes de ellas serán los operarios encargados de su manejo.

En ocasiones, de la facilidad de estas operaciones depende la exposición prolongada de los cultivos al exceso de frío o de calor.

Canaletas:

En todas las estructuras, debe preverse la canalización y evacuación del agua de lluvia, para que no cause problemas en las proximidades inmediatas o incluso en determinados puntos del propio invernadero.

Los modelos de módulos dobles o múltiples, deben contar en las uniones de éstos, con canaletas de pendientes cercanas al 1%, con vertientes hacia ambos frentes en estructuras de 50 m o más.

En las estructuras metálicas las canaletas no representan un problema, son simples, seguras y eficientes. En modelos de más de 50 m son comunes las bajantes interiores entubadas.

En las estructuras de madera, la construcción y mantenimiento de las canaletas representan tal grado de dificultad, que explican, en muchos casos, la preferencia del productor por módulos simples a los dobles o múltiples.

Zócalos:

Cumplen dos funciones importantísimas: contribuyen a la hermeticidad del invernadero y protegen al cultivo recién trans-plantado de la acción directa del viento.

Los zócalos deben estar presentes en todo el perímetro y la altura más adecuada es de 70 cm desde el nivel del suelo (en los invernaderos destinados a cultivo de plantas en mesadas la altura del zócalo debe ser mayor).

Se construyen con el mismo material de cobertura que el resto de la estructura, excepto en algunos invernaderos metálicos que combinan polietileno y materiales rígidos.

Elementos para sujetar la cobertura:

Dado que la vida útil del polietileno puede ser, en las mejores condiciones, de unos 36 meses, mientras que la de las estructuras puede variar entre 10 y 25 años, según los casos; debe considerarse que, en promedio, un invernadero requerirá entre 4 y 6 recambios de la cobertura en su vida técnica y económica.

Por lo tanto, los elementos de sujeción de la cobertura deberán ser:

- Lo suficientemente efectivos para durar 36 meses, y
- lo bastante fáciles de manejar para permitir el cambio del plástico cómodamente.

En las estructuras de madera, existen múltiples sistemas de sujeción de la cobertura. Los más difundidos son el uso de alfajías que permiten clavar el polietileno a la estructura y la alternancia

arriba/abajo del plástico con respecto a los soportes del techo.

En las estructuras metálicas, se utilizan suplementos para la fijación del film a presión, todos basados en la combinación macho de plástico-hembra de acero o aluminio.

Estos perfiles se caracterizan por la ausencia de bordes agudos y para colocar el polietileno deben utilizarse herramientas no cortantes.

Cimientos:

De unos buenos cimientos depende la seguridad y duración de la estructura, así como su resistencia a las eventuales sobrecargas del viento.

La magnitud de los cimientos está dada en función de la importancia de la construcción, de la duración y de la seguridad que se pretenda obtener.

Los invernaderos artesanales de madera , generalmente no cuentan con ninguna base en la construcción. El enterrado de los postes a profundidades variables entre 0.7 y 1 m resulta eficiente, en zonas poco ventosas, para resistir las condiciones "normales" del clima.

Los invernaderos metálicos, por su mayor vida útil, siempre llevan cimientos: pueden ser zapatas individuales de hormigón o cimientos corridos a lo largo de los laterales.

Cobertura

Materiales

La cobertura es el elemento que ejerce la verdadera protección del cultivo. Ofrece una barrera a los factores atmosféricos adversos (frío, lluvias) y permite el aprovechamiento de los favorables (luz, calor).

Los materiales de cobertura deben asegurar estas funciones, a la vez que presentar resistencia física, duración e inalterabilidad suficientes para hacer rentable su utilización. De ellos se requieren dos características básicas:

- máxima transparencia a la radiación solar de onda corta
- máxima capacidad de retención de las radiaciones térmicas o de onda larga emitidas por el suelo, la cubierta vegetal y la estructura del invernadero

La combinación de estas dos propiedades (efecto invernadero) conduce a que en condiciones espontáneas (sin auxilio de un sistema de climatización), las temperaturas del interior superen a las del aire libre.

Los materiales utilizados para la cobertura de invernaderos son el vidrio y el plástico, cada uno de los cuales tiene sus ventajas y sus limitaciones.

Debido a su menor precio y propiedades térmicas cada vez más satisfactorias, los plásticos están reemplazando al vidrio en todas partes del mundo, especialmente en zonas de inviernos templados.

Los plásticos utilizados como cobertura de invernaderos pueden ser rígidos o flexibles:

Los rígidos se utilizan en algunas estructuras metálicas, para la construcción de zócalos y puertas: policarbonatos, cloruro de polivinilo (PVC), polimetacrilato de metilo y poliéster estratificado.

Dentro de los plásticos flexibles, el polietileno larga duración térmico (PE LDT) es el material más difundido en nuestro país como cobertura de invernaderos, ya que tiene inhibidores de las radiaciones ultravioletas, retiene las radiaciones de calor nocturnas (deja escapar sólo 15-18%) y difunde muy bien la luz incidente (55%). En Argentina se ofrece en el mercado en grosores 100, 150 y 200 micrones; siempre es preferible el PE más grueso, tanto en techo como en laterales.

En los últimos años han ganado mercado dentro de los plásticos flexibles, los materiales coextruidos y las coberturas especiales:

Materiales coextruidos: combinan una capa de polietileno LDT con otras de diversos materiales que aportan flexibilidad, resistencia al rasgado, propiedades antigoteo, etc.

Coberturas especiales: generalmente se trata de materiales coextruidos con propiedades fotoselectivas que actúan sobre la prevención de enfermedades o ataque de insectos, de acuerdo a la banda de color de luz que filtran. Ejemplo: cobertura antivirus: impide

el paso de luz ultravioleta que es "visible" para algunos insectos transmisores de virus; así estos insectos no "ven" en el interior del invernadero y no atacan.

Es importante tener en cuenta las medidas en que se comercializan los rollos al planear el diseño y dimensiones de un invernadero.

Montaje de la cobertura:

Para el montaje de la cobertura de plásticos flexibles, es importante tener en cuenta dos aspectos:

- el estado de los materiales: debido a pequeñas perforaciones o rasgados sometidos a la presión del viento, se producen daños casi irreparables en la cobertura. Hay que extremar los cuidados durante el transporte y desenrollado.
- la elección del momento: debe evitarse el trabajo en presencia de viento. En lo posible, elegir días con temperaturas medias a cálidas (25ºC) pues el exceso de frío (material muy contraído) o de calor (material muy dilatado) ocasionan problemas luego de finalizado el trabajo: formación de "bolsas" en días cálidos o rasgado del polietileno en días fríos.

Ubicación del invernadero

Con mucha frecuencia, las características de un terreno ya disponible determinan las del invernadero: orientación, exposición a los vientos, pendiente, composición del suelo y hasta dimensiones y formas.

Sin embargo, es mucho más razonable condicionar la elección del terreno a las exigencias de la estructura a construir, para lo cual es necesario tener en cuenta:

- ubicación del terreno
- pendiente del terreno
- calidad del agua disponible
- tipo de suelo
- dirección y velocidad de los vientos

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

Ubicación del terreno

Es necesario considerar la cercanía a diversos servicios, especialmente: provisión de agua para riego, vivienda del operario responsable de su manejo, red vial, comunicaciones y eventualmente, suministro de energía eléctrica.

Pendiente del terreno

La superficie ocupada por el invernadero debe estar bien nivelada, algo más alta que los terrenos circundantes y rodeada de zanjas o canales que permitan el rápido escurrimiento de las lluvias. Prestar especial atención en las zonas de drenaje de las canaletas del invernadero.

Calidad del agua

Debe garantizarse el abastecimiento y la calidad del agua necesaria para el riego. La mayoría de los cultivos bajo invernadero tienen requerimientos específicos en contenido de sales y pH y son sensibles a las aguas de mala calidad. El análisis de las aguas del establecimiento permite programar con eficiencia las acciones y manejo a seguir para su mejor aprovechamiento.

Tipo de suelo

Debe seleccionarse el de textura y pH más favorable para las especies que se deseen cultivar, que tenga calidad uniforme en toda su superficie, buen drenaje, equilibrado en elementos nutritivos, sin exceso de sales y con una flora microbiana benéfica. Un análisis de suelo (pH, materia orgánica, elementos minerales, etc.) previo a la construcción puede evitar futuros inconvenientes como enmiendas costosas, bajos rendimientos y productos de baja calidad.

Dirección y velocidad de los vientos

Debe buscarse la protección contra vientos no deseados, ya que su dirección y velocidad afectan en gran medida al invernadero; ejerciendo una acción mecánica (daños sobre la estructura y/o cubierta) e influyendo en el incremento de las pérdidas de calor.

En zonas no protegidas es necesario considerar la implantación de una cortina rompevientos.

Cortinas rompevientos

Cumplen con la doble función de morigerar los efectos de las ráfagas de viento sobre las estructuras y de mejorar el microclima de la zona que protegen.

Efectos físicos de las cortinas rompevientos:

1) *Reducción de la velocidad del viento*: ligado a su permeabilidad, su altura y la distancia a la zona que deben proteger. Las cortinas totalmente impermeables generan turbulencias sumamente peligrosas y protegen entre 7 y 8 veces su altura. Las que presentan un óptimo de porosidad (50% uniformemente distribuido) ofrecen corredores adecuados para el aire y protegen entre 10 y 12 veces su altura.

2) *Modificación de los intercambios de radiación*: por interceptar y reflejar parte de la radiación solar, durante el día provocan una distribución heterogénea de la luz. Sin embargo, durante la noche complementan este efecto reduciendo las pérdidas de calor de las zonas que protegen, inclinando positivamente el balance final. Si debido a la dirección de los vientos fríos la cortina se ubica en sectores desde donde proyecta sombra hacia el invernadero, prever una distancia entre éste y aquella igual o mayor a 4 veces la altura de la cortina.

3) *Modificaciones térmicas*: la combinación de la reducción de la velocidad del viento con los efectos sobre la radiación resulta en un incremento de las temperaturas diurnas y en una menor reducción de las nocturnas en las zonas que protegen.

4) *Modificaciones higrométricas*: la reducción de los movimientos de aire genera modificaciones en el contenido de humedad relativa del aire similares a las de la temperatura.

Efectos agronómicos de las cortinas rompevientos:

1) *Protección contra daños debidos al impacto del viento*: deshidratación, caída de flores, etc.

2) *Ganancia en precocidad*: resultado del aumento de temperatura en la zona protegida.

3) *Disminución del estrés hídrico*: por el aumento de la humedad relativa. Esto va asociado con mejores condiciones para el

desarrollo de enfermedades fúngicas si los invernaderos están mal ventilados.

4) *Aumento de los riesgos de heladas*: en caso de vientos moderados, las zonas protegidas sufren menores temperaturas que las expuestas.

Tipos de cortinas rompevientos

vivas: árboles adaptados a las condiciones locales, que alcancen más de 5 m (eucaliptos, casuarinas, álamos, cipreses, acacias, sesbania, opuntia, etc.).

inertes: formada con elementos naturales como cañas, paja, hojas de palmera, etc. Tanto su altura como su capacidad de protección son limitadas.

artificiales: redes de polietileno o de polipropileno, de mallas más o menos abiertas, vida útil máxima 4-5 años. Dado que no pueden enterrarse, soportan fuertes presiones de viento y requieren sofisticados anclajes cuando superan los 2 m de altura. Se recurre a ellas mientras se espera el crecimiento de una cortina viva.

.

Orientación del invernadero

En la práctica, cuando se proyecta la construcción de un invernadero, fundamentalmente la forma de la parcela y en segundo término, la dirección de los vientos fríos, determinan la orientación de la estructura.

Sin embargo, la orientación debe ser escogida de manera que permita la máxima captación de la energía solar durante los meses de invierno. Por lo tanto, debe ser considerada en combinación con la forma del techo y su pendiente.

La orientación del invernadero se denomina según la dirección de su eje longitudinal.

Mediciones registradas a más de 40º de latitud demuestran que la orientación E-O supera a la N-S en cuanto a la cantidad de luz

transmitida al cultivo durante el invierno. En primavera, la orientación prácticamente no tiene influencia sobre la cantidad de luz transmitida y en verano la N-S supera ligeramente a la E-O.

La luminosidad de un invernadero N-S es más uniforme, pues las sombras principales cambian de posición más rápidamente durante el día; y en el caso de varias estructuras adosadas, con la orientación E-O puede ser importante la proyección de sombra de una sobre la otra.

A pesar de la menor uniformidad, la mayoría de los autores recomiendan la orientación E-O en regiones donde la cantidad de luz invernal puede ser limitante para el cultivo de hortalizas, situación que se da en latitudes superiores a 25º - 30º.

Dimensiones del invernadero

Al elegir como sistema de cultivo: el invernadero, nuestro objetivo es brindar a las especies las condiciones más convenientes para su desarrollo. Muchas características de la estructura pueden ayudarnos a generar el microclima espontáneo más favorable en épocas de temperaturas críticas. Entre ellas se destacan:

Superficie expuesta del invernadero

Cuando se proyecta la construcción de un invernadero, es necesario tener en cuenta que la relación largo : ancho juega un rol muy importante en el microclima que se generará en su interior.

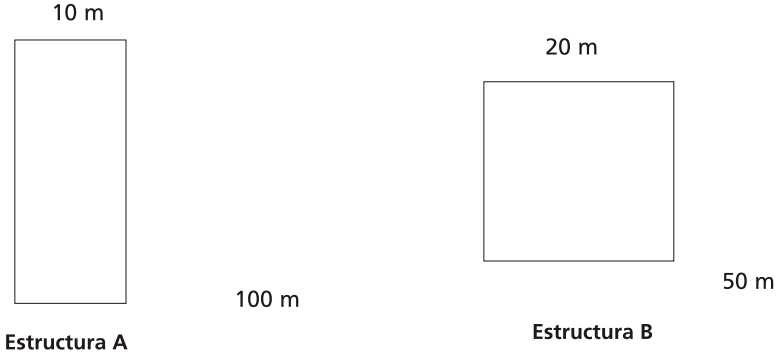
De esta relación depende la superficie expuesta del invernadero, o dicho en otras palabras, los m de paredes que están en contacto con el clima exterior.

Las pérdidas de calor del invernadero son directamente proporcionales a su superficie expuesta: cuánto mayor sea, más se enfriará el interior de la estructura en épocas de bajas temperaturas.

El siguiente ejemplo pretende clarificar el concepto:

Un invernadero que cubra una superficie de suelo de 1000 m^2

puede obtenerse tanto con una estructura de 10 x 100 m como con otra de 20 x 50 m:



Supongamos que ambos invernaderos tienen una altura lateral =2.5m

Si calculamos la superficie total de paredes, nos sorprenderemos al comprobar cuánto menor es el resultado en el caso de la estructura B:

	Estructura A	**Estructura B**
Frentes:	2 x 10m x 2.5m = 50 m^2	2 x 20m x 2.5m = 100 m^2
Laterales:	2 x100m x 2.5m = 500m^2	2 x 50m x 2.5x = 250 m^2
Sup.total paredes:	550 m^2	350 m^2

La superficie del techo, cualquiera sea el número de capillas y la pendiente de éstas, siempre supera levemente la superficie de suelo cubierta y no modifica la relación establecida para las paredes.

La diferencia en superficie expuesta entre las estructuras A y B (200 m), representa un 36% más de paredes en la estructura A.

Esto indica que ese invernadero será más frío en invierno: necesitará mayor potencia térmica para lograr la misma temperatura interior y demandará más combustible para calefaccionarse que la

estructura B. Además, su cobertura requerirá 36% más de polietileno.

Los efectos del largo y del ancho, así como la altura y la pendiente del techo sobre la superficie expuesta del invernadero se ilustran en curvas surgidas de distintas experiencias. Pueden resumirse así:

- si el largo es menor a 50 m la superficie expuesta aumenta notablemente.
- para un invernadero simple, anchos menores a 10 m resultan sumamente ineficientes para conservar el calor.
- la superficie expuesta aumenta con la pendiente del techo y con la altura de la estructura en menor medida que con la relación largo:ancho. Dados los beneficios que aportan las estructuras altas y con pendiente adecuada para captar más luz, no debe tenerse en cuenta la influencia de estas variables.
- un invernadero multimodular no debe exceder los 40 m de ancho para asegurar que la ventilación a través de los laterales y frontales sea suficiente.

Altura del invernadero

Debido a diversos condicionantes, desde disponibilidad de una medida estándar de postes hasta objetivos de estabilidad para la estructura, los modelos de invernaderos más difundidos en nuestro país son, en general, bajos; y los microclimas que se generan en ellos difícilmente resultan apropiados para los cultivos.

Una característica que definirá el clima interior es el volumen unitario del invernadero: es el cociente entre el volumen interior (m^3) y la superficie de suelo cubierta (m^2). Cuanto más alto sea este cociente, el invernadero tendrá una mayor inercia térmica: no se enfriará o calentará bruscamente.

Con igual altura a la cumbrera, los invernaderos de techo curvo siempre encierran más volumen interior que los de techo a dos aguas.

Se aconseja que el volumen unitario del invernadero en ningún caso sea inferior a 3; y la forma más apropiada de obtener valores mayores es aumentando la altura de la estructura.

De experiencias y registros obtenidos en diversos centros de investigación, han surgido recomendaciones sobre dimensiones más apropiadas; que se han tomado como base para redactar normativas hoy vigentes en muchos países.

Con respecto a la altura del invernadero puede citarse la norma UNE 76-208/92 (España) que señala mínimos:

Desde el suelo al canal: 2.5 m

Desde el suelo a la cumbrera: 3.8 m

Las estructuras altas aportan numerosas ventajas desde el punto de vista climático: mejor ventilación, posibilidad de introducir pantallas térmicas, equipos de calefacción, etc. y su estabilidad frente a los vientos puede asegurarse con buenos cimientos y cortinas de protección.

Forma y pendiente de la cubierta y transmisión de luz

En zonas de latitudes medias a altas, donde se encuentra la mayor superficie de invernaderos del mundo, la duración e intensidad de la luz solar son factores limitantes en la producción de hortalizas durante el invierno.

Mediciones realizadas en distintas situaciones demuestran que los techos curvos transmiten mayor cantidad de luz que los planos, y que, en éstos, la pendiente influye notablemente.

La elección de la pendiente adecuada en los techos a dos aguas favorece la entrada de luz al invernadero. Si bien no se cuenta con datos de zonas de latitudes bajas, las experiencias realizadas en la zona mediterránea europea indican que en época invernal, el techo plano es el más desfavorable; a medida que aumenta la pendiente aumenta la transmisividad hasta un máximo situado entre 20 y 30º para luego decrecer. En verano, prácticamente no hay diferencia entre el techo plano y el inclinado a 45º.

Se supone que a latitudes menores a la citada en este ejemplo, el efecto de la pendiente disminuye por la menor inclinación de los rayos solares; pero no se cuenta hasta el momento con datos que demuestren desde dónde estas diferencias son significativas.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

Aberturas del invernadero

La ventilación natural es el método más económico de refrigerar un invernadero, además de actuar sobre la humedad relativa y favorecer la renovación de CO_2.

Para asegurar una ventilación eficiente, las aberturas deben tener un tamaño apropiado, y su superficie se expresa como porcentaje de suelo cubierto:

$$\text{Aberturas del invernadero (\%)} = \frac{\text{Área de ventanas}}{\text{Área de suelo cubierto}} \times 100$$

Mediciones realizadas en diferentes situaciones sugieren que las aberturas de un invernadero deben representar como mínimo el 25% de la superficie de suelo cubierto para garantizar una correcta ventilación natural.

Para aumentar la superficie de aberturas, la práctica aconseja:

- aumentar la altura del invernadero
- contar con aberturas cenitales

Las puertas del invernadero también deben dimensionarse buscando eficiencia y practicidad. Aunque contribuyen en la ventilación, su función principal es facilitar el paso de operarios y herramientas.

Para una estructura que respete la altura de 2.5 m o más al canal, la norma UNE 76-208/92, ya citada, indica las siguientes dimensiones para las puertas:

Una sola hoja: 1.5 m x 2.4 m

Dos hojas: 3.0 m x 2.4 m

Tan importante como la superficie que ocupan, las puertas y ventanas deben ofrecer otra cualidad: cerrar bien cuando no se desea ventilar.

Uniones imperfectas y trabas poco seguras son las responsables

de infiltraciones de aire frío que hacen calificar a una estructura como no apta para la instalación de un equipo de calefacción.

Manejo del clima del invernadero

La mayoría de las especies hortícolas que se cultivan bajo invernáculo requieren para su óptimo desarrollo temperaturas de aire moderadas a templado cálidas: 16 a 28ºC. El crecimiento se detiene por debajo de los 10-12ºC y por encima de los 30-32ºC.

Condiciones extremas de humedad relativa por varias horas y valores muy altos o muy bajos de radiación solar afectan la calidad comercial de muchas especies.

Para mejorar las variaciones del clima dentro del invernáculo contamos con diversas técnicas, tanto en invierno como en verano.

Técnicas de climatización en invierno

Las llamadas técnicas ACTIVAS aportan calor al invernáculo y requieren para su funcionamiento del uso de un combustible. Ej. calefacción por aire y por agua caliente. Permiten darle a los cultivos las temperaturas que necesitan para crecer y producir

Los sistemas de calefacción activos sólo resultan eficientes en estructuras herméticas sin aberturas que cierren mal ni roturas de la cobertura. La calefacción por aire caliente con manga de distribución, si bien todavía costosa, es la que se encuentra más difundida en nuestro país. Cada estructura requiere de un cálculo particular para instalar un equipo con la potencia térmica adecuada.

Si se decide la compra de un calefactor activo, debe tenerse clara la diferencia entre calefaccionar y proteger contra heladas. En ningún caso se justifica la inversión si el equipo sólo aporta unos pocos grados. El verdadero objetivo de la calefacción es brindar a los cultivos los umbrales de temperatura mínimos para que no detengan su crecimiento y/o desarrollo.

Cálculo simplificado de la potencia térmica exigida a un calefactor:

Q = Sup cobertura / Sup suelo x u x (Ti - Te) watt/m

Q: potencia térmica del calefactor
Sup cobertura: superficie total de la cobertura del invernadero
Sup suelo: superficie de suelo cubierta por el invernadero
u: coeficiente de consumo de calor (ver tabla siguiente)
Ti: Temperatura interior deseada
Te: Temperatura exterior esperada (temp. media mínima del mes más frío)

Como la potencia de los calefactores suele venir expresada en Kilocalorías/hora, al resultado obtenido luego de la aplicación de la fórmula, debe dividírselo por 1.163. (1 Kcal/h = 1.163 watt).

Valores de u para vientos de hasta 14 km/h

Situación	**u (watt/m².ºC)**
<u>Cubierta simple</u>	
Exposición normal o protegida	7
Exposición sin protección	8
<u>Cubierta doble</u>	
Exposición normal o protegida	6
Exposición sin protección	6.5

Las técnicas PASIVAS, en cambio ayudan a conservar el calor acumulado por el suelo durante el día y no necesitan energía para cumplir esta función. Ej. doble techo, pantallas térmicas.

Los dobles techos y las pantallas térmicas sólo brindan la posibilidad de proteger a los cultivos contra las heladas, pero no aseguran las temperaturas mínimas para que no se detenga el crecimiento y la producción.

Los sistemas pasivos pueden lograr mantener la temperatura de 2 a 3ºC más alta que en los invernáculos sin protección, sólo cuando el cultivo es pequeño y no cubre totalmente el suelo. A medida que el cultivo crece y sombrea el suelo, éste acumula menos calor durante el día y el efecto es menor.

Los dobles techos y/o paredes son más eficientes cuánto más cerca estén entre sí las 2 capas de polietileno. El sistema se mejora aún más

si se insufla aire entre ellas. En presencia de calefacción activa contribuyen a ahorrar hasta un 30% del combustible del calefactor. Sin embargo, no debe olvidarse que tanto dobles techos como pantallas térmicas reducen la entrada de luz al invernáculo en alrededor del 10%. Por lo tanto deben evaluarse muy bien sus beneficios antes de decidir su uso.

Técnicas de climatización en verano

En esta época también existen técnicas ACTIVAS, que requieren energía para funcionar, como por ej. los paneles evaporantes, o la aspersión fina de agua; pero por su alto costo no son rentables todavía para explotaciones hortícolas.

Las técnicas PASIVAS, en cambio, son muy accesibles y aplicables a cualquier estructura; por ej. la ventilación natural y el sombreado.

La **ventilación natural** es el método más económico para bajar la temperatura en el interior de los invernáculos, si está bien manejada. Es sumamente importante abrir bien las ventanas, aún en época invernal, si el día es soleado, para que se reduzca la humedad relativa y entre el anhidrido carbónico. Respetar las características y dimensiones descriptas en el apartado "Aberturas del invernadero".

Las aberturas cenitales son de suma importancia en situaciones de falta de viento y cuando el cultivo es alto y obstruye las aberturas laterales.

Las aberturas laterales deben superar siempre la altura del cultivo. Esto se logra aumentando la altura de las paredes.

El **sombreado** de invernaderos produce el descenso de las temperaturas en el interior de las estructuras por disminuir la radiación global incidente.

Por lo tanto, debe manejarse con cuidado en cultivos sensibles a la falta de luz y en momentos críticos de muchas especies hortícolas como por ejemplo la floración.

Los sistemas de sombreado pueden dividirse en 2 grupos:

- estáticos: son aquellos que una vez instalados sombrean al invernadero de manera constante, sin posibilidad de graduación o control.

- dinámicos: son los que permiten un control más o menos perfecto de la radiación solar en función de las necesidades climáticas del invernadero.

El sombreado dinámico (mallas que se corren de acuerdo a la intensidad de luz deseada) está reservado para estructuras con sistemas de automatización.

El sombreado estático, fácil de implementar en estructuras artesanales, puede llevarse a cabo a través del encalado o el uso de mallas de polipropileno. Cada una de estas prácticas tiene sus particularidades:

Encalado: consiste en pintar con soluciones de cal hidratada y un adhesivo común toda la superficie externa de la cobertura (1 kg de cal en 5 l de agua). Puede hacerse con mochila o cualquier equipo aplicador con barra y picos de aspersión. Si bien se tienen muchos prejuicios sobre su uso por la necesidad de lavar muy bien los elementos aplicadores, es la práctica que mejor permite regular la intensidad del sombreado, de acuerdo a la densidad de cal aplicada por unidad de superficie. En experiencias realizadas en la EEA San Pedro se midieron diferencias de temperatura de 4 a 5 ºC en hoja de tomate entre un invernadero encalado (90 g de cal/m) y un testigo. La aplicación nunca es totalmente uniforme, y luego de lluvias fuertes deben retocarse las zonas más lavadas. Cuando se desee quitar el encalado debe usarse una solución de agua y lavandina común (0.5%) y friccionar con un "cepillo" de goma espuma (tipo aplicador de cera) bajo un chorro de manguera de baja presión. En el sur de Francia están difundidas pinturas específicas para la cobertura de invernaderos y productos complementarios para su lavado.

Sombreado con malla: se utilizan mallas de polipropileno, tipo media sombra, más o menos abiertas, de acuerdo al grado de sombra que se desee. Pueden retirarse fácilmente cuando ya no se deseen y reutilizarse durante varios años. Las mallas de sombreado negras deben situarse siempre en el exterior de las estructuras apoyadas o separadas del techo del invernadero. Esta separación demanda el montaje de otra estructura de sostén que no es justificable por las

diferencias de temperaturas que se registran a nivel de las plantas.

Las mallas de sombreado negras nunca deben colocarse en el interior del invernadero porque absorben la radiación solar y la convierten en calor, el que deberá ser evacuado por la ventilación. El sombreado y la ventilación deben ir asociados. Las mallas negras son las más difundidas, pero no son mejores desde el punto de vista climático que las blancas o las aluminizadas. La intensidad del color de la malla no tiene relación directa con el porcentaje de sombreado. Se recomienda no usar mallas de colores, pues absorben radiación en la fracción del espectro visible correspondiente a su color complementario y desequilibran el espectro de luz que llega al cultivo. Además debe tenerse presente que cualquier malla sombrea siempre más que el valor indicado por el fabricante, debido a que en el invernadero los ángulos de incidencia de la luz son diversos y muy distintos a los que se usan en las determinaciones de laboratorio.

En la EEA San Pedro, se realizaron experiencias de sombreado con malla negra exterior al 20% y al 65% en tomate, en diferentes momentos del ciclo del cultivo. De ellas surgió que el sombreado al 20% durante la etapa final de un cultivo de tomate de primavera (por ej. transplante de fines de agosto, sombreado desde fines de noviembre) ejerce un efecto benéfico sobre las temperaturas diurnas previniendo la aparición de la podredumbre apical del fruto de manera significativa con respecto al invernadero testigo. En cambio, cualquier densidad de sombreado a un cultivo de tomate recién transplantado (por ej. a principios de enero), inhibe la diferenciación floral y reduce significativamente el rendimiento con respecto al testigo no sombreado.

Iluminación artificial de plantines

La energía luminosa recibida por las plantas es un factor de crecimiento tan importante como el agua, la temperatura, la humedad relativa, el nivel de CO_2, los nutrientes, etc. y se interrelaciona con éstos de una manera muy cercana.

El crecimiento de un cultivo está determinado por el factor que se encuentra en cantidades menores. No es fácil determinar cuál es el elemento cuya cantidad es limitante, y menos aún establecer un

correcto balance entre varios factores; pero diversas experiencias han demostrado que en zonas de latitudes medias a altas (más de 30º de latitud N o S) la luz es escasa durante el invierno para la mayoría de las especies hortícolas que se cultivan bajo cubierta (FAO, 1990).

Si la luz es el factor limitante, no resulta 100% eficiente aumentar los niveles de fertilización o aplicar calefacción, por ejemplo.

Dado que el costo de la energía eléctrica en nuestro país deja fuera de toda consideración la posibilidad de iluminar el invernadero en su totalidad, sólo se podría aprovechar la aplicación de este recurso en un área restringida, como es la destinada a la preparación de plantines.

Por la experiencia acumulada en países del N de Europa, se ha determinado que las lámparas de sodio de alta presión son las más convenientes para iluminar a los cultivos (Stolze *et al.*, 1985), debido a que el espectro en que iluminan es aprovechado por las plantas para distintos procesos: fotosíntesis, fotomorfogénesis, etc.(Boccia,1994).

De acuerdo a la potencia y al haz de luz que emite cada lámpara, puede determinarse el número necesario y la altura a que deben colocarse para iluminar la superficie que interesa. Existen diversas fórmulas para realizar este cálculo. La experiencia local para producir plantines de tomate indica que una lámpara de sodio de alta presión de 400 watts, colocada a 1.5 m sobre el nivel de la mesada donde se encuentran los plantines, ilumina una superficie de 10 m aproximadamente (Mitidieri,M. *et al.*; informac. no publicada)

Otra cuestión a determinar es el número de horas/día en que las lámparas deben estar encendidas: en los Países Bajos, para producir plantines de tomate se recomienda (con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 watts) iluminar durante 36 horas seguidas a partir de la emergencia del 75% de las plántulas; manteniendo la temperatura a 25ºC, luego asegurar 18 horas de luz (natural + artificial)/día los siguientes días, bajando la temperatura a 21ºC durante el día y 17ºC durante la noche. Donde es posible hacer instalaciones más sofisticadas también puede variarse la intensidad de la luz, aumentando la eficiencia de la instalación (Stolze *et al.*,1985).

En la E.E.A. INTA San Pedro, durante el invierno de 1995, se desarrollaron las primeras experiencias de aplicación de luz en la

producción de plantines de tomate y pimiento. Se evaluaron los efectos de la lámpara de vapor de sodio de alta presión de 400 watts sobre distintos parámetros fenológicos de los plantines y también su incidencia en el aumento de temperatura de aire y suelo. Se aplicó luz diariamente, desde siembra a transplante (38 días) de 6 a 10 hs y de 16 a 22 hs. (Mitidieri,M. *et al*, 1995, información no publicada).

La incidencia de la luz se manifestó: 1) sobre las temperaturas: en un leve aumento de los valores térmicos del aire (1 a 1.5 ºC); y 2)sobre la estructura del plantín de tomate en una marcada diferenciación en el tipo logrado (aunque sin diferencias estadísticamente significativas): los plantines producidos bajo luz tuvieron una mayor relación raíz/parte aérea que los del testigo; lo que significa mayor capacidad para arraigar luego del transplante, mayor resistencia al estrés hídrico en las primeras semanas post-transplante y en consecuencia menor porcentaje de reposición y adelanto del cultivo (Mitidieri,M. *et al.*, 1995, informac. no publicada).

Dado que los problemas de microclima son los últimos en ser detectados por el productor de hortalizas en invernadero, parece faltar un ajuste de muchas otras cuestiones antes que de manejo del ambiente. Pero si se toma conciencia que los factores climáticos desencadenan numerosos problemas fisiológicos y patológicos, se comenzarán a implementar prácticas como el sombreado, que a un costo razonable pueden favorecer enormemente la calidad de algunos productos cosechados.

Intervención del hombre en el clima del invernadero

Es importante que el responsable del manejo del invernadero tome conciencia de la absoluta necesidad de la intervención humana constante, para brindar a los cultivos las condiciones climáticas más favorables:

- En el momento de decidirse la compra del material de cobertura, no olvidar que el polietileno larga duración térmico es el que mejor difunde la luz incidente y frena el escape de radiación calórica durante las noches.
- En invierno debe favorecerse la acumulación de energía solar en las horas de mayor temperatura. Esto se logra abriendo el

invernadero en días soleados cuando la temperatura interior se acerque a los 18-20ºC.

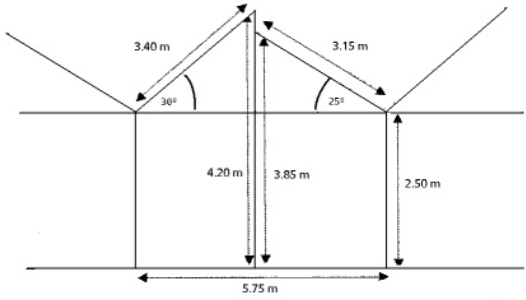
- En verano debe impedirse un exceso de temperatura interior, por lo que en ausencia de probabilidad de tormentas, el invernadero debe quedar abierto, aún durante las noches.
- En situaciones de exceso de humedad, una buena ventilación o un sistema de calefacción ayudarán a disminuirlo.
- En situaciones de falta de humedad, riegos en los pasillos o distribución en el ambiente de recipientes con agua evitarán mínimos críticos para las plantas.
- Tener siempre presente la gran influencia que tiene el cultivo sobre el clima espontáneo del invernadero: un buen manejo de la "arquitectura" vegetal en función de la disposición de las aberturas aumentará la eficiencia de la ventilación natural (ej. disposición de las hileras, evitar filas de plantas altas junto a las ventanas, etc.).
- Corregir cuanto antes las averías producidas por vientos y/o granizo: así se preservará la hermeticidad del invernadero y serán menores los costos de los materiales a reponer.

Invernaderos artesanales

Dimensiones sugeridas para cada módulo

De acuerdo a las alturas, pendientes de techo y relaciones largo/ancho más convenientes y teniendo en cuenta las dimensiones del polietileno que se ofrece en el mercado, se presentan a continuación algunas sugerencias en cuanto a dimensiones a respetar para un invernadero triple o múltiple capilla con abertura cenital.

Dimensiones recomendadas para cada módulo:



Valor calorífico de los principales combustibles utilizados en la calefacción de invernaderos

Combustible	Valor calorífico neto (valores variables con la calidad de los combustibles)
* Sólidos:	
Carbón	7000 - 7500 kcal/kg
turba	3700 kcal/kg
madera (16% agua)	3500 kcal/kg
* Líquidos:	
gasoil	9000 kcal/l
nafta	7500 kcal/l
kerosene	7500-10000 kcal/l
aceites pesados	10000 kcal/kg
* Gaseosos:	
gas natural	9500 kcal/m
butano	11000 kcal/m
Propano	12000 kcal/kg

1000 calorías = 1 kilocaloría (kcal)

Caloría: cantidad de calor necesario para elevar en 1ºC la temperatura de 1 g de agua.

Ejemplo: un calefactor con una potencia térmica de 100.000 kcal/hora, consume en una hora continua de funcionamiento, de acuerdo a cuál sea su fuente, y considerando una eficiencia del 100% de uso del combustible:

11 l de gasoil,
o 10.5 m de gas natural,
o 28.5 kg de leña,
o 9 m de gas envasado

Bibliografía consultada

Baille, A.1988. La climatisation des serres en periode estivale. Seminaire Agro-UETP, Athenes, 66 p.

Bernat, C. ; Andrés, J.; Martínez, J. 1987. Invernaderos. Construcción, Manejo y Rentabilidad. Editorial Aedos, Barcelona, 189 p.

Boccia, L. 1994. Le prestazioni delle lampade negli apprestamenti protetti. Colture protette. Nº 7/8: 69-73.

Boivin, C.; Gosselin, A.; Trudel, M.J. 1987. Effect of Supplementary Lighting on Transplant Growth and Yield of Greenhouse Tomato. Hort Science 22 (6): 1266-1268.

De Lint, P.J.A.L. ; Klapwijk, D. 1973. Observations on growth and development rates of tomato seedlings. Acta Hort. 32: 161-172.

FAO. 1988. Energy conservation and renewable energies for greenhouse heating. CNRE Guideline Nº 2, 167 p.

FAO. 1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate. Plant production and protection paper Nº 90, 313 p.

Francescangeli, N. 1992. Curso a Distancia: El Invernáculo. INTA. San Pedro : EEA INTA San Pedro.

Francescangeli, N.; Ferratto, J. ; Rosania, A. 1992. Efecto del blanqueado, sombreado y aspersión de agua sobre la temperatura y otros parámetros climáticos en el interior de los invernaderos. International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates.

Grimstad, S.O. 1981.Interaction of lamp types and irradiance on the growth of tomato plants. Acta Hort. 128: 109-116.

Kinet, J.M.1977. Effect of defoliation and growth substances on the development of the inflorescence in tomato. Scientia Hort. 6: 27-35.

Klapwijk, D. ; Wubben, C.J.M. 1984. Light, temperature and the first three inflorescences in greenhouse tomatoes. Acta Hort. xx: 925-931.

Matallana González, A. ; Montero Camacho, J. 1989. Invernaderos: Diseño, Construcción y Ambientación. Ediciones Mundi Prensa,Madrid,159 p.

McAvoy, R.J. ; Janes, H.W. 1988. Alternative production strategies for greenhouse tomatoes using supplemental lighting. Scientia Horticulturae, 35: 161-166.

Mitidieri,M. Francescangeli, N. 1995. Jornada de Capacitación: Introducción al Cultivo Protegido. San Pedro. EEA INTA San Pedro. Carpeta. 25 p.

Monteiro, A. 1992. La importancia de la ventilación en la mejora del acondicionamiento ambiental de los invernáculos sin calefacción. 2das Jornadas sobre Cultivos Protegidos, Facultad Agronomía de La Plata.

Montero, J. 1992. Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. XV Congreso Argentino de Horticultura, Neuquén, Disertación.

Montero, J. y Anton, A. 1993. Tecnología del Invernadero. Curso Tecnología de la Horticultura Protegida. INTA-UBA. Carpeta, 220 p.

Stanghellini, C. 1987. Transpiration of greenhouse crops, an aid to climate management. IMAG, Univ. of Wageningen, 150 p.

Stolze, J.A.B., Meulenbelt, J. ; Poot, J. 1985. Application of growlight in greenhouses. Poot Lichtenergie B.V. Schipluiden, Holland, 32 p.

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

Manejo de cultivo de tomate y pimiento

El manejo de los cultivos incluye una serie de decisiones que el productor debe tomar desde una correcta planificación de las especies a cultivar en su establecimiento, a cómo serán conducidos, ciclos de producción, materiales genéticos, rotaciones, densidades de plantación, formas de tutorado, etc. La planificación es esencial en cualquier empresa hortícola que quiera ser exitosa, no solamente para conocer el flujo de ingresos y gastos, sino para llevar una secuencia apropiada de los cultivos, ocupando el invernadero la mayor parte del año, permitiendo asumir compromisos comerciales y hacer así más eficiente la utilización de los recursos, ya sean insumos, capital o mano de obra. Para planificar qué cultivos se asignarán al invernadero, el productor debe considerar aspectos económicos, como la conveniencia de concentrar la producción en determinadas fechas, o la de abastecer en cantidad y calidad un volumen constante de producto durante el año. Para esto debe tener en cuenta que:

L*a repetición de un mismo cultivo dentro del invernadero lleva a intensificar los problemas de plagas y enfermedades, realizar una manejo eficiente de éstas, implica diversificar las especies.*

La utilización de más de un material genético en cada cultivo le da más estabilidad al sistema, ya que no lo hace tan vulnerable a situaciones desfavorables como pueden ser: variaciones climáticas, ataques de determinadas plagas o enfermedades, etc.

La combinación de diferentes métodos de desinfección, así como de distintos principios activos para el control de plagas y enfermedades impedirán la aparición de razas resistentes, de difícil control.

Siempre será útil llevar registro de los cultivos en cada invernadero, tomando nota de fechas de transplante, momento de cosecha, rendimientos, cultivares, así como de las dosis de fertilizantes que se utilizaron y los controles fitosanitarios realizados para cada plaga. Esos datos servirán para realizar diagnósticos en caso de presentarse problemas.

Características principales del tomate y el pimiento

Tomate

Pertenece a la familia de las Solanáceas, su nombre científico es *Lycopersicum esculentum* Mill, es una planta herbácea cuyo tallo se vuelve semileñoso; el sistema radicular, reforzado por la presencia de un gran número de raíces adventicias, puede llegar hasta 1.25 m de profundidad, pero la mayor parte de las raíces (90 %), se encuentra entre los 0 y 50 cm. Se caracteriza por tener un crecimiento simpodial, con un racimo terminal en el tallo principal que aparece luego de haber desarrollado de 5 a 8 hojas, este tallo continúa su crecimiento a partir de un brote lateral, que a su vez termina en un racimo que aparece después de haber desarrollado 3, 2 ó 1 hoja.

Cuando el número de hojas entre dos racimos está limitado a uno o dos, la planta es menos vigorosa y bajo ciertas condiciones detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de un racimo terminal, se considera que responde a un hábito de crecimiento determinado, mientras que el tipo de crecimiento indeterminado se caracteriza por poseer tres hojas entre racimos, que se ubican lateralmente y permitir cultivos por períodos prolongados (10 meses), ya que siempre tienen en su ápice un meristema terminal de crecimiento. Existen materiales de hábito de crecimiento semi-determinado, más adaptados al cultivo en invernadero.

Los racimos, que pueden ser simples o ramificados, tienen de 5 a 12 flores, el cuajado de frutos está ampliamente influenciado por la cantidad, calidad y viabilidad del polen; tanto las bajas temperaturas (<10-13 °C) como las altas (>30-35 °C), bajan la producción de este último, habiendo diferencias de comportamiento entre materiales genéticos, su liberación también se ve impedida por bajas temperaturas y alta humedad. La producción de polen también es sensible a la carencia de fósforo y a la intensidad luminosa, la esterilidad de éste también parece estar relacionada con la asimilación carbonada. En cuanto a la humedad, si ésta es excesivamente baja (50%), perjudica a la retención del polen sobre el estigma, pero si es demasiado alta (90-100 %), impide la dehiscencia

de las anteras y la polinización. La baja intensidad luminosa, disminuye el porcentaje del polen germinado y el crecimiento del tubo polínico. Las temperaturas diurnas superiores a 32 °C, por otra parte producen la caída de flores por excesiva transpiración, en noches de altas temperaturas también se ha visto falta de cuajado por suministro insuficiente de azúcares a las hojas. Las condiciones óptimas para la fecundación y cuajado del tomate son: 14-17 °C de noche, 23-25 °C durante el día y una humedad relativa del 70 % (Martínez, 1978).

El fruto del tomate es una baya que varía en forma, tamaño y color; el tamaño depende del número de óvulos fertilizados pero también de otros factores como la nutrición, el riego y la temperatura. La calidad es una característica muy importante y es juzgada a través de la firmeza, el color, el sabor, la resistencia al transporte y el almacenamiento. Los híbridos denominados "larga vida" han tomado gran auje últimamente debido a la mayor calidad de sus frutos, evidenciada a través de formas regulares y uniformes dentro de la planta, acompañada de una mayor capacidad de conservación después de la cosecha, debido a que poseen genes que retardan la maduración. La posibilidad de esperar a que todos los tomates estén maduros a impuesto la modalidad de la venta en racimos en los países europeos.

Si bien el tomate es indiferente a la duración del día (fotoperíodo), en cuanto a su floración, no lo es en cuánto a su crecimiento vegetativo, como ya vimos en la etapa de producción de plantines, la luz y la temperatura interactúan entre sí. Trabajos recientes indican que la precocidad aumenta cuando se aplica luz complementaria en la etapa de plantín, así como el tamaño del fruto se ve favorecido, cuándo ésta se aporta entre 15 y 45 días después de la floración.

En cuanto a la temperatura, si ésta es relativamente baja a nivel radicular (10 a 13 °C), se incrementan el número de flores iniciadas en el primer racimo, a nivel aéreo se acorta el número de nudos por debajo de éste (Marotto,1995).

Pimiento

Como el tomate, pertenece a la familia de las solanáceas, su

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

nombre científico es *Capsicum annum* L. Es una especie perenne, aunque se cultiva como anual, el crecimiento es determinado, luego de producir una flor terminal, el tallo principal se divide en 2 ó 3 tallos.

La raíz principal del pimiento suele anularse al transplante y ser reemplazada por un sistema secundario de raíces fibrosas, la mayor parte están ubicadas entre los primeros 25 cm del suelo, pudiendo alcanzar una profundidad de 60-70 cm, explorando lateralmente un radio de 30 a 50 cm. Las flores son solitarias, aunque a veces aparecen en grupos de 2 ó 3.

El pimiento es una de las especies con mayores requerimientos en temperatura. La floración se produce una vez que las plantas tienen de 8 a 12 hojas. Las mejores condiciones para un balance satisfactorio entre crecimiento vegetativo y cuajado de frutos serían de 22-23 °C durante el día y 18-19 °C por la noche, con temperaturas de suelo de 15-20 °C. Temperaturas por debajo de 10-12 °C y por encima de 35 inhiben el crecimiento de frutos. La temperatura óptima para la germinación del polen es de 20 a 25 °C, altas temperaturas comprometen su formación y vitalidad. El establecimiento de frutos es muy bajo en proporción al número de flores producidas, sobre el tallo principal se han registrado alrededor del 80 % de establecimiento, mientras que sobre los tallos laterales promediaron 30 %. A su vez al comienzo de la floración, el establecimiento de frutos es de 50-75% de las flores mientras que más tarde el porcentaje decrece progresivamente.

Extracción en elementos nutritivos de 1 ha (Marotto, 1995)

Especie	Rendimiento (t/ha)	Nitrógeno N	Fósforo $P_2 0_5$	Potasio K_2O	Magnesio MgO
Tomate	8.60	242	68	422	75
Pimiento	13.4	111.1	17.2	135.6	34

Composición nutritiva del tomate y pimiento por 100 g de producto comestible. (Marotto, 1995)

Especie Componente		Tomate	Pimiento verde	Pimiento rojo
Agua	%	94	93.4	90.7
Hidratos de carbono	g	4	4.8	7.1
Grasas	-	-	0.2	0.3
Proteínas	g	1	1.2	1.4
Cenizas	g	0.30	0.40	0.50
Vitamina A	UI	1700	420	4450
VitaminaB1	mg	0.10	0.08	0.08
VitaminaB2	mg	0.02	0.08	0.08
Niacina	mg	0.60	0.50	0.50
Vitamina C	mg	21.0		
pH	-	4-4.5		
Calcio	mg	13.0	9.0	13.0
Fósforo	mg	27.0	22	30
Hierro	mg	0.50	0.70	0.60
Sodio	mg	3.00	13	-
Potasio	mg	244	213	-
Valor energético	cal.	22-24	22 1.4	31 1.7
Fibra	g			

Ciclos

Para la zona de influencia de la EEA del INTA de San Pedro (Litoral Norte de la Provincia de Buenos Aires) existen básicamente dos ciclos de producción de tomate bajo cubierta, el primero, orientado a la producción de primicia, implica la siembra de plantines en junio-julio, transplante en agosto y cosecha de noviembre a enero. El segundo, tiene como objetivo la producción de tardicia e incluye siembras y

transplante en diciembre-enero y cosecha de marzo a mayo. Para un cultivo temprano de tomate, el rendimiento esperado es de 15 kg/m . Estos ciclos son muy dinámicos y son modificados por cada productor según la demanda de mercado que se le presenta.

Si no se cuenta con un invernáculo calefaccionado, no es recomendable adelantar el cultivo de primicia, ya que la escasa temperatura, no permitiría un desarrollo adecuado del cultivo, haciéndolo más susceptible a agentes patógenos, el cultivo de tardicia, en cambio suele ser adelantado, según la conveniencia de cada productor, que inclusive puede justificar la implantación de cultivos intermedios, transplantados en octubre.

En la EEA del INTA de San Pedro, se han ensayando ciclos prolongados de cultivo que extenderían la utilización de la planta de agosto a junio a través de técnicas de acostado, para esto se requiere, no descuidar el cultivo, ya sea en cuanto a las prácticas culturales, como a la sanidad. Esta situación suele presentarse a menudo, en los momentos de cosecha, cuando la demanda de mano de obra, supera la disponible, o cuando los tiempos de carencia de los insecticidas y fungicidas, no permiten hacer controles rigurosos de plagas y enfermedades.

En pimiento el ciclo comienza con siembras de mediados de junio en adelante y transplante en agosto para cosechar frutos verdes a fines de noviembre y rojos de fines de diciembre en adelante, algunos productores suelen cosechar sólo pimientos rojos, la cosecha de pimientos verdes al inicio acelera la maduración de los demás, el cultivo puede mantenerse hasta mayo o primeras heladas, o incluso prolongarse a través de la poda de rejuvenecimiento, que permite llevar adelante cultivos bianuales. La factibilidad de esta práctica está supeditada, como en el caso del tomate, al estado sanitario del cultivo y al stand de plantas que haya quedado, luego de finalizado el primer ciclo de producción, es necesario, por lo tanto realizar un diagnóstico, comparando con el costo que significa implantar un nuevo cultivo. En un ciclo normal de pimiento (de agosto a mayo) se pueden obtener de 4 a 6 kg/planta.

Los períodos de tiempo en que el invernadero no se utiliza pueden

ser cubiertos con cultivos de ciclo corto como las hortalizas de hoja (lechuga, acelga, espinaca, rabanito).

Prácticas culturales

Una vez obtenidos los plantines, las prácticas de manejo a realizar son las siguientes:

** Transplante*
** Aporque*
** Tutorado*
** Desbrotes*
** Aplicación de hormonas o sacudido de plantas*
** Cobertura de surcos con plásticos u otros materiales*
** Cosecha*

La preparación del terreno debe ser realizada con tiempo, si se agregan enmiendas orgánicas (cama de pollo, estiércol, etc.), éstas deben incorporarse por lo menos un mes antes del transplante, el suelo del invernadero debe regarse cada tanto y trabajarse con rotocultivadores para favorecer su descomposición, pueden aplicarse de 4 a 8 kg/m , según el estiércol esté más o menos fresco.

El transplante debe realizarse cuando los plantines tienen 2 hojas verdaderas, si se realizaron en speedlings y 4 si se prepararon en maceta, es preferible hacerlo por la tarde, dando un buen riego al surco 24 horas antes. Cuando las plantas han alcanzado una altura de 20 cm, se realiza el aporque, haciendo aportes sucesivos de tierra, hasta formar un buen camellón.

El marco de plantación puede ser en surcos simples, con calles de un metro o surcos dobles a 0.5 metros para tomate y 0.7 para pimiento, con calles de un metro, las distancias entre plantas son de 0.4-0.5 en tomate y 0.5-0.6 en pimiento. Los surcos dobles permiten aumentar la densidad de cultivo, pero reducen la luminosidad y hacen menos eficiente los tratamientos fitosanitarios; distintas experiencias realizadas en tomate indican que las plantas conducidas a alta densidad, manifiestan mayor precocidad y potencial de

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

rendimiento en primicia, esta práctica puede ser útil para llevar adelante ciclos cortos de tomate, ya que en los racimos más avanzados, es más difícil mantener calibres adecuados.

Paunero y Weht, (1991), en un cultivo transplantado el 29/04 y cosechado a partir del 26/7 en Catamarca, obtuvieron 8.67 , 11.32 y 11.54 kg /m para densidades de 2.08 2.38 y 3.33 plantas por metro cuadrado respectivamente (1.2 metros de calle y distanciamiento entre plantas de 0.40, 0.35 y 0.25 m respectivamente), por lo que los autores recomiendan utilizar la densidad intermedia, haciendo tratamientos sanitarios preventivos, y regulando en forma adecuada la nutrición, cultivares y clima del invernadero. (Pimpini y Gianquinto, (1994), proponen ciclos cortos, a altas densidades (10 plantas /m), con poda apical por encima del segundo racimo, esto podría ser útil, para concentrar la producción en momentos de precios muy favorables. En la EEA del INTA de San Pedro, también estamos realizando estudios de densidades, en un ensayo realizado, en una quinta de la zona de La Plata (Establecimiento: Bruno Simonetti), en la primavera-verano 1995/96, se probaron 5 densidades de plantación: 25971(D1), 30300(D2) y 32400 (D3) plantas por hectárea, transplantadas en tres surcos por módulo a 35, 30 y 28 cm entre plantas respectivamente y 30300 (D4) y 33606 (D5) transplantadas en 2 surcos por módulo a 20 y 18 cm entre plantas respectivamente. Cada una contó con un testigo transplantado en tres surcos por módulo a 40 cm entre plantas. El híbrido utilizado fue Graziella. El rendimiento en el testigo fue de 9.48 kg/m , las mayores densidades siempre rindieron más que el testigo; si bien son resultados preliminares, los datos indican que podrían obtenerse considerables aumentos de rendimiento, con densidades de 3.03 pl/m (surcos simples), esto requiere un acertado manejo de la nutrición y el riego sobretodo en los primeros días para evitar aumentos indeseables de altura en las plantas (Mitidieri, M., Mitidieri A. (h) y Camilletti, S.(Depto técnico Huertas Verdes).

Rendimiento total, porcentaje de incremento con respecto al testigo y peso medio por fruto para 5 marcos de plantación en tomate.

Densidad Plantas/ha	Rendimiento total (kg/m^{2}²)	Porcentaje de incremento (%)	Peso medio del fruto (g)
D1 25971	10.10	6.54	149.54
D2 30300	11.92	25.7	135.82
D3 32400	11.71	23.5	134.52
D4 30300	10.04	5.91	126.93
D5 33606	9.59	1.16	113.27
T 22700	9.48	-	144.87
Desvío	0.73		11.32

El tutorado debe hacerse antes de que se inicie la lignificación del tallo y adquiera formas difíciles de corregir, se realiza con cintas de polipropileno, ubicadas en forma espiralada alrededor del tallo. En general esta operación se realiza a los 30-40 días del transplante junto con el primer desbrote. Estas cintas se sujetan a un hilo de alambre superior. Este alambre irá sujeto a postes de madera dura en forma de te, en cada extremo del surco, ayudados con estacones o cañas cada 5 metros. En caso de poseer una estructura metálica o reforzada, los alambres podrán ir sujetados directamente a ella, pero siempre reforzados por cañas que en este caso se colocan cada 2 metros.

Para realizar el tutorado en el pimiento se requieren postes de madera blanda, colocando alambres en sentido paralelo a los surcos que se unen con otros en zig-zag, sujetando las plantas. Otra forma muy práctica de sostener el cultivo es colocar 2 ó 3 redes de floricultura (a 0.30 y 0.80 metros del suelo) paralelas entre sí. El tutorado del pimiento no debe descuidarse, ya que las plantas mal sujetadas suelen volcarse y al enderezarlas se corre el riesgo de quebrar ramas, que en esta especie se caracterizan por ser muy quebradizas.

El desbrote consiste en la eliminación de los brotes de las axilas de

las hojas del tallo principal, es más fácil eliminarlos cuando estos son pequeños, cuando alcanzan 15-20 cm, producen una disminución en la producción; en general el tomate se conduce a un tallo, la conducción a dos tallos suele hacerse en híbridos semideterminados o en los indeterminados cuando por causas de enfermedades el cultivo queda con bajo stand de plantas; por otra parte en híbridos semideterminados se debe tomar la precaución de dejar siempre dos brotes, ya que si el primero se detiene o es dañado por los operarios, el segundo puede continuar con el crecimiento de la planta. En pimiento se eliminan los brotes y hojas por debajo de la primera cruz.

El deshojado se realiza extrayendo las hojas por debajo de la primera cruz en pimiento y por debajo del primer racimo cosechado, en tomate, ya que se considera que las hojas viejas y enfermas, ya no contribuyen al llenado de frutos, sino que están consumiendo los recursos que se producen en otras partes de la planta, esta práctica además, favorece la circulación de aire dentro del cultivo. En tomate también suele despejarse los racimos, quitando las hojas o parte de ellas que no permiten una adecuada iluminación de los mismos, para favorecer la maduración en períodos tempranos, con este objetivo, en la EEA del INTA de San Pedro hemos ensayado defoliaciones del 30 % de hojas sin que se produzcan disminuciones del rendimiento.

Para utilizar en forma óptima los recursos estos deben ser empleados en el desarrollo de los frutos y el tallo principal, el exceso de brotes laterales en una planta produce reducción del tamaño del fruto y aireación deficiente del cultivo, de ahí que las operaciones de poda, tutorado y deshojado deben hacerse en forma oportuna y eficaz durante todo el ciclo. Muchas veces los productores abandonan estas labores cuando comienza la cosecha, ya que aumenta la demanda de mano de obra, esto redunda en una disminución del potencial productivo del cultivo.

Es mejor realizar estas operaciones en horas del días de baja humedad, para no favorecer el desarrollo de enfermedades, en caso de cortes a brotes gruesos, es recomendable el uso de pomadas cicatrizantes, que contienen mezclas de fungicidas y bactericidas.

La poda de formación en pimiento es una práctica, muy utilizada en países muy adelantados en cultivo bajo cubierta, como Holanda.

Consiste en conducir las plantas dejando desarrollar solamente 2, 3 ó 4 tallos principales, las ramificaciones son eliminadas y estas ramas son tutoradas con hilo como el tomate. El efecto de esta práctica es modificar la curva de producción, haciendo que las cosechas sean más regulares en tiempo y volumen, ya que las plantas son más precoces, otra ventaja es el aumento de calidad del producto obtenido, en cuanto a la regularidad de formas, colores y tamaños.

En la EEA del INTA de San Pedro, se han realizado ensayos de pimiento, con cultivos transplantados en diferentes épocas y con distintos materiales genéticos, en combinación con la poda de rejuvenecimiento. Esta última práctica implica la eliminación total de las ramas por encima de la segunda cruz luego de un ciclo de cultivo, para permitir el rebrote e iniciación de un nuevo ciclo pasado el invierno.

Según los resultados obtenidos en San Pedro, la poda de formación aumentó la eficiencia del cultivo, ya que redujo el descarte ocasionado por frutos deformes o de colores y tamaños indeseables, siendo una práctica promisoria para épocas de cultivo (otoño o invierno con calefacción) donde la temperatura y la luminosidad son limitantes. En tomate suele practicarse la poda apical, para estimular el desarrollo de los racimos que hay por debajo, suele realizarse unas 8 semanas antes de la fecha final del cultivo, podando una o dos hojas sobre el último racimo.

Si se registran bajas temperaturas y alta humedad en el invernáculo, las flores de tomate pueden tener problemas de cuajado, es por eso que se recomienda sacudir las plantas día por medio a mano, con vibradores o con mochilas de aire y en caso de no ser suficiente aplicar fitorreguladores. El vibrador eléctrico es un instrumento simple que con un pequeño motor hace vibrar una varilla que se aplica al pedúnculo del racimo con las flores abiertas, el polen se desprende sobre el estigma y se facilita la apertura de las anteras. La mochila es mucho más fácil y rápida de uso que el vibrador, consiste en aplicar a la planta un chorro de aire dirigido a los racimos, sin embargo el vibrador es más eficiente para favorecer la polinizacón dando frutos con más semilla, ambos tienen más eficacia si se usan durante las horas cálidas del día. Si las temperaturas nocturnas son menores de 13 ºC o la luz es muy escasa, puede que el polen no sea viable, por lo que sea necesario aplicar hormonas, en forma de neblina sobre los primeros racimos. Los tratamientos con fitorreguladores sintéticos deben comenzarse en cuanto los racimos tienen varias flores abiertas y es conveniente evitar mojar las partes vegetativas; estas sustancias actúan sobre la precocidad, el rendimiento y el peso medio de los

frutos, también pueden provocar un envejecimiento prematuro en variedades poco vigorosas. Los que se muestran más eficaces para conseguir el cuajado del fruto en tomate son los de naturaleza auxínica. En Holanda, Bélgica, Francia y España, para mejorar las condiciones de polinización y cuajado cada vez resulta más frecuente el uso de abejorros (Bombus terrestris L) (Martínez, 1978)(Marotto, 1995).

Desde el transplante hasta el cuajado del primer racimo debe restringirse el riego ya que el exceso de agua en la floración dificulta el cuajado, éste puede realizarse por surco o por goteo, éste último método es el más adecuado, ya que el agua llega sólo donde se lo necesita, reduciendo la aparición de malezas, enfermedades y posibilitando la fertilización (fertirrigación), la concentración de nutrientes en la solución del riego suele variar con la estación del cultivo, como en invierno se riega menos ésta se debe concentrar cuidando de no sobrepasar una concentración de 4 a 5 milimhos. Para un mejor crecimiento del cultivo y evitar problemas de rajado en los frutos y podredumbre apical, lo ideal es mantener la humedad constante a nivel óptimo, por lo que se recomienda regar varias veces al día (2 ó 3), se estima que las plantas consumen 2-4 litros por m /día en verano y en invierno un tercio de este valor (Wilder, 1995).

La franja de suelo entre los surcos dobles y algunos centímetros a cada lado de los surcos, suele cubrirse con plástico (en general negro), para evitar la proliferación de malezas, esta cobertura tiene además el efecto de mantener la humedad y puede realizarse con otros materiales como restos de vegetales. Al mantener más uniformidad en el nivel hídrico del cultivo esta práctica reduce la aparición de frutos agrietados (craking)(Pilatti y Paletto, 1994).

En híbridos larga vida es común ralear frutos dejando 5 por racimo, de esta manera, se mejora el tamaño de los tomates que en este tipo de material suele disminuir en las coronas superiores. Para que sea efectiva, esta operación debe realizarse cuando los frutos son pequeños.

Se considera que el tomate requiere la suma de 3000 a 4000 ºC para completar su ciclo, los tomates maduran de 50 a 60 días después de la antesis, de 60 a 100 días después del transplante según el cultivar y el manejo. La cosecha en tomate se realiza en estado verde maduro a pintón (verde amarillento, con el extremo distal rosado), es

importante tener en cuenta que la permanencia en planta del fruto acentúa su sabor, por lo que se recomienda en híbridos "larga vida" cosechar verde rosado en verano y naranjado subido en invierno , en este estado pueden conservarse el triple de tiempo que cualquier otro tomate, cosechados pintones los híbridos larga vida pueden conservarse a 13ºC durante al menos tres semanas (Murray y Yommi, 1995)(Wilder, 1995).En pimiento, la cosecha de frutos verdes se inicia a los 85-90 días del transplante y para los frutos maduros a los 95-100 días.

Manejo de lechuga bajo cubierta

Lechuga

Es una planta anual, perteneciente a la familia de las Compositae, su nombre científico es *Lactuca sativa* L. Para la mayor parte de los cvs. la germinación a los 15-20 °C es elevada, pero a partir de los 25 °C ésta se retarda, por lo que se recomienda sombrear los almácigos en verano. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de los plantines es de 15 °C durante el día y 10 °C durante la noche, mientras que para el desarrollo del cultivo éstas varían en función de la luz disponible, cuanto más abundante sea ésta, más elevada puede ser la temperatura; éstas oscilan entre los 16 y 20 °C para las diurnas y los 10-12 °C para las nocturnas, el desarrollo vegetativo se detiene por debajo de los 6 °C. La temperatura óptima del suelo es de 10 °C, por debajo de 5 °C no se forman raíces nuevas. Las temperaturas nocturnas, deben rebajarse en la medida de los posible, cuanto más superen las diurnas el nivel óptimo, por eso se recomienda ventilar por la noche los invernaderos, esto presenta dos ventajas: las plantas se hacen más robustas y las pérdidas por respiración se reducen (Maroto, 1995)(García Palacios, 1967).

La preparación del suelo del invernadero para el cultivo de lechuga, en general consiste en la aplicación de la fertilización de base, un laboreo profundo del terreno, más otros dos más superficiales. La implantación del cultivo puede hacerse por siembra directa o por transplante, la densidad para la primera es de 2-3 kg/ha, a los 10-15 días de la siembra puede hacerse un primer raleo (cuando las plantas tienen unos 8 cm), hasta obtener el marco de plantación buscado: surcos a 25-30 cm y distancias entre plantas de 20-25 cm en primavera verano y 25-30 cm en otoño-invierno, para lechugas de cabeza; para las de hoja las distancias entre plantas son de 15 cm. Para producir los plantines se siembra un gramo/m , (300-400 plantines), el transplante se realiza a los 30-40 días de la siembra, cuando las plantitas tienen 4-5 hojas. Esta modalidad de manejo permite obtener mayor uniformidad, importante en variedades mantecosas, ya que las plantas crecen sin competencia desde su

inicio, en implantes de verano, sin embargo el estrés del transplante puede provocar, retardos en el crecimiento y disminución del stand de plantas.

En otoño-invierno, la cosecha se realiza a los 45 días en variedades de hoja y a los 70-80 días en las de cabeza, con rendimientos de 3-4 kg/m para el primer grupo y 5-6 kg/m para el segundo; en primavera y verano los ciclos tienen entre 10 y 15 días menos y los rendimientos suelen ser menores.

Para una mayor programación de las labores culturales y la cosecha y una mayor uniformidad del producto obtenido, es importante mantener la homogeneidad del material inicial (plantín), estas razones, hicieron común el uso de diversos envases entre los cuales podemos mencionar los "speedlings", para producir los plantines de lechuga. La disminución del volumen del envase, va acompañada con menor cantidad de sustrato disponible para las plantas y una competencia por la luz entre ellas, la cual puede influir en la precocidad del cultivo. Por otro lado, el material con que están construidos los envases, también es importante, ya que debido a su estructura, deben producir los menores daños en el sistema radicular en el momento de la extracción. Gianquinto, (1991), encontró que el número, peso fresco y seco de las hojas de plantas de lechuga, obtenidas en distintos envases de poliestireno expandido, aumentaba a medida que aumentaba el volumen de las celdas para cada plantín. La mayor cantidad de sustrato disponible aumentaba también la relación peso seco de la parte aérea/peso seco de las raíces.

Las variedades de lechuga se clasifican por grupos morfológicos en (García Palacios, 1967):

Lechugas de hojas sueltas

Poseen hojas de 30-40 cm de largo, de aspecto variable en cuanto a la superficie y color del limbo y al festoneado de los bordes de las hojas. Son las que cumplen el ciclo en menos tiempo en el invernadero, llegando a durar éste de 35 días en primavera-verano a 45 días en otoño invierno.

Lechugas romanas (*L. sativa* var. *longuifolia* Lam.)

Poseen hojas de 30-40 cm de largo, redondeadas en el ápice, hojas con forma de cuchara, superficie algo abullonada o lisa, bordes poco

ondulados, color en general verde oscuro, forma una cabeza poco compacta, por lo que en Europa se suelen atar las plantas para que al final del ciclo, las hojas centrales se blanquean. Ciclo en invernadero (otoño-invierno): 70-80 días.

Lechugas de cabeza (*L. sativa* var. *capitata* L.)

Dentro de este grupo se encuentran variedades de hoja consistente como la Grandes Lagos y de hojas blandas mantecosas, que recientemente han tomado difusión en el mercado Argentino. Cuando las cabezas tienen madurez comercial, las plantas tienen una altura de 20-25 cm y un diámetro de 15-20 cm. Dentro de las mantecosas hay materiales de color verde claro, oscuro, con tonalidades rojizas y cabezas más o menos compactas. Ciclo en invernadero (otoño-invierno): 70-80 días. En cuanto a la variedades del tipo de las Grandes Lagos, se debe prestar atención a utilizar materiales adaptados al cultivo en invernadero, ya que las bajas intensidades luminosas y altas temperaturas que pueden producirse en otoño dentro del mismo, en nuestra zona (litoral Norte de la provincia de Bs. As.), puede promover la producción de hojas delgadas y largas, e impedir la formación de la cabeza.

Cultivo primavero-estival de lechuga bajo cubierto

M.Mitidieri, N. Franscescangeli; P. Marcozzi; I.Z.M. De Mitidieri)

Las altas temperaturas en la primavera avanzada y el verano dificultan la producción de lechuga en invernadero en toda la región litoral Norte de la Provincia de Buenos Aires; la elección de cultivares adaptados y la utilización de técnicas de refrigeración pueden ayudar a superar esta limitante.

El ensayo se realizó en la EEA del INTA de San Pedro, en un invernadero triple capilla (ventilación lateral = 21 % de la superficie del suelo cubierto). Se utilizó un diseño en parcela dividida, con los niveles de radiación asignados a las parcelas mayores y distribuídos en franjas, estos constaron de: un tratamiento de sombreado con malla de polipropileno al 20 % y un testigo; en las parcelas menores se aleatorizaron cuatro variedades de lechuga: Brisa, Waldmann's Verde (de hoja), Cóndor y Babylon (mantecosas).

La experiencia se llevó a cabo en dos épocas (transplantes del 29/11/94 y del 21/02/95 respectivamente) , con tres repeticiones en cada una y parcelas de 1 m^2 . Los plantines fueron obtenidos en speedlings y transplantados con cuatro hojas verdaderas. Las cosechas se realizaron a los 28 y 35 días del transplante para la primera y segunda época, respectivamente.

Se tomaron registros de temperatura de aire y suelo, humedad relativa y radiación global. Para los parámetros climáticos y las variables relacionadas con la producción, se realizó el análisis de variancia combinado para las dos épocas por medio del paquete estadístico SAS.

La radiación global media máxima en relación al exterior fue del 57% en el cultivo sombreado y del 85% en el testigo. Para las dos épocas de siembra, la reducción de la radiación global produjo disminución de las temperaturas, las mínimas medias de aire marcaron las mayores diferencias entre tratamientos.

Las temperaturas medias diurnas y nocturnas registradas en el cultivo sombreado permitieron satisfacer más apropiadamente que en el testigo las demandas térmicas generales determinadas para la

especie.

Como consecuencia, se obtuvieron diferencias significativas ($P<0.05$) para peso por planta y altamente significativas ($P<0.01$) para: número de plantas repuestas por parcela, porcentaje de descarte, rendimiento total/m y rendimiento comercial/m (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Medias para las variables peso por planta (g), rendimiento total y comercial kg/m2

Interacción Variedad por Sombreado	Peso por planta	Rendimiento comercial	Rendimiento total
Con sombra			
Brisa	132.77	2.45a	3.05 a
Condor	159.32	1.30 b	2.10 b
Waldmann's Verde	105.33	2.86a	3.17 a
Babylon	122.07	0.90 bc	2.04 b
Sin sombra			
Brisa	99.55	0.20 d	0.99 c
Condor	102.96	0.20 d	0.70 c
Waldmann's Verde	95.90	0.30 cd	0.96 c
Babylon	112.12	0.30 cd	1.11 c

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

Cuadro 6. Medias para las variables número de plantas repuestas y rendimiento total kg/m2, para la interacción época por sombreado

Interacción época por sombreado	Número de plantas repuestas por parcela (*)		Rendimiento total
Con sombra			
Epoca 1	0.32 b	0.09	2.83 a
Epoca 2	0.10 b	0	2.35 a
Sin sombra			
Epoca 1	3.03 a	9.17	1.42 b
Epoca 2	3.08 a	9.48	0.45 c

(*) Medias retransformadas
Medias con letras iguales no difieren al 5 % para el test de Duncan

El sombreado favoreció el cultivo de lechuga en invernadero para las épocas indicadas, ya que permitió una rápida implantación con menores requerimientos de reposición y una mayor producción a través de pesos por planta más elevados y menores porcentajes de descarte.

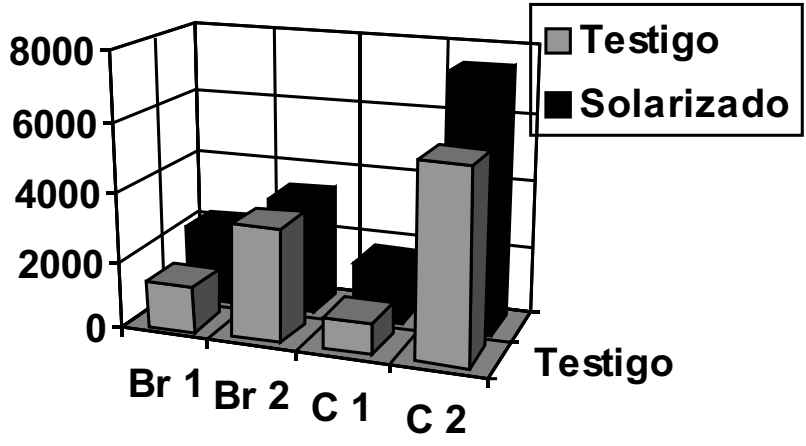
Solarización

(Mitidieri, M., Francescangeli, N., Marcozzi, P., Mitidieri, I. de, Mitidieri,A., 1995)

En la EEA del INTA de San Pedro se realizó un ensayo de solarización en el mes de enero de 1995, en un invernadero triple capilla, sin ventana cenital (20 x 25), luego de retirado el polietileno, se probó el efecto de esta técnica, sobre un cultivo de lechuga. Se utilizó un diseño en parcela dividida con tres repeticiones, con solarización asignada a la parcela mayor, y aleatorizadas en ellas dos variedades de lechuga (Brisa, de hoja y Condor, mantecosa), la experiencia se repitió en dos ciclos sucesivos de lechuga sobre las mismas parcelas. La primera fecha se transplantó el 21 de febrero y la segunda el 10 de mayo de 1995, en ambos casos los plantines fueron producidos en speedlings sobre sustrato solarizado. Las parcelas

constaron de 1 m , con un marco de plantación de 25 cm entre surcos y 15 cm entre plantas para Brisa y 20 cm para Condor. El ciclo de verano fue sombreado con malla (20 %). La cosecha se realizó a los 35 y 41 días del transplante para Brisa y Condor respectivamente, en el primer ciclo, y a los 56 y 78 días en el segundo. Se evaluó el rendimiento comercial, el peso por planta y los días a cosecha, el análisis de la variancia se realizó mediante el paquete estadístico SAS. *Se obtuvieron diferencias significativas (P 0.05) para rendimiento comercial y altamente significativas (P0.01) para peso por planta a favor de la solarización*, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para días de transplante a cosecha , la pérdidas de rendimiento debidas a Sclerotinia sp. fueron nulas en la primera fecha y del 6.41 % en la segunda en las parcelas testigo; en las parcelas solarizadas no se registraron pérdidas por este patógeno (ver Gráf. 1), considerando, los bajos niveles de pérdidas debidas a enfermedades, además de los cambios sufridos en la fertilidad del suelo, el mayor efecto, de la solarización en este ensayo, fue el control de malezas.

Gráfico 1. Rendimiento en gramos por m², para 2 variedades de lechuga (Br= Brisa, C= Condor), en dos ciclos de cultivo (1 y 2).



Composición nutritiva de lechuga(100 g de producto comestible).

Nutriente	Lechuga
Agua (%)	95
Prótidos (g)	0.8
Grasas (g)	0.1
Hidratos de carbono (g)	2.3
Fibra (g)	
Cenizas (g)	
Calcio (mg)	13
Fósforo (mg)	25
Hierro (mg)	1.5
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	100
Vitamina A (UI)	300
Valor energético (cal)	13
Cloro (mg)	

Fuente : Maroto, 1995

Bibliografía consultada

Ferratto, J. A.; Skerk, A. y Altuna, D. 1994. Efecto del microclima y otros factores sobre la aparición de corazón negro en apio (*Apium graveolens* L.) bajo túneles altos. XVII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHo. Huerta Grande, Córdoba.

Gianquinto, G. 1991. Ricerche sulle modalitá di allevamento in vivaio di piantine di lattuga cappuccia (*Lactuca sativa* L. var *capitata* (L.) Janchen): riflessi sulla produzione in cotura protetta. Colture Protette, 1: 83-89.

Gambini, F. 1991. Pacciamatura per le lattughe. Colture Protette, 10:32-35.

García Palacios, A. 1967. La lechuga : cultivo y comercialización. Oikos-tau. 216 p.

Maroto, J. V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4a ed. Mundi Prensa. 611 p.

Iglesias, N. ; Massari, A. 1994. Comportamiento de cultivares de lechuga en invernáculo sin calefacción con distintos tipos de cobertura de suelo. XVII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHo. Huerta Grande, Córdoba.

Mitidieri, M., Francescangeli, N. ; Mitidieri, I. de. 1994. Evaluación de cultivares de lechuga en cultivo bajo cubierta. XVII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHo. Huerta Grande, Córdoba.

Mitidieri, M., Francescangeli, N., Marcozzi, P. *et al*. 1995. Efecto del sombreado sobre el microclima y la producción en el cultivo primavero-estival de lechuga bajo cubierta. XVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHo. Las Termas de Río Hondo, Santiago del Estero.

Mitidieri, M. 1995. Impacto sobre la producción. Seminario La Solarización del suelo, EEA INTA San Pedro. San Pedro, 27/09/1995.

Mas información en nuestro sitio web :

http://www.inta.gov.ar/sanpedro

Francescangeli, N. 1998. La humedad del aire del invernadero
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_002.htm

Francescangeli, N. 1998. Tomate bajo cubierta: sin luz no se ve lo que se pierde
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_009.htm

Francescangeli, N. 1999. El microclima en el invernadero hortícola. Parte l - Características de las estructuras que permitan mejorar las condiciones ambientales de los cultivos
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_005.htm

Francescangeli, N. 1999. El microclima en el invernadero hortícola. Parte II - Técnicas de climatización para períodos fríos
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_006.htm

Francescangeli, N. 1999. El microclima en el invernadero hortícola. Parte III - Técnicas de climatización para períodos cálidos
http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_007.htm

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.

El invernadero hortícola es un curso que pretende capacitar a nuevos y futuros productores de hortalizas en invernadero sobre tres aspectos básicos:

- El Invernadero: estructura, cobertura, diseño, dimensiones y ubicación del invernadero.

- Manejo de cultivos: características de las especies, preparación de plantines, ciclos, sistemas de conducción

- Climatización del invernadero: técnicas activas y pasivas para períodos fríos y cálidos

Se presentan algunos aspectos teóricos y resultados de experiencias realizadas por las autoras.

Los textos se complementan con el video del mismo nombre de 3 horas de duración.

INTA
Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación