

Producción de hortalizas bajo cubierta

Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte

Norma Iglesias

Centro Regional Patagonia Norte - Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle



Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Publicaciones
Regionales



Boletín de Divulgación Técnica N° 49

**Producción de hortalizas bajo cubierta:
Estructuras y manejo de cultivo para la Patagonia Norte.**

Ing. Agr. Norma Iglesias

Iglesias.norma@inta.gob.ar

Publicación de:



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
Casilla de Correo 782, 8324 General Roca, Río Negro, Argentina
Fax: 54-2941-453500
E-mail: eeaaltovalle@inta.gob.ar
Internet: <http://www.inta.gob.ar/altovalle>

El material de la presente publicación es en parte original de la autora y en parte recopilación de otros autores a través de publicaciones de cursos y jornadas dictados en la EEA Alto Valle.

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Esta publicación no podrá reproducirse total o parcialmente en ninguna de sus formas sin el consentimiento por escrito del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

*Foto tapa: Invernadero de estructura combinada (hierro y madera), típica de la Patagonia Norte.
Edición y diagramación: Carlos Bellés
Corrección textos: Teodorico Hildebrandt*

*Setiembre, 2006
(tercera edición)*

Indice

Invernaderos: aspectos generales	3
1.- Definiciones y conceptos	3
2.- Objetivos del cultivo en invernadero	3
3.- Condiciones del invernadero	4
4.- El objetivo de producir en invernadero en la región	4
5.- Aspectos sobre la construcción	5
6.- Propiedades de los materiales utilizados como cobertura	6
7.- Transmisión de luz	7
8.- Los plásticos como protección frente a las bajas temperaturas	10
9.- Tipos de estructuras de la Norpatagonia	12
10.- El clima dentro del invernadero	14
11.- Tipos de invernaderos del Alto Valle	27
12.- Acolchamiento de suelos con polietileno (mulching- mulch)	29
13.- Algunos conceptos generales sobre los cultivos hortícolas	32
Cultivos de hoja	37
Cultivo de lechuga	37
Cultivo de espinaca	42
Cultivo de acelga	45
Cultivo de apio	48
Cultivo de perejil	54
Cultivo de escarola	57
Cultivos de fruto	59
Cultivo de tomate	59
Cultivo de pimiento	68
Cultivo de berenjena	72
Cultivo de pepino	77
Cultivo de melón	81
Bibliografía consultada	88

Invernaderos: aspectos generales

1.- Definiciones y conceptos

Aunque existen muchas definiciones sobre el término “invernadero”, en términos generales puede decirse que:

Invernadero es un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, recubierta por vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, en cuyo interior suelen cultivarse hortalizas y plantas ornamentales en épocas durante las cuales las condiciones climáticas externas no permitirían obtener el producto deseado.

Según el cultivo y la época, los invernaderos deben ser dotados de sistemas de calefacción que permitan un aporte adicional de calor.

En determinadas circunstancias también pueden ser dotados de sistemas que permitan una iluminación artificial supletoria, como así también de otros elementos que sirvan para regular determinados componentes del medio climático (altas temperaturas, aporte adicional de anhídrido carbónico, etc)

2.- Objetivos del cultivo en invernadero

- Obtener producciones fuera de época, en circunstancias climáticas en las cuales el cultivo al aire libre no sería posible. Lo más frecuente es pretender precocidad de ciertas especies hortícolas (por ejemplo tomate), aunque también puede interesar la producción tardía (por lo común, hortalizas de hoja).
- Incrementar los niveles productivos, cosa que es posible como consecuencia directa de la intensidad de los cuidados y las mejores condiciones del medio físico. Por ejemplo, en el Alto Valle el rendimiento promedio de tomate es de 12-15 kg/m², registrándose rendimientos puntuales superiores a los 20 kg/m². Indirectamente, la rentabilidad aumenta debido a mejores condiciones de mercado para vender la mercadería (mejores precios).
- Mejorar la calidad comercial de las cosechas producidas, con una mayor seguridad de cosecha debido fundamentalmente a la protección que ejercen los invernáculos sobre ciertos fenómenos climáticos, como por ejemplo sequías, heladas, vientos, lluvias, etc

3.- Condiciones del invernadero

Las dos características principales que deben poseer los invernáculos para ser un medio idóneo para la producción, son **eficiencia** y **funcionalidad**.

Se entiende por **eficiencia** a la capacidad para acondicionar algunos de los principales elementos del clima dentro de límites bien determinados y de acuerdo con las exigencias fisiológicas de los cultivos, y **funcionalidad** al conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del invernáculo, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Partiendo de estos conceptos, es importante destacar características básicas que se deben considerar en el momento de armar un invernadero:

- Que la totalidad del invernadero, en especial el material de cobertura, sea lo más transparente posible a la radiación solar, y lo más impermeable posible a la radiación infrarroja nocturna de longitud de onda larga, emitida por el suelo durante la noche, proporcionando el mayor efecto invernadero que sea posible.
- Que el conjunto de materiales constructivos empleados, proporcione una instalación ligera y estable.
- Que el contacto entre la cobertura y la estructura sea de tal naturaleza, que proporcione al recinto protegido la máxima hermeticidad.
- Que teniendo en cuenta las características anteriores. su costo de instalación resulte lo más económico posible.

4.- El objetivo de producir en invernadero en la región

Todos los cultivos se caracterizan por sus requerimientos precisos que deben ser tenidos en cuenta cuando, por distintas razones, se plantea la producción bajo cubierta. Para esto, el productor debe tener en cuenta que tendrá que resolver varios problemas: incorporación de tecnología no tradicional en la región, adecuación de esa tecnología a condiciones climáticas rigurosas (bajas temperaturas y viento), atención rigurosa de los cultivos, dedicación y sobre todo planificación tanto de las tareas como de la producción.

El tema de los cultivos protegidos no puede dejar de ser analizado desde la perspectiva empresarial de la explotación, sea ésta hortícola o frutihortícola. Este análisis tiene dos grandes componentes, por un lado la tecnología y por otro lado los aspectos comerciales de la actividad.

5.- Aspectos sobre la construcción

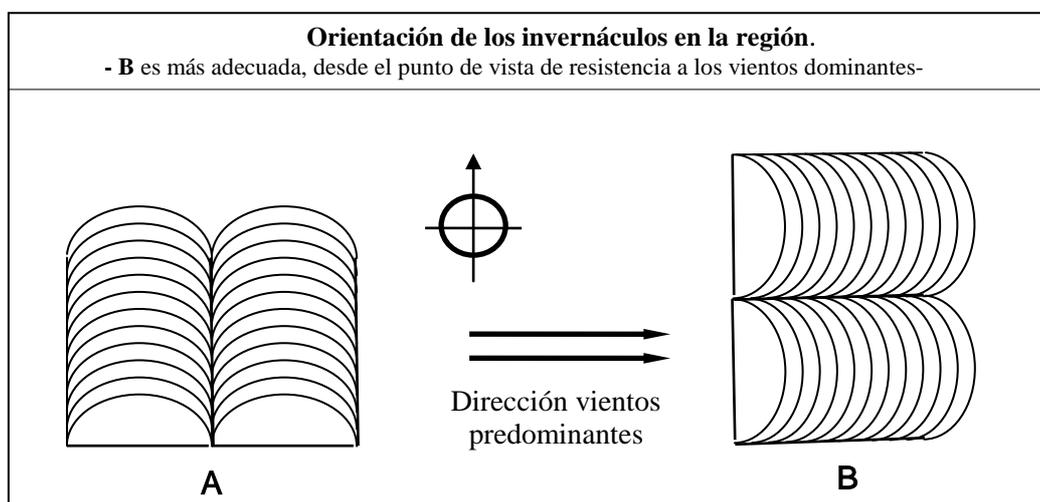
5.1.- La tecnología adecuada

Las estructuras son parte de la tecnología adecuada. Generalmente los productores optan, en sus comienzos, por estructuras sencillas que les permiten adquirir experiencia productiva y divisas que paulatinamente son volcadas a una mayor tecnificación de la estructura, de la calefacción y del riego.

5.2.- Orientación

Este ha sido un punto muy discutido, ya que existen ventajas relativas a cada orientación, pero ha sido la incidencia de los vientos del oeste y sobre todo las ráfagas que pueden superar los 120 km/h lo que ha demostrado, en la experiencia, que la orientación E-O, si bien no es la más conveniente desde el punto de vista de la luminosidad, la que permite una mejor resistencia de los invernáculos.

Es común observar las naves ubicadas en dicha orientación, y dentro de las mismas el cultivo orientado N-S para evitar el sombreado producido por las filas de plantas entre sí, ya que en la primavera el ángulo de incidencia de la luz, desde el N, es menor a la del verano; esto es importante para cultivos altos como el del tomate. En cultivos de hoja, se puede trabajar en hileras a lo largo de la nave.



5.3.- Localización del invernadero

Aunque este es un concepto muy citado en los libros o manuales de invernáculos y podría parecer reiterativo, hay dos o tres puntos importantes de remarcar, porque en la práctica se observan problemas que se originan a partir de localizar erróneamente el invernadero.

Hay que elegir un terreno plano, que no se encharque.

El lugar debe estar protegido de los vientos predominantes o de los más intensos pero, si se piensa en cortinas rompevientos, éstas deben ser lo suficientemente permeables, de manera que permitan brisas suaves que favorezcan la ventilación del recinto.

Tener agua de riego disponible. En la región hay que tener en cuenta el corte de riego, por lo cual habrá que pensar en cisterna o perforación para el invierno.

Estar cerca de la vivienda de quien sea responsable de la explotación, tanto sea para mantenerlo a resguardo de posibles robos como, por una cuestión práctica, el control nocturno de la temperatura, sobre todo en las noches de heladas.

El suelo debe ser de óptima calidad. Es necesario realizar análisis que detallen las características del mismo. No son pocos los casos de problemas de cultivos originados en suelos con contenidos altos de sales. A veces es necesario sacar una capa y cambiar por otro adecuado.

Alejado de caminos polvorientos, sobre todo en esta región caracterizada por los vientos.

5.4.- Efecto invernadero

La radiación que llega a la superficie del invernadero, puede ser reflejada, absorbida o transmitida, no siendo idéntica la proporción para cada longitud de onda. La luz transmitida, a su vez, puede atravesar la cobertura plástica en forma directa o difusa.

El objetivo buscado con las cubiertas plásticas, es que transmitan las longitudes de onda entre 300 y 3.000 nm (radiación solar directa) y que sean opacos a las radiaciones de mayor longitud de onda (radiación infrarroja lejana, emitida por el suelo y las plantas, a la cual la atmósfera es transparente).

De este modo, la radiación directa atraviesa la cubierta del invernadero y es absorbida (además de reflejada y transmitida) por el cultivo, el suelo y estructura del invernadero. Estos cuerpos emiten parte de la energía que absorben como radiación infrarroja lejana, que no atraviesa el material de cobertura, produciéndose un aumento de la temperatura interna del invernadero sobre la temperatura ambiente (durante el día).

Durante la noche no hay ganancia de energía por parte del invernadero, pero los cuerpos que están dentro de él siguen emitiendo radiación infrarroja lejana, que es retenida por el material de cubierta, demorando el enfriamiento del invernadero respecto a la temperatura externa.

La transmisión de la radiación directa y la opacidad a la radiación infrarroja lejana, varían de acuerdo al tipo de cobertura utilizada.

6.- Propiedades de los materiales utilizados como cobertura

En general, todos los materiales presentan buena transparencia a la radiación directa. La diferencia radica en la transparencia a las radiaciones infrarrojas lejanas, que son las que producen el efecto invernadero.

En la siguiente tabla se mencionan las principales características de los materiales de cubierta más usados:

	Espesor (u)	Densidad (g/cm ³)	Transmisión luz (%)	Transmisión IR (%)
FLEXIBLES				
Polietileno	100-200	0.92	92	77
Polietileno L.D.	180-200	0.92	90	65-75
Polietileno Térmico	200	0.92	83-86	13
EVA	200	0.95	90	38
PVC	200	1.25	90	32
RIGIDOS				
Vidrio	3	2.5	90	0
Poliéster	1-2	1.5	85	4
Polycarbonato	4-16	1-3 kg/m ²	75-83	0
PVC	0.8	1.5 kg/m ²	84	6

En general, la duración de los films es de 3-4 años y la de las placas rígidas de 15-20 años.

7.- Transmisión de luz

7.1.- Relación entre el tipo de invernadero y la luz dentro del mismo

En cuanto a la luz, lo más importante es considerar la intensidad y duración ya que, junto con el fotoperíodo, son las que determinan el éxito o fracaso de muchos cultivos.

Existe una luminosidad potencial dada por las condiciones ambientales, entre las cuales distinguimos la latitud y el momento del día, y otra real, la cual es la fracción de energía lumínica que alcanza todo el invernadero. Sobre esta última, tienen influencia las características de la cubierta y la luminosidad del cielo.

El diseño del invernadero debe realizarse teniendo en cuenta la luminosidad que se logrará en el interior, ya que la disminución de la misma o el sombreo repercuten negativamente sobre el normal desarrollo de las plantas.

Existen ventajas comparativas a favor de los techos parabólicos o semiparabólicos respecto a los techos a dos aguas, en lo que se refiere a la iluminación dentro del invernáculo.

En cuanto a la orientación, en algunos diseños las diferencias pueden tener algún grado de importancia, pero para la región norpatagónica se recomienda la orientación E-O, sobre todo por la resistencia a los vientos.

7.2.- Materiales de cubierta

Cuando se analiza la transmisión de luz de los materiales de cubierta, es necesario tener en cuenta la influencia del material de estructura. Los materiales de mejor comportamiento, normalmente son los más pesados y necesitan estructuras que producen más sombreamiento.

Si tenemos en cuenta este detalle, los invernaderos de polietileno son los que mayor proporción de luz dejan pasar:

Polietileno	71%
Vidrio	67%
Policarbonato	65%
PE-doble	61%

➤ **Vidrio**

Es el material de mejores propiedades ópticas. Es transparente a la luz directa y totalmente opaco a la luz de onda larga. Se lo está reemplazando por el alto costo y el peso, que requiere de estructuras muy fuertes. Es necesario realizar limpieza y sellado para mantener una buena transmisión de la luz y disminuir pérdidas por renovación de aire.

➤ **Poliéster fibra de vidrio**

Es un excelente sustituto del vidrio. Es poco transparente a las radiaciones nocturnas. Tiene gran poder de difusión de la luz. No se utilizan demasiado por su alto costo.

➤ **Policloruro de vinilo (PVC)**

Puede ser rígido (placas) o flexible. Este material es permeable a la luz directa (80-90%) y transmite entre un 28-32% de la radiación de onda larga. La principal desventaja del film es la poca resistencia al rasgado una vez dañado o perforado y el ancho en que se comercializa. Esto no lo hace aptos para estructuras de palo y alambre. Se deforma con altas temperaturas.

➤ **Polimetacrilato de metilo, o vidrio acrílico**

Tiene propiedades ópticas excelentes y mayor resistencia que el cristal. Viene en placas, siendo ésta la causa de su escasa utilización (alto costo).

➤ **Copolímeros EVA**

Es una combinación de etileno y acetato de vinilo, en diferentes proporciones, que a su vez modifica las propiedades. El acetato de vinilo eleva la resistencia al impacto y reduce la resistencia al rasgado, que es mayor a la del PVC.

➤ **Polietileno**

Es el material más utilizado por su bajo precio, si bien tiene inconvenientes. Las principales son su baja duración y su alta permeabilidad a las radiaciones de onda larga (56%). En la actualidad se le incorporaron aditivos de “larga duración”, que lo protegen de la radiación ultravioleta y “larga duración térmico”, que lo hacen más opaco a la radiación de onda larga (PE térmico 0,2 mm = 15-18%). Es muy resistente al rasgado, lo que lo hace apto para estructuras de palo y alambre. Otras ventajas son su bajo peso, que se comercializa en anchos variables y su buena difusión de la luz.

7.3.- Comparación entre los materiales de cubierta

Si nos limitamos a la simple comparación entre vidrio y plástico, podemos hacer el siguiente resumen:

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	LIMITACIONES
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Tradicionalmente más usado. • Sus propiedades físicas, químicas y ópticas fueron hasta hace poco las mejores. Hoy existen plásticos comparables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta altas cargas (por el grosor) • Gran duración • Alta transparencia a la luz solar. • Excelente difusión. • No contamina el ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto precio. • Elevado peso. • Riesgo para los empleados en el caso de rotura. • Difícil montaje.
Plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos pueden reemplazar satisfactoriamente al vidrio. • Se está generalizando su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor riesgo de rotura por granizo. • Liviano. • Fácil manejo para colocar. • Más económico que el vidrio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con el tiempo se alteran sus propiedades. • Contamina el ambiente. • Menor duración.

8.- Los plásticos como protección frente a las bajas temperaturas

Los plásticos utilizados como coberturas hortícolas deben reunir, entre otras, las siguientes condiciones:

- Que transmitan la radiación solar sin alteraciones, con la menor reflexión posible. Esto significa, sin alterar la calidad y cantidad de luz del flujo solar incidente.

- Que resulten lo más impermeables posibles a la radiación infrarroja nocturna de longitud de onda larga, emitida desde el suelo.

- Que la transmisión de la luminosidad sea preferentemente difusa, ya que esto permite una iluminación más uniforme y con poca sombra sobre las plantas.

- Que sea resistente a la tracción, al rasgado y al impacto. Debe tener un índice de fluidez que permita esto. El mismo da una idea de la viscosidad del plástico y está en relación al peso molecular. Es lo que se conoce como densidad.

- Que sea lo más liviano posible.

- Que tenga la mayor duración posible, sin sufrir degradaciones ni alteraciones de transmisibilidad.

8.1.- Montaje de la cobertura

Para efectuar el montaje de la cobertura de plástico es necesario, fundamentalmente, tener en cuenta:

- El estado de los materiales
- La elección del momento
- La fijación de la cobertura

8.2.- Estado de los materiales

Los materiales deben estar en perfecto estado, lo que evitará pérdidas de tiempo en su colocación y roturas posteriores. Esto significa extremar los cuidados durante el transporte y desenrollado de éstos.

El almacenamiento de los rollos debe efectuarse en un lugar cubierto. Es conveniente exponer al aire libre sólo la cantidad que se va a colocar durante el día.

8.3.- Elección del momento

Esto es muy sabido para aquellos que tienen experiencia en el armado de estructuras, ya que las condiciones climáticas reinantes durante la colocación de la cobertura deben ser tenidas en cuenta si se quiere mayor duración del material.

Por ejemplo, debe evitarse trabajar en días de viento y las temperaturas deben oscilar alrededor de 25°C. El exceso de frío determinará que el material plástico se encuentre muy contraído, pudiendo rajarse en días de calor, en tanto que las temperaturas elevadas dilatarán el material, significando que la cubierta quede floja presentando bolsas sobre las cuales se acumulará el agua de lluvia. Los paños flojos también sufren la acción del viento.

8.4.- Fijación

Es importante la forma en que la cobertura se fije a la estructura, ya que un trabajo adecuado evitará vibraciones, desajustes y roturas, sobre todo por los vientos.

El polietileno debe tensarse bien, sin arrugas y sin paños flojos. En el caso de estructuras de madera, hay que fijarse que no existan protuberancias que puedan rajar el film por el roce.

Para un mayor éxito en la colocación es necesario tener en cuenta, por un lado, el diseño de los módulos, ya que los mismos deben realizarse en función de las medidas de los films o placas más comunes en mercado y por otro el estado de la estructura; sobre todo si es de madera, revisar si no hay roturas o astillas.

9.- Tipos de estructuras de la Norpatagonia

9.1.- Materiales de estructura

Existen dos tipos de materiales empleados: madera o metal. Es fundamental la elección de los mismos planteándose cuál es el objetivo de la explotación. Si se pretende simplemente obtener una producción medianamente de primicia, por ejemplo en tomate, cosechada a partir de mediados o fines de diciembre para cubrir la brecha existente entre el tomate primicia de invernadero y el de campo, algunos productores optan por una sencilla estructura de muy bajos costos y una cubierta, de modo que más que un invernáculo actúa como un macrotúnel o techo, que puede disminuir los efectos de las heladas tardías en trasplantes a partir de la segunda quincena de septiembre.

- **Estructura de madera**

En la región existen desde aquellos hechos con madera sin trabajar hasta los más sofisticados de madera tratada, incluso combinados con partes metálicas.

Los más simples son los realizados con postes de álamos, incluso medianamente descortezados. Los postes deben ser tratados con conservantes de la madera, ya que de no efectuarse este tratamiento la duración de los mismos es muy corta, registrándose casos en los cuales al tercer año hay que cambiar la estructura. Esto significa una amortización de la estructura en el corto plazo, lo cual se traduce en la rentabilidad del cultivo, además de los inconvenientes prácticos que el caso plantea.

Además del tratamiento, es conveniente el pincelado con brea o recubrimiento de polietileno en las zonas que van enterradas.

Por lo general, el grosor de los postes laterales y los del techo hace que se produzca un sombreado sobre los cultivos, lo cual repercute negativamente en un momento del cultivo en el cual los requerimientos fotolumínicos son altos.

Las formas por lo general son de techo a dos aguas, sosteniéndose el polietileno con varillas de madera o caña, en los modelos más precarios.

- **Estructura metálica**

En esta región existen diferentes tipos de estructuras metálicas. Es muy común que los productores elijan iniciarse con una estructura de madera o combinada, la que requiere de una menor inversión, y paulatinamente se vuelquen hacia una estructura más compleja, que les brinde mayor seguridad desde el punto de vista de resistencia a los vientos y durabilidad.

Los materiales empleados son aluminio o hierro galvanizado, pudiendo presentar distintas formas. Por lo general se presentan como cuerpos de 6 metros de ancho, apareados en naves de 12 metros de ancho con techo parabólico o a dos aguas.

- **Estructura combinada**

La disponibilidad de madera en la chacra y la economicidad del modelo, hace que ésta sea una estructura muy difundida en la región. Se construye con postes sulfatados y embreados en su base y arcos metálicos en el techo. Estos arcos pueden ser de hierro galvanizado, hierro pintado o de caño estructural.

La resistencia a los vientos es menor que la estructura totalmente metálica.

Para sostener el polietileno, al igual que en la estructura metálica, se usa un enrejado de alambre sobre el cual se apoya el film. Una vez colocado éste, se colocan flejes plásticos para fijarlo y disminuir el deterioro del material.

Tipo de estructura	Ventajas	Desventajas
Madera	<ul style="list-style-type: none"> • Económica • Disponibilidad de material en la zona 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca duración • Produce sombreado
Metálica	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a los vientos. • Duración. • Fácil armado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más costosas que las de madera. • Si son de hierro no galvanizado se pueden oxidar. • Hay que tener precauciones porque puede degradar el polietileno.
Combinada	<ul style="list-style-type: none"> • Costos intermedios. • Fácil armado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor duración, de la parte de madera, que la metálica. • Menor resistencia a los vientos que la metálica.

10.- El clima dentro del invernadero

10.1.- Manejo del microclima dentro del invernadero

Los elementos fundamentales a considerar en la climatología de los invernaderos son:

- Luminosidad.
- Temperatura.
- Humedad.
- Composición del aire.

- **Luminosidad**

La radiación solar

El diseño del invernáculo, la orientación y la época del año, tal cual lo hemos expresado en párrafos anteriores, van a determinar la cantidad de luz recibida por los cultivos.

Es importante considerar el estado del polietileno de la cubierta ya que, como se ha visto, con el tiempo algunos materiales plásticos pierden progresivamente sus propiedades ópticas. Asimismo la acumulación de polvo, tan común en la región, disminuye la radiación solar incidente en las plantas, por lo que hay que observar este detalle y realizar limpiezas periódicas.

Cuando los cultivos se extienden durante el verano, la temperatura y radiación aumentan considerablemente, pudiendo influir negativamente sobre el cultivo; por ejemplo, con quemado de

frutos. Algunos productores optan por encalar la superficie, otros utilizan mallas de media sombra. Estas mallas tienen la ventaja de poder correrse y descorrerse según la variación de los factores considerados.

- **Temperatura**

- Temperatura del aire**

Este es un punto importante en nuestra región, ya que producir en invernáculo plantea en sí mismo un objetivo claro: obtener un producto cuando las condiciones climáticas a campo abierto no lo posibilitan.

Pero debe primar un criterio económico para tomar una determinación de este tipo: debe resultar lo más económico posible, lo cual se traduce en mayor rentabilidad del cultivo. Es por esta razón que es necesario planificar la producción teniendo en cuenta, por un lado, las posibilidades que brinda el mercado para distintas épocas del año para un determinado cultivo y, después, cuáles son los requerimientos de temperatura que esos cultivos tienen durante distintas fases de su ciclo.

A veces, a pesar de los mejores precios de mercado, es tan costoso producir para coincidir con esa oportunidad económica, que un desplazamiento en la época puede permitir una mayor rentabilidad al disminuir los costos.

En función de esas fechas, hay que calcular la temperatura del exterior y las necesarias para el cultivo; esta diferencia, es la que se debe compensar con algún método de aporte adicional de temperatura.

Valores óptimos de temperatura en distintos cultivos		
Especie	T° óptima nocturna (°C)	T° óptima diurna (°C)
Acelga	7	18-25
Berenjena	15-18	22-26
Espinaca	2	20
Lechuga	10-15	15-20
Melón	18-21	24-30
Pepino	18-20	24-28
Pimiento	16-18	22-28
Poroto Chaucha	16-18	21-28
Tomate	13-16	22-26
Zapallito	15-18	24-30

El material de construcción de los invernaderos suele ser muy variable, esto tiene importancia para el balance energético dentro del recinto.

El material de la cubierta deja pasar las radiaciones solares, que se componen de radiaciones visibles y radiaciones invisibles al ojo humano. Ambas son indispensables para la vida vegetal.

Una sustancia que absorbe energía radiante, aumenta su temperatura y emite a su vez energía en forma de radiación. Existen materiales que pueden absorber gran cantidad de la luz que incide y emitir gran cantidad de energía, mientras que otros pueden reflejar todo el flujo de luz incidente sin transformarla en energía.

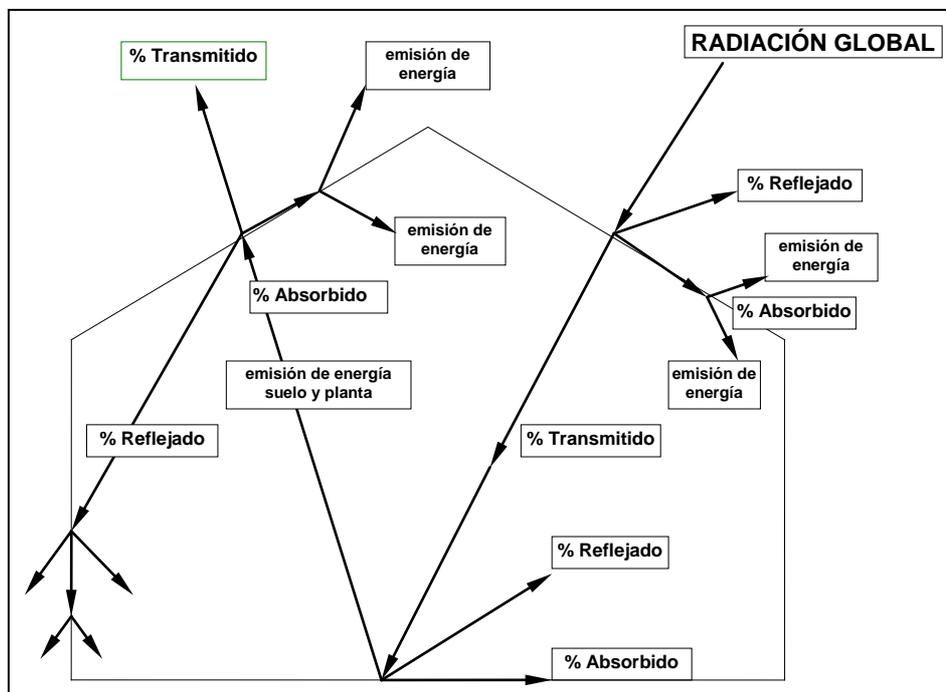
Debido a las propiedades que tienen los materiales usados en la construcción de los invernaderos para reflejar, absorber o transformar la luz en energía, se puede decir que en el interior del invernadero pasa aproximadamente el 50% de la energía que viene de la atmósfera.

A su vez la masa vegetal dentro del recinto juega un papel activo al igual que el terreno, ya que casi toda la irradiación del terreno y la vegetación es absorbida por las paredes, las cuales vuelven a emitir las radiaciones, mitad hacia el exterior y mitad hacia el interior.

Intercambio térmico entre el invernadero y el exterior

Como ya se ha explicado, durante el día el balance de energía calórica es positivo a favor del invernadero, que actúa como captador y ejerce un efecto trampa; en cambio, por la noche las temperaturas interna y externa tienden a equilibrarse, incluso pudiendo llegar a un balance negativo,

lo que se conoce como “inversión térmica”. Esto puede suceder cuando el material de cerramiento permite el paso hacia la atmósfera, de la energía calórica almacenada dentro del recinto en forma de radiación infrarroja larga, pudiendo incluso registrarse temperaturas inferiores a 0°C.



El efecto invernadero se puede atenuar en esta región usando materiales de cubierta térmicos, aunque para cultivos de mayores requerimientos de temperaturas o durante la época más fría, es necesario el aporte suplementario de temperatura (calefacción).

Durante el día la temperatura dentro del invernadero varía constantemente, registrándose grandes oscilaciones térmicas. La temperatura del aire es la resultante de un equilibrio energético entre la energía incidente, procedente del sol, y la emitida en el invernadero. Un buen manejo de la temperatura del recinto, significa atenuar estas oscilaciones para mantenerla alrededor de los valores requeridos por el cultivo.

10.2.- Manejo del clima en el invernadero hortícola

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

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 manejar las condiciones espontáneas del clima dentro del invernadero, contamos con diversas técnicas, tanto en invierno como en verano. Antes de presentarlas, consideraremos algunas características de las estructuras que debemos respetar, para aplicar cualquiera de ellas.

Algunas características de las estructuras de los invernaderos, que permiten mejorar las condiciones del clima interior

Las dimensiones y formas del invernadero, asociadas a la cobertura del cultivo, determinan de manera clara el microclima que se genera en el interior

Aunque en el momento de proyectar su construcción, las siguientes características básicas pocas veces son consideradas, es necesario tomar conciencia de que se debe comenzar a actuar sobre la estructura para brindar a los cultivos las mejores condiciones y para hacer más eficiente cualquier técnica de climatización que se implemente en el futuro, dentro del invernadero.

1) Para lograr mayor captación de luz en invierno:

a) Orientar las estructuras en sentido E-O (siempre que las condiciones de vientos fríos de la zona y la existencia de cortinas rompevientos lo permitan)

b) En las estructuras con techo a dos aguas, tratar de que éstas tengan un ángulo de entre 25 y 30° con respecto a la horizontal (es posible en los modelos triple capilla; en las estructuras simples raramente superan los 20°)

c) Evitar sombreos sobre la estructura, por ejemplo de cortinas rompevientos.

2) Para reducir al mínimo las pérdidas de calor en invierno:

Recordar que los escapes más importantes de calor se producen por las cubiertas, por lo tanto las estructuras deben tener la menor superficie expuesta posible. Esto se logra haciendo variar la relación largo-ancho de las estructuras: evitar los invernaderos angostos y muy largos. Manteniendo una relación no mayor de 3:1 del largo con respecto al ancho.

3) Para mejorar la ventilación en verano:

Se aconseja que las estructuras tengan una gran superficie de aberturas. Como no conviene aumentar las longitudes de las paredes, una forma de lograrlo es aumentando la altura de las mismas y colocando aberturas cenitales.

Se sugiere contar con un invernadero que por lo menos presente:

- Altura lateral superior a 2 metros y cenital superior a 3 metros.
- Cierre hermético de la cobertura, sin infiltraciones de aire importantes (presencia de zócalos, puertas que cierren bien, ausencia de juntas imperfectas, etc).
- Ventanas de fácil manejo que representen por lo menos una posibilidad de apertura del 25% de la superficie de suelo cubierta.

10.3.- Técnicas de climatización para períodos fríos

Las técnicas de calefacción disponibles se clasifican en activas y pasivas, de acuerdo a si necesitan energía para funcionar o no.

Calefacción pasiva. Dobles techos y pantallas térmicas

Estas técnicas pasivas no aportan calor, sólo protegen al cultivo del escape nocturno de calor acumulado durante el día por suelo y cultivos.

Cuando el cultivo es pequeño y queda gran parte del suelo sin cubrir, la acumulación térmica durante las horas de radiación solar es importante y por lo tanto, a la noche, el doble techo permite conservar el ambiente con 1 a 3°C más en el aire. Este pequeño aporte podría prevenir la muerte del cultivo por heladas, pero no alcanza para asegurar a las plantas de la mayoría de las especies hortícolas, las temperaturas mínimas de crecimiento y el cultivo permanecerá inactivo (Cuadro 1).

El uso de doble techo presenta el inconveniente de la reducción de la radiación recibida por los cultivos, pero permite ahorrar combustible para la calefacción.

Existe también la posibilidad de emplear pantallas térmicas, las cuales conjuntamente con los dobles techos, contribuyen a proteger contra heladas tardías en trasplante de fines de invierno, pero el incremento térmico nocturno que aportan no alcanza para acelerar el ciclo de cultivo. Puede ser más interesante su aplicación en un cultivo tardicia, para prolongar un tiempo más las cosechas de una especie trasplantada en verano.

Calefacción activa

Es una alternativa costosa para nuestro productor, pero es la única técnica que permite asegurar a los cultivos las temperaturas óptimas nocturnas que necesitan para no detener su crecimiento. Para cada cultivo y zona de producción deberán hacerse los cálculos correspondientes.

Los sistemas de calefacción activos sólo resultan eficientes en estructuras herméticas sin aberturas ni roturas de la cobertura. Si se decide la compra de un calefactor activo, debe tenerse clara la diferencia entre calefaccionar y proteger contra heladas. 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, sin embargo en algunas situaciones puede justificarse una mínima protección para mantener un cultivo durante el invierno.

Cálculo simplificado de la potencia térmica exigida a un calefactor (FAO, 1988)

$$Q = \text{Sup cobertura} / \text{Sup suelo} \times \mu \times (T_i - T_e) \text{ watt/m}^2$$

Q: potencia térmica del calefactor

Sup cobertura: Superficie total de la cobertura del invernadero

Sup suelo: superficie del suelo cubierta por el invernadero

μ : coeficiente de consumo de calor (ver tabla siguiente)

T_i: Temperatura interior deseada

T_e: 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 dividírsele por 1,163

(1 kcal/h = 1,163 watt)

Valores de μ para vientos de hasta 14 km./h	
Situación	μ (watt/m². °C)
<i>Cubierta simple</i>	
Exposición normal o protegida	7
Exposición sin protección	8
<i>Cubierta doble</i>	
Exposición normal o protegida	6
Exposición sin protección	6.5

En el cuadro 2 se presenta el valor calorífico de los principales combustibles utilizados en la calefacción de invernaderos.

Cortinas rompevientos

Para proteger las estructuras del efecto de los vientos fríos, resultan muy benéficas las cortinas rompevientos, cuyas principales funciones son: 1) reducir los riesgos de daños mecánicos y 2) reducir las pérdidas de calor.

Una buena cortina vegetal es la que presenta el 50% de su área frontal cubierta, sin claros producidos por la falta de árboles. Deben preferirse especies de crecimiento rápido y bien adaptadas a las condiciones de la zona, con riego y buen cuidado sanitario. Su área de protección se extiende hasta una distancia igual a 12 veces su altura. Si la cortina no se ubica en el sector sur, para evitar que proyecte sombra a los invernaderos en algún momento del día, debe estar alejada de éstos a una distancia igual a 4 veces su altura.

10.4.- Técnicas de climatización para períodos cálidos

La refrigeración del invernadero en época estival, suele ser más difícil de lograr que la calefacción en épocas frías.

Las técnicas ACTIVAS (requieren energía para funcionar) como por ejemplo los paneles evaporantes, aspersión fina de agua (fog) en el interior de las estructuras, por su alto costo no son rentables todavía para explotaciones hortícolas.

Las PASIVAS, son muy accesibles y aplicables en cualquier estructura. Ejemplo: ventilación natural, sombreado.

Ventilación natural

La ventilación natural del invernadero es la técnica de climatización menos costosa y generalmente la peor manejada. Permite actuar sobre las estructuras, el contenido de humedad relativa del aire y la renovación de anhídrido carbónico.

De muchas experiencias surge que el área mínima de ventanas del invernadero debe representar por lo menos el 25% de la superficie de suelo cubierta.

Las aberturas cenitales, aunque difíciles de implementar en los invernaderos con doble techo, son de suma importancia en situaciones de falta de viento y cuando el cultivo es alto y obstruye las aberturas laterales. Estas aberturas deben cerrarse muy bien durante los períodos fríos, para evitar filtraciones de aire. Se sugiere que represente como mínimo el 10% de la superficie de suelo cubierta.

Como la principal función de las aberturas cenitales es permitir el escape de aire caliente que se genera en el interior, convendría que su orientación sea contraria a la de los vientos predominantes en verano, para evitar así esa salida: Ejemplo: un invernadero orientado E-O en una zona de vientos estivales predominantes del sector N, debería tener la abertura cenital hacia el S.

Las aberturas laterales deben superar siempre la altura del cultivo. Esto se logra aumentando la altura de las paredes. Los mecanismos de sujeción de la cobertura deben ser seguros y fáciles de operar. La cobertura siempre debe estar fija en la parte superior y la apertura se efectúa de abajo hacia arriba. Es imprescindible la presencia de un zócalo que garantice mayor hermeticidad a la estructura cuando está cerrada y proteja al cultivo recién trasplantado de los embates del viento.

Si se respetan los mínimos de aberturas efectivas recomendados, en invernaderos altos con aberturas cenitales la oportunidad de apertura de ventanas juega un rol importante: abrir bien las ventanas, aún en época invernal, si el día es soleado, para que se reduzca la humedad relativa y entre anhídrido carbónico.

La disposición de las filas del cultivo en sentido transversal mejora la ventilación, especialmente en días de vientos calmos.

La incidencia de enfermedades de tipo virósico transmitidas por insectos, como la tan temida “peste negra del tomate”, obliga al productor a replantear sus estrategias de manejo, particularmente en los cultivos primavera-estivales. Además de la elección de híbridos resistentes o tolerantes y diversas medidas de higiene, la protección del cultivo en sus primeras etapas con mallas anti-insectos parece ser una buena manera de prevenir la enfermedad.

Estas mallas, que se colocan en las ventanas del invernadero, inciden negativamente sobre la renovación del aire, especialmente en días sin viento. Por lo tanto, si se decide utilizarlas, hay que hacer un ajuste en las épocas de trasplante, por ejemplo adelantándolo, para proteger al cultivo el

mayor tiempo posible. Esta alternativa obliga a contar con un sistema de calefacción en el invernadero.

En cualquier zona de latitudes medias, la ventilación natural suele resultar insuficiente cuando la temperatura exterior supera los 30°C y debe recurrirse a otras técnicas de refrigeración, como por ejemplo el sombreado.

Sombreado del invernadero

El sombreado de invernaderos, poco difundido entre nuestros productores hortícolas, produce el descenso de las temperaturas en el interior de las estructuras por disminuir la radiación global incidente. Debe manejarse con cuidado en tomate, ya que es muy sensible a la falta de luz durante 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.

El sombreado estático, fácil de implementar en estas últimas estructuras, puede llevarse a cabo a través del encalado, el embarrado, o el uso de mallas de polipropileno negras, blancas, de otros colores o aluminizadas. 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 aspersion. 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. 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. Esta práctica puede implementarse con más facilidad en estructuras metálicas de techos curvos.

Embarrado

Se aplica barro más o menos diluido por el interior de la cobertura con un rodillo de lana o pinceleta. Debe preverse su cepillado cuando ya no se lo desee, teniendo en cuenta que los restos caen sobre el cultivo. En la EEA San Pedro no se han efectuado mediciones climáticas sobre los efectos de esta práctica.

- **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) estaba reservado para estructuras muy sofisticadas con sistemas de automatización. Actualmente están ingresando al país prácticos broches de sostén que permiten correr las mallas aún en invernaderos más precarios.

Sombreado con malla

Se utilizan mallas de polipropileno, tipo media sombra, más o menos abiertas, de acuerdo al grado de sombra que se desee. Aunque costosas en relación a las prácticas del encalado y del embarrado, pueden retirarse fácilmente cuando ya no se deseen, pudiéndose las usar durante años.

Cuadro 1: Requerimientos Climáticos de Algunas Especies Hortícolas.

a) Valores de temperatura (C) para diferentes cultivos.

(Tesi,1969; en Montero y Antón,1993).

Especie	Mínimo crecimiento	Optima noche	Optima día
Tomate	10-12	13-16	22-26
Pimiento	12	16-18	22-28
Pepino	12-14	18-20	24-28
Lechuga	6-8	10-15	15-20
Berenjena	12	15-18	22-26
Melón	13-14	18-21	24-30
Poroto	12	16-18	21-28

b) Niveles de distintos parámetros climáticos determinados para tomate y pimiento (Tesi,1969; en Montero y Antón,1993)

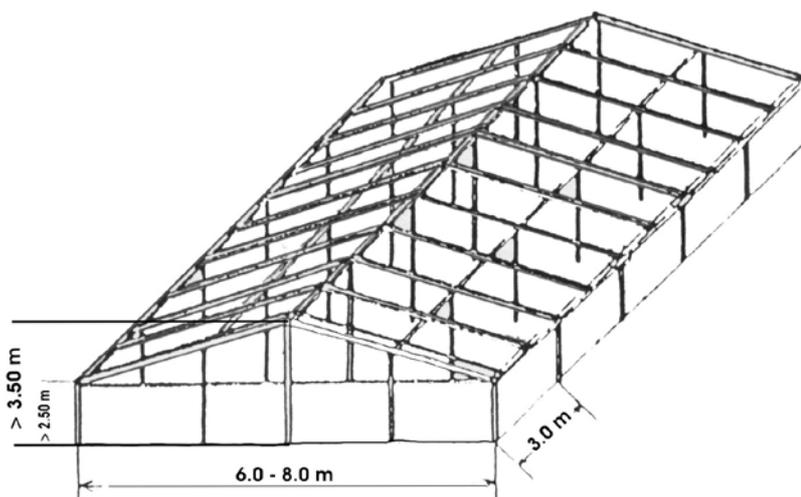
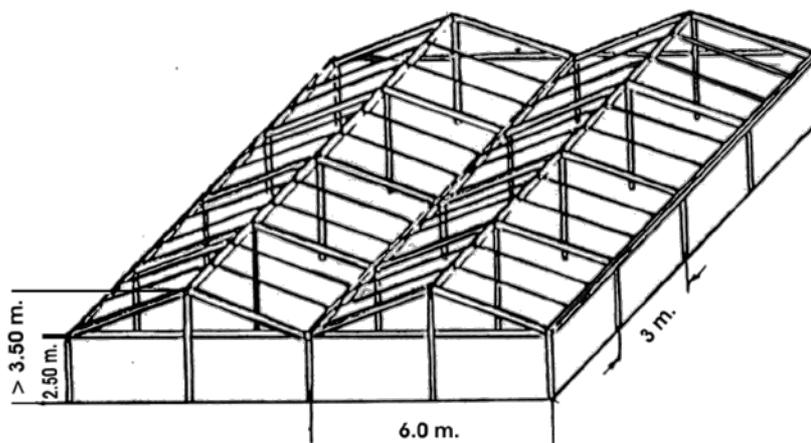
Parámetro	Niveles	
	Tomate	Pimiento
Temperatura (°C)		
mínimo de germinación	9-10	12-15
óptima de germinación	20-30	20-30
óptima de sustrato	15-20	15-20
mínima letal	0-2	0-4
mínima biológica	10-12	10-12
óptima diurna	22-26	22-28
óptima nocturna	13-16	16-18
máxima biológica	26-30	28-32
Humedad relativa (%)		
óptima	55-60	65-70
Anhidrido carbónico (ppm)		
óptimo	1000-2000	1000
Luz		
intensidad (lux)	10000-40000	-
duración	indiferente	día largo

Cuadro 2: Valor calorífico de los principales combustibles utilizados en la calefacción de invernaderos (FAO,1988):

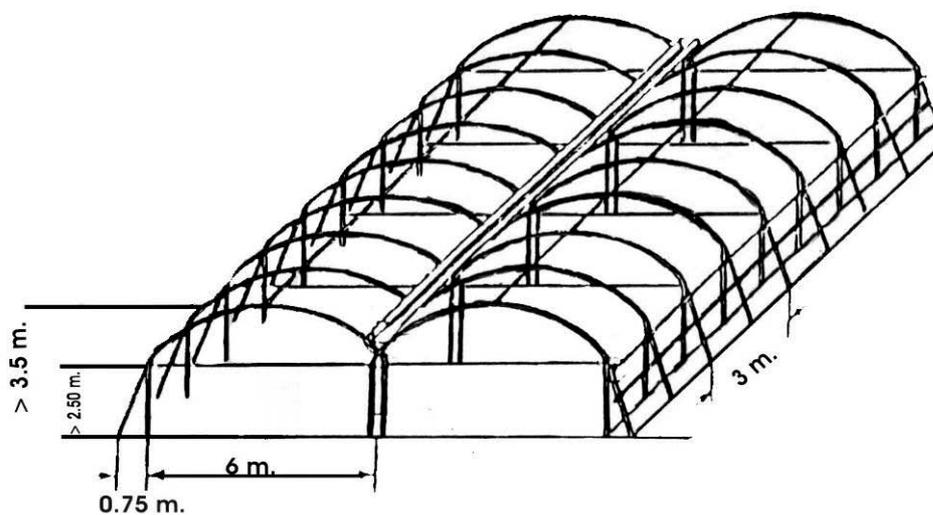
Combustible	Valor calorífico neto (valores variables con la calidad)
Sólidos	
carbón	7000-7500 cal/kg
turba	3700 cal/kg
madera (16% agua)	3500 cal/kg
Líquidos	
gasoil	9000 cal/l
nafta	7500 cal/l
kerosene	7500-10000 cal/l
aceites pesados	10000 cal/kg
Gaseosos	
gas natural	9500 cal/m ³
butano	11000 cal/m ³
propano	12000 cal/kg

11.- Tipos de invernaderos del Alto Valle

Estructuras de techo a dos aguas



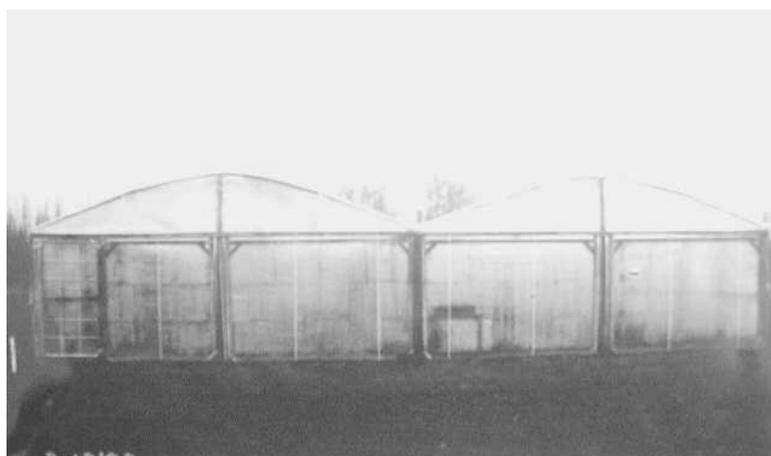
Estructura de techo semiparabólico



Estructura metálica



Estructura combinada



Estructura de madera



12.- Acolchamiento de suelos con polietileno (mulching- mulch)

El acolchamiento es una técnica empleada para proteger los cultivos y el suelo, de la acción de los agentes atmosféricos los cuales, entre otros efectos, reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes, incrementando los costos.

Para enfrentar estos problemas, la agricultura dispone del plástico denominado polietileno para acolchado o mulch, con el cual se cubren las camas como capa protectora. Esta capa actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos.

Las camas cubiertas de polietileno ofrecen, además, otras ventajas: la opacidad a la luz solar, que impide el desarrollo de malezas y la absorción de calor durante el día y su posterior restitución durante la noche, convirtiéndose así en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del proceso fotosintético, que redundará en precocidad e incremento de los rendimientos.

El uso de polietileno como cobertura de las camas ha dado excelentes resultados y se incrementa de manera sustantiva en todos los países, aun en los más tradicionalistas.

12.1.- Principales ventajas del acolchamiento (mulch)

- Efectivo control de malezas.
- Mantenimiento de la humedad, conservando la estructura del suelo.
- Incremento de la fertilidad de la tierra.
- Reflexión de luz para beneficiar la fotosíntesis.
- Reducción de la mosca blanca y áfidos en general.
- Adecuación de las temperaturas del suelo.
- Reducción de los costos por mano de obra, herbicidas e insecticidas.
- Reducción de los costos de agua y fertilizantes.
- Precocidad de la cosecha, permitiendo aprovechar ventanas de oportunidad aunque no se han visto aumentos en los rendimientos.
- Calidad de los frutos.
- Protección de los frutos.
- Evita la erosión y el endurecimiento de la tierra. .
- Bajo costo. (Excelente relación costo-beneficio)

Control de malezas

La impermeabilidad a la luz solar de algunos polietilenos, detiene el crecimiento de malezas. Se han utilizado siempre los plásticos negros, pero de reciente desarrollo son los polietilenos plata,

plata/negro y blanco/negro, que además de bloquear el paso de luz producen también reflexión, con lo cual aportan luz al reverso de las hojas, estimulando la fotosíntesis y por lo tanto la precocidad y el tamaño de los frutos.

La nueva generación de polietilenos para acolchamiento, son las coextrusiones con una cara plata o blanco y una cara negra, precisamente para que la cara negra haga barrera a la luz e impida el desarrollo de la vegetación espontánea.

Humedad del suelo

La impermeabilidad del polietileno impide la evaporación del agua del suelo, consiguiendo que el líquido permanezca disponible para las plantas cultivadas. La plantación mantiene una alimentación regular y constante.

Fertilidad de la tierra

La temperatura y humedad del suelo se ven incrementadas debido a la cobertura de polietileno, que favorece la nitrificación y -por tanto- la absorción del nitrógeno. Adicionalmente, al estar protegido el terreno, las lluvias no lavan el suelo; los fertilizantes no son arrastrados a profundidades donde no puedan llegar las raíces y se eliminan casi por completo las pérdidas de nitrógeno por lavado.

Protección de la tierra

El método de cobertura de suelos con polietileno, contribuye efectivamente a evitar la erosión y el endurecimiento de la tierra.

Reducción de áfidos

La utilización de polietilenos con caras plata o blanco hacia el sol, consigue el efecto reflexión de luz. Este efecto tiene gran influencia contra la presencia de mosca blanca y otros áfidos. En estudios realizados con distintos tipos de mulch, se ha comprobado que la reducción de áfidos con acolchado plata es del 81,4% y con el acolchado blanco/negro del 76,1%.

Reflexión de luz.

Los plásticos plata y blancos reflejan la luz solar proporcionando a las hojas luz en anverso y reverso, con lo cual se estimula la fotosíntesis, se mejora la calidad de los frutos y se obtienen cosechas más tempranas.

Temperatura del suelo

El plástico transmite al suelo la energía calorífica recibida del sol durante el día, produciendo el efecto invernadero. Durante la noche el polietileno limita la fuga de las radiaciones IR (energía calorífica generada por el suelo y las plantas) y mantiene, durante la noche, temperaturas para las raíces más altas que las del ambiente.

Desarrollo de raíces

El suelo acolchado tiene una estructura adecuada para el desarrollo de las raíces. Estas se hacen más abundantes y más largas en forma horizontal, debido a que la planta localiza la humedad suficiente a poca profundidad.

El incremento de raicillas estimula a la planta para efectuar mayor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, lo que produce mayores rendimientos.

Reducción costos por mano de obra, herbicidas e insecticidas.

Los beneficios proporcionados por los plásticos que bloquean el desarrollo de malezas son tan grandes que en la mayoría de los casos, sólo este factor, justifica económicamente la inversión.

Adicionalmente, al no tener que aplicar herbicidas e insecticidas, se obtienen frutos de mejor calidad, lo que se suma a los demás factores mencionados en los párrafos anteriores.

Reducción de costos de agua y fertilizantes

El evitar la evaporación reduce los costos de agua y evita la consiguiente pérdida simultánea de fertilizantes. Hay interrelación entre los factores que benefician la producción empleando cobertura de suelos o mulch, ya que parte de la reducción del consumo de agua y fertilizantes se debe también al hecho de que se bloquea el desarrollo de malezas que consumen estos elementos.

13.- Algunos conceptos generales sobre los cultivos hortícolas

13.1.- Clasificaciones

La alta variación existente entre las especies comprendidas en el rubro hortalizas, hace necesario agrupar o clasificar éstas de acuerdo a características que permitan tener un conocimiento

sistemático claro, entender ciertas relaciones existentes entre ellas y explicar algunas prácticas de manejo cultural que se realizan en su proceso productivo.

En general, estas clasificaciones son de gran utilidad para estimar o predecir el comportamiento agronómico de las hortalizas, ya que entregan información sobre respuestas biológicas de crecimiento y de adaptación potencial a distintas condiciones de clima, suelo, topografía, etc

A continuación se presenta una clasificación basada en los principales factores que hacen al manejo del cultivo, puede servir de indicador en el momento de tomar una decisión sobre la planificación de la producción bajo cubierta.:

Clasificación según:

- Enraizamiento
- Tolerancia a acidez
- Tolerancia a salinidad
- Fotoperíodo
- Temperatura

13.2.- Enraizamiento

Las características de arraigamiento propias de las especies hortícolas, obviamente, varían según las condiciones físicas y químicas del suelo en que se desarrollan y según las prácticas de manejo. Sin embargo, en una situación óptima de suelo y con un manejo que no perturbe el enraizamiento, las hortalizas muestran una gran diversidad en sus hábitos de arraigamiento.

En términos prácticos, es importante conocer la profundidad enraizamiento para determinar la factibilidad de cultivar una especie en un suelo dado. En el siguiente cuadro se clasifican las principales especies hortícolas cultivadas bajo cubierta, de acuerdo a su profundidad de arraigamiento.

Tipo de enraizamiento	Hortalizas
Superficial (< 60cm.)	Apio, achicoria, espinaca, lechuga, perejil.
Medio (90-120cm.)	Acelga, arveja, berenjena, melón, pimiento, poroto para chaucha, zapallo de tronco.
Profundo (>120cm.)	Melón y tomate.

13.3.- Tolerancia a la acidez

El crecimiento de las plantas se ve fuertemente influenciado por las condiciones de pH del suelo. Las hortalizas no son una excepción a esto y, como se puede apreciar en el siguiente cuadro, existe una significativa variación en la tolerancia de estas especies a la acidez del suelo, lo que permite seleccionar en cada grupo aquellas más adecuadas para una condición de suelo dada o enmendar la condición de pH para hacerla adecuada a la especie.

Ligeramente tolerante (pH 6.8 - 6.0)	Moderadamente tolerante (pH 6.8 - 5.5)	Altamente tolerante (pH 6.8 - 5.0)
Acelga	Ajo	Achicoria
Apio	Arveja	Endibia
Berro	Berenjena	Hinojo
Espinaca	Pepino	
Lechuga	Perejil	
Melón	Pimiento	
	Poroto chaucha	
	Tomate	

13.4.- Tolerancia a la salinidad

El crecimiento de las plantas se ve fuertemente influenciado por las condiciones de salinidad del suelo. Las hortalizas no son una excepción a esto y, como se señala en el siguiente cuadro, existe una significativa variación en la tolerancia de estas especies a la salinidad del suelo. Debido a que en los cultivos en invernaderos se emplea fertirrigación, es un factor que debe regularse. Por lo mismo, es importante conocer la respuesta de las especies hortícolas a este factor.

C.E.(mmhos a 25°C) a la que los rendimientos disminuyen en un :			
Especie	10%	25%	50%
Espinaca	5,5	7	9
Tomate	4	6	8
Pepino	3	4	6
Melón	3	4	6
Lechuga	2	3	5
Poroto chaucha	1,5	2	4

13.5.- Fotoperíodo

Los efectos del fotoperíodo en las plantas son habitualmente intensos. Las respuestas a la duración diaria de la luz de diversos fenómenos del crecimiento y desarrollo (germinación, estolonización, bulbación, elongación de tallos, floración, etc) están ya claramente establecidas; sin embargo, estas respuestas son complejas y en la mayoría de los casos están asociadas a otros factores ambientales, como la temperatura, o propios de la planta, como su estado de desarrollo. Desde el punto de vista de la producción, en la mayoría de las hortalizas, la respuesta fotoperiódica más importante es la floración, ya sea para la obtención del producto hortícola o para la producción de las semillas de la especie.

A continuación, sin particulares detalles de cada especie, se indica el fotoperíodo requerido para la floración en algunas hortalizas.

Clasificación según fotoperiodo requerido para la floración

Plantas de día largo (luz creciente)	Plantas neutras (indiferente)	Plantas de día corto (luz decreciente)
Achicoria	Apio	Frutilla
Endibia	Arveja	Lechuga
Espinaca	Haba	Zapallito
Radicchio	Pepino	
	Tomate	

13.6.- Temperatura

La temperatura es la limitante fundamental para la dispersión natural de las especies vegetales. Como en todo organismo vivo, el crecimiento (desarrollo) de las plantas bajo condiciones adecuadas de los otros factores ambientales, está determinado por las temperaturas cardinales de la especie:

- a) mínima= temperatura bajo la cual el crecimiento se detiene.
- b) óptima= temperatura a la cual el crecimiento es más rápido.
- c) máxima= temperatura sobre la cual el crecimiento se detiene.

Las temperaturas cardinales, obviamente no son iguales para todas las plantas y determinan las zonas, épocas y métodos de cultivo. Por lo mismo, una de las agrupaciones más útiles es la clasificación térmica de las hortalizas, la que en relación a un clima temperado divide a las especies en dos grandes grupos: hortalizas de estación cálida o de verano y hortalizas de estación fría o de invierno.

Las hortalizas de estación cálida se caracterizan por tener un requerimiento de temperaturas cardinales más altas que las de estación fría, con óptimas sobre 18°C. La mayoría de estas especies son originarias de zonas tropicales o subtropicales y presentan susceptibilidad a daño por enfriamiento ("chilling injury") y a daño por heladas ("freezing injury").

Las hortalizas de estación fría se caracterizan por tener un requerimiento de temperaturas cardinales más bajas que las de estación cálida, con óptimas alrededor de 18°C. La mayoría de estas especies son originarias de zonas templadas o mediterráneas y no presentan susceptibilidad a daño por enfriamiento, salvo algunos estados puntuales de su desarrollo.

Dentro de estos dos grupos, como se discute en el siguiente cuadro, existen cinco subdivisiones que permiten visualizar de forma más específica la respuesta a temperatura de las hortalizas. En general, se puede apreciar que salvo contadas excepciones, las hortalizas de fruto son de estación cálida, mientras que los otros productos hortícolas son de estación fría.

Clasificación según temperatura

1. HORTALIZAS DE ESTACIÓN FRÍA
Grupo A: Las hortalizas que pertenecen a este grupo poseen temperaturas óptimas de crecimiento entre 15 y 18 °C. No toleran temperaturas promedio mayores a 24°C y sólo toleran heladas suaves. A este grupo pertenecen hortalizas como: espinaca y haba
Grupo B: Las hortalizas de este grupo, sólo se diferencian de las del grupo anterior en que son susceptibles a heladas cerca de su madurez. Entre los cultivos que pertenecen a este grupo están: acelga, achicoria, apio, escarola, hinojo, lechuga y perejil.
Grupo C: Las hortalizas que pertenecen a este grupo están adaptadas a temperaturas entre 13 y 24 °C y son tolerantes a heladas por lo cual no se producen bajo cubierta. Entre las hortalizas que pertenecen a este grupo están: ajo, cebolla, cebollino, chalota, puerro.
2. HORTALIZAS DE ESTACIÓN CALIDA
Grupo D: Este grupo se adapta a temperaturas que van entre los 18 y 27 °C y no toleran heladas en ningún momento de su crecimiento. Dentro de este grupo están: melón, pepino, pimiento, poroto para chaucha, tomate y zapallo.
Grupo E: Este grupo sólo se diferencia del anterior en que sus temperaturas óptimas son mayores, por sobre los 21°C. Entre los cultivos que pertenecen a este grupo están: berenjena y sandía.

CULTIVOS DE HOJA

Cultivo de lechuga

1.- Introducción

La lechuga es la principal hortaliza de hoja cultivada en la región norpatagónica y se destina a los mercados regionales, siendo comparativamente de mejor calidad que la proveniente de otras zonas hortícolas del país.

Entre las ventajas comparativas del cultivo se destacan los bajos costos de producción, la rapidez del ciclo (que permite varias cosechas en el año cuando es al aire libre y completar el ciclo otoñal dentro de los invernaderos del Alto Valle) y el manejo relativamente fácil del cultivo.

A continuación se tratan algunos puntos principales a tener en cuenta para su manejo agronómico.

2.- Taxonomía y morfología

La lechuga pertenece a la familia de las compuestas y su nombre botánico es *Lactuca sativa*. Es una planta anual. La raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 centímetros de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones. Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde.

Cuando la lechuga está madura, emite el tallo floral que se ramifica. Las flores de esta planta son autógamas. Las semillas en algunas variedades tienen un período de latencia después de su recolección, que es inducido por temperaturas altas. Muchas variedades germinan mal en los primeros dos meses después de su recolección.

3.- Necesidades de las plantas

Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas. Como temperatura máxima soporta los 30°C y como mínima hasta -6°C. La lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Cuando soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. No es bueno que la temperatura del suelo baje de 6-8°C. La humedad relativa conveniente es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje. El pH óptimo se sitúa entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo en ningún caso admite la sequía, aunque la costra del suelo conviene que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. Los mejores sistemas de riego que actualmente se están utilizando son por goteo (cuando se cultiva en invernadero) y por surco cuando es al aire libre.

4.- Abonado

Referente al abonado, diremos que es un cultivo muy exigente en potasio. La planta, al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia. En el primer estado de desarrollo, también es muy exigente en molibdeno.

El aporte de estiércol se realiza a razón de 3 kg/m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura si ya hubo agregado de estiércol en los cultivos anteriores.

La deficiencia de N en medios carentes del elemento, ocurre una semana después de la emergencia. Los síntomas pueden describirse así: el follaje se torna verde pálido, las hojas son anormalmente lisas y la formación de cabezas se retarda. Cuando la deficiencia es severa, las hojas son pequeñas y amarillentas especialmente en las puntas y las hojas más viejas se amarillean prematuramente, se secan y no se forman cabezas

La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidarse los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas. Sin embargo hay que evitar los excesos de abonado y principalmente nitrogenado, con objeto de prevenir posibles fitotoxidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

5.- Variedades

Existen diferentes tipos de lechugas, muchas de ellas aún no conocidas en nuestro país o en la región del Alto Valle.

- Romanas (*Lactuca sativa* var. *longuifolia*).
- Acogolladas (*Lactuca sativa* var. *capitata*).
- Batavia.
- Mantecosa o Trocadero.
- Iceberg o Crujiente.
- De hojas sueltas (*Lactuca sativa* var. *Intybacea*).

6.- Manejo del cultivo

6.1.- Preparación del suelo

En general se debe buscar que la cama de siembra quede bien mullida pero firme, libre de grandes terrones que impidan el contacto de la semilla con el suelo. En suelos pesados, con tendencia a encostrarse fácilmente, es preferible un grado intermedio de desterronamiento, particularmente en la época invernal.

Es un cultivo que responde muy bien al agregado de materia orgánica, siendo fundamental la incorporación de estiércol descompuesto, compost o humus de lombriz en aquellos suelos deficientes. También responde muy bien a la inclusión de abonos verdes en las rotaciones. Estos sirven para mejorar y recomponer suelos en superficie y en profundidad.

En cuanto a las rotaciones con cultivos se recomiendan zapallo, zanahoria, coliflor, rabanito, frutilla y cualquier liliácea (por ejemplo ajo o cebolla).

6.2.- Siembra

Cuando es a campo se puede realizar siembra directa (en forma manual o con sembradora) o almácigo con posterior trasplante. En invernadero siempre se debe realizar por trasplante. La germinación es favorecida por temperaturas entre 15 y 24°C, con una mínima de 2 y una máxima de 30°C.

Con temperaturas superiores a 30°C puede ocurrir que la semilla no germine. Para evitar esto es aconsejable realizar las siembras de verano a última hora del día, realizando un riego para bajar la temperatura del suelo, permitiendo que la semilla germine durante la noche. No se deben hacer siembras profundas, dado que existen variedades en las que la luz estimula la germinación.

Distancias de siembra: de crecimiento erecto o de cabeza pequeña, 25 centímetros entre plantas. Cultivares de cabeza o arrepollados, americana y hoja roja, 30 centímetros entre plantas.

Cuando se hace almácigo en bandejas, se siembran dos o tres semillas por casilla; éstas germinarán en dos a cuatro días si la temperatura se mantiene entre 15 y 24°C.

Alrededor de una semana antes del trasplante se debe comenzar el proceso de «endurecimiento». Durante este período se disminuyen los riegos y la fertilización de los plantines.

6.3.- Crecimiento del cultivo

Cuando se realiza siembra directa, alrededor de una semana después de la emergencia se debe hacer un raleo eligiendo las plantas que permanecerán hasta la cosecha. Se deja un espacio de entre 20 y 30 centímetros entre plantas, aunque esto depende del tamaño final de cada variedad.

La lechuga, por sus características de crecimiento, es una mala competidora de las malezas, por lo que su manejo y control constituye un aspecto relevante dentro del conjunto de prácticas culturales. Generalmente son necesarias dos o tres carpidas durante todo el ciclo, aunque pueden reducirse a una si se realiza trasplante.

6.3.1.- Temperaturas

El crecimiento de las lechugas es vigoroso cuando las temperaturas se mantienen entre 18 y 24°C durante el día. Temperaturas del orden de 6°C durante la noche no frenan su crecimiento.

Las condiciones que favorecen el desarrollo de la cabeza son:

- alta intensidad lumínica,
- temperaturas medias,
- temperatura nocturna baja.

6.3.2.- Cosecha

La lechuga se cosecha a mano cuando la cabeza está firme y madura. Se hace un corte en el cuello al ras del suelo si se va a cosechar toda la planta. En el caso de cultivos pequeños o de autoconsumo, también es posible cosechar hojas sueltas mientras no forma la cabeza. Luego del corte se retiran las hojas viejas o enfermas.

Normalmente el cultivo se cosecha en dos o tres veces, dependiendo de la uniformidad y el precio. Es muy delicada y permanece en su mejor estado durante pocas horas después de cosechada. Si la cosecha es muy grande puede ser refrigerada.

6.3.3.- Pérdida de calidad

Cuando la lechuga se pone amarga es porque ya comenzó el proceso interno que la lleva a florecer. Antes de que la planta crezca en altura y florezca, podemos observar un primer signo que nos avisa: las hojas pierden su brillo y comienzan a lucir ligeramente apagadas y opacas. Si una hoja partida o quebrada exuda un líquido lechoso en vez de un jugo claro como en pleno crecimiento, es signo de que esa planta perdió el sabor e indefectiblemente se tornará amarga.

El factor más importante para que se inicie la floración, es un período de varios días con altas temperaturas. Las condiciones de verano favorecen la floración, pudiendo ocurrir ésta antes de formarse la cabeza, acortando el período de cosecha.

1.- Morfología y taxonomía

Familia: Chenopodiaceae. Nombre científico: Spinacea oleracea L.

Planta: en una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen pequeños tallos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores.

Existen plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas.

Sistema radical: muy superficial. Tallo: erecto de 30 centímetros a 1 metro de longitud, en el que se sitúan las flores. Hojas: caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.

2.- Exigencias de clima y suelo

2.1.- Temperaturas y fotoperíodo

Soporta temperaturas por debajo de 0°C que, si persisten bastante, además de originar lesiones foliares determinan una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima de crecimiento es de aproximadamente 5°C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral.

Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar la temperatura los 15°C, las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores). La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y el fotoperíodo (duración del día) largo, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado.

Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5-15°C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperíodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15-

26°C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos.

2.2.- Suelos

Es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere los fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por tanto, el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del que la espinaca es muy exigente. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con pH inferior a 6,5 se desarrolla mal, a pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del peciolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis.

3.- Variedades cultivadas

Existen dos variedades botánicas de la espinaca, aunque todas las variedades comerciales cultivadas pertenecen a las de semilla espinosa de hojas triangulares, cuyo limbo es sutil, de dimensiones algo reducidas, superficie lisa y peciolo bastante largo.

Las espinacas se clasifican siguiendo distintos criterios: época de siembra, forma de las hojas, aspecto del cogollo y del tallo.

4.- Labores culturales

4.1. Plantación

El terreno debe labrarse adecuadamente para posibilitar buen drenaje y desarrollo adecuado de las raíces. El cultivo se hace preferentemente por transplante, en hileras distanciadas entre 30-40 cm.

4.2. Escardillado

La eliminación de malas hierbas, puede realizarse mediante empleo de herbicidas selectivos.

5.- Abonados

La administración de estiércol no debe realizarse directamente, sino en el cultivo que precede al de espinaca, ya que su ciclo de desarrollo es muy rápido y no le da tiempo a beneficiarse de éste. Las raíces son muy delicadas y se hacen más susceptibles al ataque de hongos (especialmente con estiércol fresco), además de que con dicho estiércol se diseminan semillas de malezas.

La fertilización deberá realizarse de acuerdo a la siguiente proporción: N-P-K 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque habrá que tener en cuenta la fertilidad del suelo. El potasio reduce la concentración de ácido oxálico, contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas turgentes durante un largo período. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de ácido oxálico, pero favorece la rapidez de la elevación del tallo floral. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C.

El fósforo y el potasio se distribuyen durante la preparación del terreno, mientras que el nitrógeno se adiciona antes de la siembra en una proporción del 30%. En cobertera, el nitrógeno se aportará con una frecuencia de 15-20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertera.

6.- Riegos

La espinaca se beneficia mucho de la frescura del terreno, especialmente cuando se inicia el calor. Regando el cultivo con frecuencia, se pueden obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas y es especialmente importante en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera. Los períodos de sequía e irrigación alternantes favorecen la emisión del tallo floral. El riego por aspersión es el más conveniente.

7.- Recolección

En la región norpatagónica la cosecha se hace manual, aunque en zonas productoras a gran escala se puede cosechar mecánicamente. El índice de cosecha está determinado por la longitud de las ramas: 30 centímetros.

Se realizan cortes con cuchillos afilados y se hacen manojos de unos 160 gramos. Se colocan en cajas plásticas con capacidad para 50 o 100 rollos; son lavados y escurridos (cuando están muy salpicados por suelo), antes de enviar al mercado. El resto de la planta emite crecimientos laterales, que representan nuevas cosechas.

Se estima que la permanencia en el mercado no supera los cinco días. Los daños más comunes son la pérdida de agua (deshidratación de las hojas), senescencia y pudrición.

1.- Morfología y taxonomía

La acelga es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible, con raíz bastante profunda y fibrosa. Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes, de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo o penca ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color varía, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos.

Para que se presente la floración, necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1,20 metro.

2.- Exigencias en clima y suelo

2.1.- Clima

La acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura; cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo período de desarrollo, subiéndose a flor la planta.

Se hiela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C por encima de cero. En el desarrollo vegetativo, las temperaturas deben estar comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C , con un medio óptimo entre 15 y 25°C . Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C .

No requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada y si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa debe estar comprendida entre el 60 y 90%, en cultivos en invernadero.

2.2.- Suelo

La acelga necesita suelos de consistencia media, profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es a arenosa.

Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de 7,2, vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8, no tolerando los suelos ácidos. Soporta muy bien la salinidad, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico.

3.- Variedades comerciales

Dentro de las variedades de acelga, hay que distinguir las características siguientes:

- Color de la penca: blanca o amarilla.
- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro, amarillo.
- Grosor de la penca: tamaño y grosor de la hoja.
- Resistencia a la subida a flor.
- Recuperación rápida en corte de hojas.
- Precocidad.

Las más conocidas son:

Amarilla de Lyon

Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 centímetros. Producción abundante. Resistencia a la subida a flor. Muy apreciada por su calidad y gusto.

Verde con penca blanca Bressane

Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y muy anchas (hasta 15 centímetros). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. Variedad muy apreciada.

Otras variedades

Verde penca blanca R. Niza, Paros y Fordook Giant.

4.- Prácticas culturales

4.1.- Preparación del suelo

Es conveniente preparar el suelo con anterioridad, rastreando e incorporando el guano. A continuación se recomienda dar un par de labores de cultivador o fresadora, aprovechando alguna de esas labores para aportar el abonado de fondo.

4.2.- Siembra y plantación

A campo generalmente se utiliza la siembra directa, poniendo una semilla por alveolo, distantes 35 centímetros sobre líneas espaciadas de 40 a 50 centímetros, ya sea en surco sencillo o doble, utilizándose unos 8-10 kg de semilla por hectárea. Esto conlleva un raleo posterior de las

plantas, debido a que las semillas de acelga son poligérmicas y de cada una de ellas emergerán varias plantas.

En invernadero es común el trasplante, repicando las plantas cuando tienen cuatro o cinco hojas. De esta forma es posible trasladarlas al terreno definitivo de cultivo con un mes de adelanto respecto a las plantas de siembra directa.

Cuando las temperaturas están comprendidas entre 25°C por el día y 15°C por la noche, la semilla tarda entre 8 a 10 días en nacer. Los marcos de plantación más empleados son de 7 plantas por metro cuadrado.

4.3.- Control de malezas.

En el caso de desarrollarse malezas durante el cultivo en invernadero, se pueden controlar mecánicamente. Es común el empleo del mulch para proteger al suelo de malezas.

5.- Riego

La acelga es un cultivo que, debido a su gran masa foliar, necesita en todo momento mantener en el suelo un estado óptimo de humedad. Para obtener una hortaliza de buena calidad, evitando que las hojas se pongan fibrosas, no conviene que la planta acuse síntomas de deshidratación.

1.- Fisiología del cultivo

1.1.- Germinación y emergencia

La germinación de la semilla de apio es lo suficientemente difícil como para complicar el uso de diversos sistemas de implantación del cultivo. Mucha investigación se ha desarrollado para descubrir las características de germinación y las prácticas culturales tendientes a su aplicación en la producción. Entre las posibles causas de la pobre germinación, se menciona la presencia de semillas sin embriones, mal desarrollo de éstos y la dormancia relacionada con factores térmicos y lumínicos.

Con respecto a la dormancia, las semillas de apio necesitan de luz para germinar. Sin embargo, este requerimiento no es absoluto, sino que se da cuando la temperatura es superior a los 18°C, aproximadamente, dependiendo del cultivar.

El fenómeno de dormancia y las condiciones de luz y temperatura para germinar estarían estrechamente relacionadas con el tipo de cultivar. Las variedades comerciales que responden al tipo *slow bolting* (son aquellas que requieren alta acumulación de horas de frío para florecer) serían las más exigentes en cuanto a la necesidad de luz y la dormancia se induce a temperaturas más bajas; se ha demostrado que cuanto mayor es el requerimiento de frío para inducir floración, mayores son los requisitos para la germinación.

1.2.- Desarrollo vegetativo y floración

El período de cosecha del apio en regiones situadas en latitudes medias del Hemisferio Sur, comprende otoño e invierno; a comienzos de la primavera se produce el alargamiento de los escapos florales, causando pérdidas en el valor comercial del producto.

Existen amplias evidencias de que el alargamiento del escapo floral y la floración son dependientes de la interacción entre el genotipo y factores ambientales como temperatura, fotoperíodo y calidad de luz.

El requerimiento de temperaturas bajas para inducir la floración de esta especie se conoce a partir de los estudios de Thompson (1929), considerándose que la temperatura límite de vernalización se ubica entre 14 y 16°C.

La respuesta al proceso de vernalización está condicionada a la temperatura recibida, el tiempo de exposición y la edad de la planta en el momento de producirse ésta. En condiciones de vernalización sub-óptimas (baja acumulación de unidades de frío), la aparición de los escapos florales se retrasa, lo que indicaría un requerimiento de fotoperíodo más largo para florecer.

Se ha observado un efecto inhibitorio de la vernalización en condiciones de días largos o por ruptura del fotoperíodo con lámparas incandescentes. Por otra parte, se consiguió retrasar levemente la floración de algunas umbelíferas cultivándolas en condiciones donde las longitudes de onda menores de 500 nm eran eliminadas del espectro lumínico.

Es bien conocido que para captar el estímulo de la vernalización, es necesario un grado de desarrollo mínimo en las plantas y que con condiciones de radiación baja el período juvenil se alarga. Cuando además de disminuir la intensidad lumínica, se modificó la relación entre la luz roja (660 nm) y rojo lejano (720 nm) que recibieron las plantas, o bien se alargó el fotoperíodo con lámparas incandescentes que emiten mucha luz rojo lejano, se obtuvieron niveles de retraso de floración comparables al tratamiento calefaccionado que no recibió temperaturas vernalizantes en el período de almácigo.

2.- Manejo del cultivo

Tradicionalmente es un cultivo realizado al aire libre, con siembra en primavera- verano y cosecha en verano, otoño e invierno, dependiendo de si el clima es templado-cálido o frío. De este modo, se produce un período de altos precios durante la primavera y comienzo del verano, debido a que en condiciones de campo se produce la floración de la planta, lo que deteriora su calidad comercial.

Distintas soluciones se han ensayado para conseguir producción en esta época. Por un lado se han desarrollado cultivares con altos requerimientos de frío para vernalizar, los que pueden ser sembrados más temprano en primavera, sin cubrir sus requerimientos de horas de frío. Sin embargo, en gran parte del país no pueden ser utilizados, porque su crecimiento y desarrollo en el campo durante el verano es deficiente, ya que se necesitan temperaturas moderadas, por lo que la calidad comercial es baja.

Este tipo de cultivares no puede ser sembrado en otoño invierno, porque cubre sus requisitos térmicos y florece en primavera al igual que los cultivares tradicionales.

Las otras soluciones técnicas al problema de floración pasan por desarrollar el cultivo en condiciones de forzado o semiforzado, con múltiples combinaciones y posibilidades tecnológicas. Dependiendo de las condiciones climáticas de cada región, en especial de la rigurosidad y duración del invierno, se pueden seleccionar diversas alternativas de manejo y cultivares, tendiendo a evitar la floración antes del período de cosecha.

Para la Patagonia Norte se presentan dos alternativas:

Alternativa 1: Invernaderos o túneles calefaccionados y trasplante al aire libre.

Los cultivares con menor requerimiento de vernalización necesitan alrededor de 1.600 unidades de frío (definidas como la diferencia entre la temperatura media diaria y 15°C, multiplicado por 24 horas) para inducirse a florecer. Sin embargo, con acumulaciones cercanas a este umbral mínimo, requieren fotoperíodos muy largos para alargar los escapos florales.

Esto es aprovechado para la realización de almácigos calefaccionados y su posterior trasplante a campo. Este sistema resulta bastante caro, por el consumo de energía necesario para mantener temperaturas no vernalizantes durante la noche.

El manejo del cultivo consiste en realizar almácigos bajo túneles o invernaderos, a fines de invierno. Estos deben tener adicionados sistemas de calefacción que permitan mantener la temperatura nocturna por encima de 15°C, lo cual genera un gasto importante de energía. Durante el día, la cobertura plástica asegura la temperatura necesaria.

Es posible disminuir el consumo de energía de diversas maneras: usando una película de polietileno más gruesa, una doble pared, realizando túneles dentro de un invernadero o cubriéndolos durante la noche. También es posible reducir el costo calefaccionando sólo el suelo, ya que la percepción del estímulo vernalizante se da en la zona de la corona de la planta, que está a ras del piso. Estos sistemas ya han sido probados a nivel mundial en climas fríos como Bélgica, o templados como Santa Fe (Argentina), con buenos resultados.

Además del costo, este sistema presenta el inconveniente de la posibilidad de vernalización del cultivo en el campo. Por ello el trasplante a campo se realiza luego que se produjeron 7 días consecutivos con temperaturas medias superiores a 15°C. Bajo estas condiciones es improbable que las plantas acumulen las horas de frío necesarias para florecer rápidamente; en caso de producirse una acumulación por encima del umbral mínimo, el alargamiento de los escapos se producirá tardíamente, permitiendo realizar la cosecha del lote.

Otra variante que permite adelantar la cosecha, es trasplantar bajo túneles o invernaderos las plantas obtenidas en los túneles calefaccionados, aunque es bueno recordar que ante cualquier error en el período de almácigo que facilite la vernalización, en el caso de un trasplante bajo cobertura, se adelantara la floración.

Alternativa 2: Invernaderos fríos

En la norpatagonia es necesario calefaccionar si se quiere lograr una cosecha durante los meses de octubre-noviembre-diciembre, teniendo que hacer los cálculos de rentabilidad para determinar si los costos de calefacción son compensados por los precios. Otra alternativa para esta región es hacer un cultivo de verano-invierno, sin calefacción, con cosechas de julio-agosto, momento en el cual las temperaturas del invernadero no son suficientes para inducir la floración.

Una de las mayores ventajas del invernadero sobre los otros sistemas es que acelera el crecimiento de la planta, lográndose el tamaño y calidad comercial en menor tiempo lo que, combinado con siembra directa (evita el retraso provocado por estrés de trasplante), permite implantar el cultivo algo más tardíamente, lo que da mayor seguridad de evitar la floración. Por otra parte, si bien los invernaderos son estructuras caras, el apio puede ser una buena alternativa de rotación.

3.- Implantación

La utilización del sistema de almácigo y trasplante, asegura un perfecto stand de plantas y es lo único que se puede usar cuando se trabaja en condiciones de calefacción. Sin embargo la raíz principal es dañada, lo que implica un desarrollo más superficial del sistema radical con una menor capacidad exploratoria y la exigencia de mayor número de riegos.

Una de las mayores ventajas de este sistema, es que se pueden manejar con mayor grado de exactitud las condiciones favorables para la germinación; debemos recordar que a temperaturas superiores a 18°C, la semilla necesita luz para germinar, por lo que debe sembrarse muy superficialmente, con lo que la exigencia de riego se incrementa.

Por otra parte, tenemos la posibilidad de diferir el trasplante hasta el momento de temperaturas óptimas, lo cual puede realizarse podando parte de las hojas; así además conseguimos plantines con mayor grosor de corona, lo que implica un mejor comportamiento en el trasplante y mayor uniformidad en el lote.

4.- Riego

La succulencia y terneza son unas de las principales características para lograr alta calidad de pecíolos. Por las condiciones de su ambiente de origen, el apio requiere abundante cantidad de agua, especialmente en los períodos de alta temperatura y al final del ciclo de cultivo. Se estima que el requisito mínimo es en una lámina total de alrededor de 800 milímetros, con una demanda baja al inicio (salvo luego del trasplante).

Uno de los problemas asociados con la alta demanda de agua, lo representa una enfermedad fisiogénica conocida como “corazón negro”, que se ve favorecida con períodos de alta transpiración.

Períodos de estrés hídrico pueden provocar asimismo la aparición de un ahuecamiento en los pecíolos, lo que también afecta la calidad comercial.

5.- Nutrición mineral

Un cultivo de apio que produce alrededor de 67 toneladas de materia verde por hectárea, extrae del lote un total de 313 kg de N, 80 kg de P y 711 kg de K. Casi la mitad de estas cantidades son tomadas del suelo en un período de cuatro semanas anteriores a la recolección del cultivo.

Usualmente, los fertilizantes fosfatados son adicionados en el momento previo al trasplante y los nitrogenados son distribuidos en varias aplicaciones (3-4). Un mes antes de la recolección es importante concentrar una buena dotación de N y K en el suelo, ya que del primero depende fundamentalmente la generación y expansión de hojas, mientras que el K regula en parte el estado hídrico del vegetal y con ello su calidad. Habitualmente es necesaria la aplicación foliar de calcio, para prevenir la aparición de “corazón negro”.

Resulta muy importante la utilización de sistemas de riego localizado para la distribución de los fertilizantes, en especial para prevenir problemas de “corazón negro” provocados por excesivos niveles de K y NH₄ que compiten en la absorción con el Ca.

6.- Cultivares

La realización de cultivos forzados o semiforzados implica un cambio en las variedades con respecto a las tradicionales que se usaban al aire libre, debido a que se busca algo más de resistencia a la floración prematura. En ese sentido, todos los cultivares de tipo amarillo o golden presentan requerimientos más altos de frío para la inducción, con la ventaja de no requerir blanqueo. Sin embargo, también son los que presentan más problemas de virosis, en especial mosaico.

Dentro de este grupo, uno de los más promisorios y difundidos para cultivo en invernadero es Golden Boy; además de este tipo se puede mencionar también Golden Self Blanching.

Entre los apios de tipo verde, más populares en nuestro país, existen varios que pueden adaptarse a este tipo de manejo, algunos de los cuales presentaron buen comportamiento en condiciones de túnel calefaccionado y trasplante a campo para cosecha primaveral en Santa Fe. Entre ellos el Early Green, Utah 52-70, Deacon (H.Moran) y De Verdeo (Vilmorin). No figuraron con buen resultado apios de tipo amarillo, indicados por su resistencia a la floración como Lathom Blanching, Golden Boy y Golden Self Blanching, los cuales han tenido buen desarrollo en invernaderos en la zona de La Plata.

1.- Caracteres botánicos

1.1.- Generalidades

El perejil, *Petroselinum sativum*, planta originaria de la zona mediterránea, es una umbelífera bianual que se cultiva por sus hojas. Las semillas germinan con dificultad. Los tallos son, generalmente, erguidos. Las hojas, largamente pecioladas en la mayor parte de las variedades, son lisas o rizadas, muy divididas y aromáticas. El número medio de semillas por gramo es de 670. Su poder germinativo suele durar 2 años. Tiene raíces profundas. Su cultivo es una alternativa económica dentro de una producción diversificada, tanto en invernadero como a campo.

1.2.- Variedades.

No existen prácticamente variedades comerciales sino tipos conocidos, como común, rizado, etc

- **Perejil común**

De porte vigoroso y follaje verde intenso y abundante. Es una planta rústica, de tallos erectos, que suele alcanzar hasta 40 centímetros de altura. Las hojas, de color verde oscuro, poseen largos pecíolos. Estas son anchas, lisas y con bordes dentados. Son aromáticas y poseen un sabor característico muy acentuado. Suele sembrarse durante todo el año, siendo una planta de crecimiento rápido, muy productiva y muy resistente al frío.

- **Perejil rizado**

Posee hojas muy hendidas, extremadamente rizadas y bastante aromáticas. Follaje verde claro y porte más bajo que el del perejil común. Tallo erguido y compacto. Conviene poner la semilla a macerar durante 24 horas antes de realizar la siembra. Esta puede realizarse durante todo el año. Se utiliza, al igual que el tipo anterior, en condimento y aderezo.

2.- Clima y suelo

Aunque el perejil prefiere los climas cálidos, resiste bien el frío; en consecuencia, se puede cultivar, prácticamente en todo tipo de climas.

Si bien los suelos húmidos son los más indicados, se adapta a cualquier tipo de terreno. Prefiere los profundos, sueltos, frescos, provistos de materia orgánica muy descompuesta y limpios de malas hierbas. En tierras ligeramente ricas en materia orgánica, que se rieguen regularmente, puede producir buenos rendimientos.

El suelo debe de ser neutro, no tolerando un pH inferior a 6,5 ni superior a 8. La buena textura del suelo se consigue con una labor profunda antes de la siembra y seguido de varias labores superficiales que lo mantengan suelto.

3.- Propagación

Por siembra directa, empleándose de 15 a 20 kilos de semilla por hectárea, o bien en semillero. La siembra a campo puede efectuarse durante los meses de clima más benigno. La germinación es muy lenta, tardando casi un mes en aparecer las plantitas, debiéndose mantener el suelo continuamente húmedo.

4.- Cultivo

4.1.- Labores preparatorias

Dos o tres meses antes de la siembra conviene realizar una labor profunda, de 30 ó 40 centímetros; posteriormente se dará un pase de rastra, procurando que los terrones se desmenuen. A continuación se abona y por último se da un riego, para poner la tierra en condiciones antes de proceder a la siembra.

4.2.- Marcos de plantación

La época de siembra dependerá de cuándo se deseen obtener las plantas. Aunque puede sembrarse durante todo el año, se suele realizar en invierno o bien en verano. La semilla debe ponerse en maceración durante 24 horas, enterrándola después superficialmente.

La cantidad de semilla a emplear es del orden de 1 a 1,5 gramo por metro cuadrado, para proceder posteriormente al aclareo. Una vez efectuada la siembra se dará un riego, procurando no arrastrar las semillas, por lo que, de hacerse con aspersores, deberán ser éstos muy bajos. Las plantas

sembradas en invierno, en zonas cálidas, tardan un mes en nacer, y las sembradas en verano, de 14 a 16 días, aproximadamente.

4.3.- Riego y abonado

Aunque es un cultivo muy rústico, prefiere los suelos con cierto contenido de humedad. El perejil es una planta que necesita fuertes abonados, para asegurar producciones abundantes. En forma práctica se indica la siguiente fertilización, extraída de manuales españoles: nitrato amónico cálcico 300 kg./ha; superfosfato de cal 500 kg./ha; sulfato de potasio 300 kg./ha.

Esta fórmula se alterará convenientemente, según tipo de abonado que haya recibido el cultivo precedente. Es conveniente hacer nuevas aportaciones de nitrógeno después de cada corte, en dosis relativamente bajas.

4.4.- Labores culturales

Después de la siembra y durante el primer momento de desarrollo del cultivo, conviene estar atento a los escardillados y a los desmalezados ya que el perejil, como la mayor parte de los cultivos hortícolas, resulta invadido por un gran número de malezas que suelen perjudicarle enormemente.

Los riegos deben ser abundantes durante el período de verano, procurando no mojar demasiado el follaje, para evitar enfermedades criptogámicas.

Cultivo de escarola

Es una hortaliza que va ganando mercado en los últimos años y puede ser una alternativa interesante como cultivo otoñal en los invernaderos.

1.-Taxonomía y morfología

La escarola pertenece a la familia de las Compuestas. Su nombre botánico es *Cichorium endivia*. Es una planta anual, con raíz pivotante, corta y con pequeñas ramificaciones. Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio. No llegan a formar nunca pella, pero hay variedades en que las hojas nacen muy apretadas y dan lugar a un blanqueamiento natural.

Después de estar madura, es cuando la escarola emite el tallo floral que se ramifica.

2.- Necesidades de las plantas

Al igual que las coles, la escarola soporta mejor las temperaturas bajas que las altas. Los intervalos de temperatura estarían entre los 30°C de máxima y los 6°C de mínima, aunque puede llegar a soportar temperaturas de hasta -6°C. Exige que haya diferencia entre las temperaturas diurnas y las nocturnas.

La temperatura del suelo no debe bajar de 6-8°C. Los mejores suelos para este cultivo serían los de textura franco-arcillosa. Admite algo mejor la acidez que la alcalinidad. El pH óptimo estaría entre 6 y 7.

El suelo por dentro debe permanecer húmedo durante todo el cultivo, aunque la capa superficial aparentemente debe estar seca para evitar podredumbres de cuello. La humedad ambiental excesiva favorece la aparición de enfermedades.

Los momentos de regar serán a primera hora de la mañana o última de la tarde; si se riega cuando hay temperatura elevada, se pueden producir desequilibrios que dan lugar a amarillamiento de hojas y a paralización de la vegetación.

3.- Abonado

En el caso de cultivo en invernadero, la fertilización va a depender del cultivo anterior y posterior a la escarola. Se pueden aportar 3 kg/m² de guano muy bien descompuesto cuando el cultivo que le sigue lo requiera, no siendo necesario su aporte si los cultivos anteriores a la escarola ya han sido estercolados.

4.-Variedades

Hay dos variedades:

Cichorium endivia var. Crispa: tiene hojas muy divididas y retorcidas, con los bordes dentados.

Cichorium endivia var. Latifolia: con hojas anchas, onduladas y los bordes sin apenas dentar.

Los distintos proveedores ofrecen distintas variedades dentro de estos grupos.

5.- Blanqueo

El blanqueo de la escarola puede hacerse de varias maneras:

La más sencilla es hacer un atado con rafia, esparto o cualquier otro material sobre las hojas exteriores. Otra forma es colocar un tubo de plástico negro sobre la escarola y atarlo con rafia. A los 10 días de colocar el plástico, la planta está perfectamente preparada para recolectar. También se pueden blanquear, cubriendo las plantas con unos tunelillos de plástico (polietileno) negro

CULTIVOS DE FRUTO

Cultivo de tomate

1.- Introducción

El tomate es la hortaliza más cultivada bajo invernadero en la Argentina, abarcando diversas regiones, desde zonas en el norte de país como Salta, Jujuy, Formosa y Corrientes, hasta regiones a mayor latitud como Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires. Existe una zona menor, que abarca los valles irrigados patagónicos.

Los problemas que se presentan en estas regiones en cuanto a la climatización de los invernaderos, son muy variados. En el norte, el mayor problema es la ventilación y en el sur la calefacción.

De todas maneras se puede decir que la radiación no es un factor muy limitante, como puede ocurrir en países de Europa del norte o en Canadá. En ese sentido, las condiciones de cultivo en la Argentina son bastante parecidas a las del sur de España o Israel.

La planta de tomate corresponde al género *Lycopersicon*, de la familia de las Solanáceas, es originaria de la costa oeste de América del Sur, desde el ecuador hasta uno 30 grados de latitud sur.

2.- Hábitos de crecimiento

De acuerdo al hábito de crecimiento, las variedades comerciales se pueden dividir en dos tipos de diferente morfología: determinado e indeterminado.

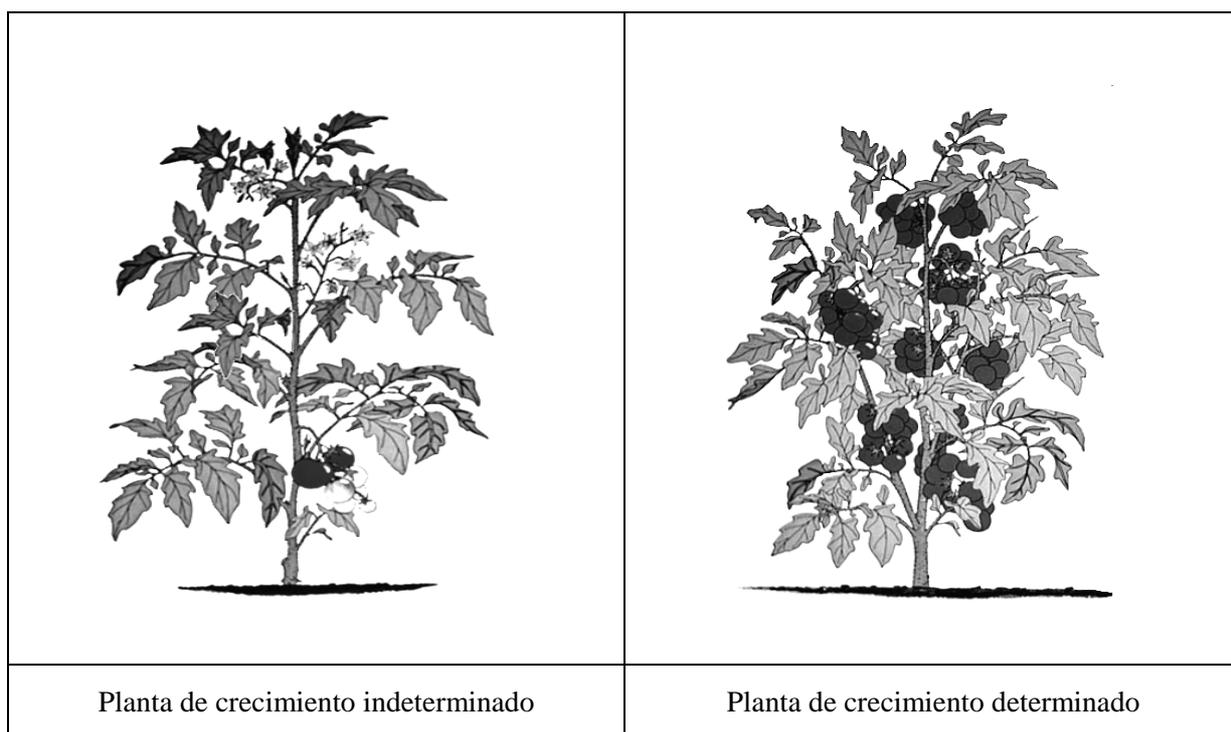
2.1.- Indeterminadas

Son plantas que presentan inflorescencias laterales, manteniendo el brote terminal siempre vegetativo, normalmente son plantas perennes y de uso muy difundido en invernaderos.

Estas plantas comparten el crecimiento vegetativo con el reproductivo y según el cultivar, el primer racimo floral aparece luego de haber diferenciado entre 7 y 12 hojas, para luego intercalar racimos florales cada 3 hojas (a veces 2 ó 4), ello depende de una interacción genotipo-fotoperíodo. Estas plantas continúan con el patrón de crecimiento en forma indeterminada.

2.2.- Determinadas

También desarrollan la primera inflorescencia luego de emitir el mismo número de hojas (7 a 12) e intercalan 1 hoja (a veces 2) entre cada racimo floral, hasta que en la tercera o cuarta inflorescencia el ápice terminal se diferencia en un racimo floral; en ese caso pueden retomar el crecimiento vegetativo a partir de un brote axilar, pero inmediatamente este brote se transforma también en reproductivo. Estas plantas de crecimiento determinado son utilizadas normalmente para cultivos a campo, aunque en la Argentina en algunos casos se las utiliza en invernaderos, para concentrar la producción en períodos cortos.



Para una mejor comprensión, se analizarán los requerimientos del vegetal según los distintos estadios.

3.- Cultivo

3.1.- -Estado de plántula

3.1.1- Germinación

Esta etapa se considera desde la siembra hasta el transplante.

En general, cada gramo contiene aproximadamente 300 semillas, las que no mantienen su vida útil por muchos años; si bien es factible su conservación en envases herméticos, con baja humedad, esta vida se ve reducida a menos de 5 años, aunque en algunos casos se las pudo preservar con un 90% de poder germinativo durante diez años bajo condiciones de frío seco.

Por otro lado, la mejora genética permite brindar en pocos años cultivares más adaptados a los requerimientos del mercado.

Para germinar, requieren de tres factores ambientales: agua, temperatura y oxígeno.

La emergencia de las plántulas se produce cuando se han acumulado alrededor de 93 unidades de calor (horas de temperatura base a partir de 6°C), siendo la temperatura óptima de 28°C. En general, la germinación es muy lenta por debajo de los 10°C, aunque existen genotipos adaptados a tal fin.

Dependiendo de las condiciones de temperatura, es conveniente sembrar semillas pregerminadas o embebidas, para acelerar la emergencia en condiciones de temperaturas bajas.

3.2.- Producción de plantines

3.2.1.- Almacigo

La siembra puede realizarse directamente en "speedling", macetas de polietileno, bandejas de plástico o cartón; también se las puede sembrar en bandejas con arena o panes de turba, para su posterior repique en recipientes mayores. En cada caso es recomendable realizar la selección del recipiente en función del momento de trasplante, de lo contrario podemos tener una planta desbalanceada en la proporción área foliar y sistema radical.

Los problemas de falla en el establecimiento de la planta en el almacigo pueden deberse a hongos o pérdida de los cotiledones al emerger (por rozamiento con el suelo), condiciones hídricas no adecuadas o bajas temperaturas (25°C es la temperatura óptima).

3.2.2.- Trasplante

En esta etapa, una vez que la planta se estableció, es de desear que tenga equilibrada el área foliar y su sistema radical. Algunos factores ambientales actúan sobre esta relación: luz, temperatura y disponibilidad hídrica, son los más importantes.

La falta de agua, hace que la planta aumente la proporción de raíces con respecto a la parte aérea.

En relación con la densidad de plantas, un valor medio es 3 pl/m², aunque si el objetivo es obtener la cosecha concentrada, pueden usarse cultivares determinados de fruto grande con densidades mayores. El tamaño de fruto se ve sensiblemente afectado por la densidad, aumentando notablemente la cosecha de frutos chicos a medida que esta se incrementa

4.- Estado vegetativo

4.1.- Acumulación de materia seca

El primer crecimiento de la planta privilegia la formación de un área foliar importante, con objeto de realizar el proceso fotosintético (captación de energía solar, anhídrido carbónico y agua), para responder a los requerimientos energéticos de la planta (formación de glúcidos y eliminación de oxígeno y agua). Además continúa el desarrollo radical, que le permite realizar la exploración del suelo para absorber agua y nutrientes.

A este primer crecimiento lo denominamos “crecimiento vegetativo”, donde la planta no forma estructuras reproductivas. En el caso del tomate, este crecimiento se extiende hasta formar entre 7 y 12 hojas verdaderas (según los cultivares, la temperatura y el fotoperíodo).

La velocidad de aparición de estas hojas está relacionada con la temperatura: a mayor suma térmica, son necesarios menor cantidad de días para el desarrollo de una hoja. Por ello es común que pase un lapso de aproximadamente 60 días desde la siembra hasta la anthesis floral (aparición y apertura de flores), si las temperaturas a las que está expuesta la planta son óptimas (18°C de noche y 25°C durante el día).

4.2.- Influencia de la respiración

Lo que la planta produce por fotosíntesis luego es utilizado en los puntos de crecimiento a través de la respiración, que puede ser dividida en dos: de crecimiento y de mantenimiento.

La respiración de mantenimiento produce energía para mantener la organización estructural de los tejidos y órganos. La eliminación de hojas viejas es una práctica recomendable para el ahorro de energía de la planta.

La respiración de crecimiento es la energía usada para la síntesis de nuevas sustancias y estructuras y para el transporte de carbohidratos. Esta respiración también responde al aumento de temperatura y generalmente se sitúa en el 25% de la fotosíntesis bruta.

Tanto temperatura como luz inciden sobre el crecimiento de la planta de tomate. Cuando la temperatura del aire es alta, la planta responde alargando sus entrenudos, lo que hace que disminuya la cantidad de sustancias de reserva que la planta destina a la raíz, produciéndose un desbalance.

El mayor crecimiento del tallo se logra con temperaturas del aire de 30 ó 35°C durante el día y 20°C de noche, siempre que la temperatura del suelo no sobrepase los 20°C. Por otra parte, si se calefacciona al suelo, se logra aumentar la actividad de las raíces y con ello la partición de asimilados hacia ellas.

5.- Técnicas culturales

Al momento de producirse la antesis de la primera flor, la partición de asimilados hacia las raíces disminuye (sólo el 8% tiene ese destino), mientras que las hojas y el tallo son los principales órganos en crecimiento (60 y 31% respectivamente). Las estructuras reproductivas tienen todavía una escasa importancia como destino (1%).

En el tomate se pueden practicar varios tipos de podas, pero lo más común es la conducción a un solo tallo, por lo que se eliminan los brotes de las axilas foliares.

Con la técnica del desbrote, se pretende limitar el número de puntos de crecimiento de la planta, favoreciendo el flujo de fotoasimilados hacia el ápice terminal, el tallo, las raíces y eventualmente hacia el racimo que esta diferenciándose. La eliminación de los brotes debe realizarse lo más temprano posible, porque además de provocar una herida pequeña, lo que es deseable desde el punto de vista sanitario, un brote extraído con gran tamaño significa una pérdida de energía que resiente la producción. Se realiza con una pequeña presión de los dedos hacia debajo de la inserción del brote en la axila.

5.1.- Fertilización con nitrógeno

El nitrógeno es un elemento que favorece el desarrollo de la masa foliar y con ello una buena captación de la luz y una excelente tasa fotosintética, pero si los niveles de N son altos, se puede llegar a producir un desbalance entre el área foliar y el radical. Si esto ocurre, la mayor área foliar produce un aumento en la transpiración que no es correspondida con un aumento en la absorción de agua y la planta puede entrar en estrés hídrico aunque tenga buena disponibilidad de agua.

En esta etapa de cultivo un síntoma del buen nivel de N disponible para la planta es la coloración verde intenso de las hojas, buen tamaño foliar y tallos gruesos. Cuando el nivel es demasiado alto, se puede ver que las hojas superiores se curvan hacia abajo.

6.- Estado reproductivo

6.1.- Floración

6.1.1.- Efecto de la temperatura y el fotoperíodo (duración del día).

El cambio de crecimiento vegetativo a reproductivo, se caracteriza por la aparición de órganos florales. Una vez formadas las primeras hojas (7 a 12), el ápice vegetativo cambia a reproductivo y se forma el primer racimo floral.

El crecimiento vegetativo, continúa a partir de un nuevo tallo ubicado en la yema ubicada en la axila de la última hoja. Si la planta es de crecimiento indeterminado, esta yema axilar es grande,

tiene gran actividad y la inflorescencia queda al costado, pareciendo que se diferenció de una yema lateral. En tanto si es de crecimiento determinado, el crecimiento de la yema axilar es lento y de esta manera se observa que la inflorescencia queda en el ápice y la yema sale del costado.

En los cultivares indeterminados, la yema que continúa el crecimiento vegetativo diferencia entre 2 y 4 hojas más, luego otra vez aparece una inflorescencia y de la axila de la última hoja se continúa nuevamente el crecimiento vegetativo.

La tasa de iniciación foliar se incrementa con el aumento de temperatura e intensidad de luz. Si la intensidad lumínica es alta durante el crecimiento vegetativo la floración se produce antes, lo que se da generalmente en condiciones de fotoperíodo largo. En tanto, si las temperaturas son demasiado altas, superiores a 35°C, se consumen demasiados carbohidratos para la respiración de mantenimiento y la floración se retrasa. Esto en algunos casos puede llevar a que plantas de una misma variedad bajo condiciones ambientales diferentes, necesiten desarrollar distinta cantidad de hojas hasta que se produzca la floración.

6.2.- Fructificación y uso de hormonas

Para la producción integrada sólo se permite el uso de hormonas en caso de bajas temperaturas, para trasplantes tempranos en el invierno o primaveras muy frías; no está contemplada con temperaturas medias nocturnas y diurnas similares a las óptimas para el cultivo.

Varios son los factores que estimulan la caída de flores: temperaturas extremas (altas o bajas), falta de viento que permita la renovación de aire dentro del invernadero, luminosidad escasa, estrés hídrico y exceso de nitrógeno.

- Cuando las temperaturas nocturnas son inferiores a 13°C, no se produce polen y con ello no se produce la fecundación y luego de 7 días desde la anthesis floral disminuye la síntesis de auxina (hormonas de fructificación) y la flor se cae. Temperaturas superiores a 35°C esterilizan el polen y también se produce la caída de la flor.
- La falta de viento, común en los invernaderos, no permite una buena polinización y en consecuencia hay menor fecundación y menor establecimiento de frutos.
- La luminosidad escasa y la falta de agua afectan directamente la fotosíntesis, reduciendo la cantidad de fotoasimilados producidos; de esta manera, los diferentes destinos de la planta compiten entre sí y en muchos casos un gran número de flores pierde esta competencia y cae. También la baja luminosidad perjudica la polinización.
- El exceso de nitrógeno, trae como consecuencia un mayor crecimiento vegetativo; si esto se mantiene en el momento de la floración, puede traer como consecuencia un fuerte desvío de fotoasimilados a los ápices vegetativos y con ello la caída de flores. Asimismo, la posición del racimo

en la planta tiene influencia en el establecimiento de flores; los racimos superiores forman menos frutos que los inferiores, pues el porcentaje de aborto es mayor.

6.2.1.- Soluciones para la caída de flores

Varias son las posibilidades para solucionar la caída de flores, pero para seleccionar la mejor se debe tratar de determinar la causa de la caída.

- Si el problema es la falta de viento, la solución puede ser hacer vibrar a la planta manualmente, con vibradores o aplicar viento artificial.
- Si la causa es la temperatura baja, la solución ideal es la aplicación de auxinas, por ejemplo el ácido naftalen glicólico a razón de 50 ppm, una vez por semana a todas las flores abiertas.

6.3.- Fructificación: crecimiento del fruto

En general podemos decir que el tamaño de los frutos está relacionado con la cantidad de asimilados que ellos disponen y su capacidad de utilizarlos.

El tamaño potencial de un fruto esta definido por:

- El número de células que lo forman, un factor que queda definido alrededor de 10 días después de la anthesis, cuando la división celular cesa.
- La posición del fruto en el racimo. Generalmente, las primeras flores establecen antes, lo cual crea una dominancia sobre las restantes, que estaría dado por un mayor contenido de auxinas y mayor número de células.

La cantidad de asimilados disponibles, está en función de la tasa fotosintética y la competencia con los otros destinos existentes en la planta. Todo factor ambiental que limite la fotosíntesis, en principio limitará el crecimiento de los frutos. Como ejemplo podemos citar baja luminosidad, déficit hídrico, plantas con poca área foliar, etc.

Los brotes laterales deben ser quitados semanalmente, para no ejercer competencia.

Los primeros racimos normalmente disponen de mayor cantidad de fotoasimilados, pero a partir del tercero o cuarto se llega a un equilibrio y los racimos disponen de menos fotoasimilados que lo necesario para formar 3 ó 4 frutos de buen tamaño. Los nuevos cultivares permiten más cantidad de frutos de buen tamaño.

6.3.1.- Tamaño y calidad de los frutos

Diversas técnicas de manejo han sido desarrolladas para mejorar el rendimiento y la calidad comercial.

Una de ellas consiste en el raleo de hojas o deshojado basal, que debe realizarse sólo cuando la mayoría de los frutos del racimo por encima de las hojas ha alcanzado el tamaño comercial. Lo que es importante eliminar son hojas inactivas, muertas o enfermas, por el peligro sanitario que representan.

Otra técnica corriente es la eliminación del brote terminal o capado, que tiene la misma finalidad que el desbrote, es decir eliminar puntos de crecimiento vegetativo. El efecto de esta técnica es muy notorio y básicamente se logra aumentar la tasa de crecimiento de los frutos formados en los racimos cercanos al ápice, pero sin influencia en los racimos inferiores, que normalmente están próximos a cosecha.

Con referencia al tamaño de fruto, en algunos casos y para cultivares determinados, se recomienda regular el número de frutos por racimo a través del raleo de flores o frutos pequeños, o bien el raleo total de algunos racimos. Posiblemente al realizar el raleo tan tempranamente se consigue evitar el efecto de competencia entre frutos antes mencionado.

Por otro lado se ha observado que si el raleo es excesivo, el racimo podría perder capacidad para competir y con ello beneficiarse algún otro órgano de la planta o eventualmente un racimo superior. En ese sentido los cultivares de tipo indeterminado son muy plásticos y tienden a compensar la pérdida de producción en algún racimo inferior con un aumento en la parte superior de la planta, por lo que el raleo no estaría tan justificado.

Además del tamaño y la forma del fruto, otro factor condicionante de la calidad es la firmeza y vida poscosecha del mismo. Son cualidades propias del cultivar utilizado y es conocido que los materiales de tipo larga vida genético tienen un buen comportamiento en este sentido.

La mayoría de las variedades comerciales, de reciente desarrollo han sido mejoradas en cuanto a su firmeza (larga vida estructural). Algunas condiciones de manejo pueden acentuar estas características deseables, en especial el riego y la fertilización con potasio.

La utilización de una alta concentración salina en el agua de riego mejora notablemente la firmeza del fruto al bajar el contenido de agua o -lo que es lo mismo- incrementar los sólidos totales. Esta técnica generalmente provoca una pérdida de tamaño de fruto y si las condiciones de salinidad son altas, las pérdidas en la producción son significativas.

Si bien el aumento de conductividad trae aparejada una mejora en la firmeza, puede ser desventajoso al provocar una mayor incidencia de podredumbre apical, que es una enfermedad no parasitaria originada en una deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto, que puede

deberse a múltiples factores que pueden ser falta de Ca en el suelo, problemas en la absorción por competencia con otros elementos (en especial potasio y amonio), también el bajo contenido de humedad en el suelo, porque la tasa transpiratoria es poca o por dificultades en la translocación en la planta.

Asociado con problemas de Ca, se cita otro disturbio fisiológico denominado “blotchy ripening” que es la aparición de zonas verdosas en los frutos maduros que se corresponden con áreas de color marrón en el parénquima del fruto, ocasionadas por un exceso en el contenido de Ca en asociación con un genotipo predisponente.

Un manejo adecuado del riego, además de prevenir la podredumbre apical debe considerar el efecto sobre el rajado de frutos o “cracking”. Existen tres tipos del mismo, uno originado en condiciones de alta humedad dentro del invernadero, lo que hace que se deposite rocío sobre los frutos los que, al estar expuestos a la radiación, sufren pequeñas rajaduras dándole a la epidermis un aspecto áspero y corchoso.

Las otras dos formas son debidas a problemas hídricos dentro de la planta y consisten en rajaduras radiales o concéntricas (según el genotipo). Estas pueden estar originadas en un aumento en el contenido de agua de los frutos que no se corresponda con un crecimiento en la epidermis de éste, los riegos poco frecuentes, con las consiguientes fluctuaciones en el potencial hídrico, o variaciones extremas en las temperaturas del invernadero que provocan estrés que producen “cracking”.

La temperatura y la luz son los factores más importantes en la maduración del fruto, en especial, las sumas de temperatura que éste recibe. Es común que se cosechen frutos de dos o tres racimos a la vez; cuando las temperaturas son bajas, este período se alarga y la cosecha de los distintos racimos se separa en el tiempo, pero cuando las temperaturas se elevan, este período se acorta y se superponen las cosechas de diferentes racimos.

1. Introducción

El cultivo de pimiento bajo invernadero en la Argentina, se realiza desde Salta hasta La Plata. Las mejores condiciones durante el invierno se dan en el norte y durante el verano en el sur. Debido a ello la estrategia de producción deberá ser distinta en las diferentes zonas. En la Patagonia Norte es un cultivo de menor escala respecto a tomate.

Comparándola con tomate, la planta de pimiento presenta una temperatura base de crecimiento superior, alrededor de los 10°C. Esto determina que para obtener una buena producción en invierno, se deba calefaccionar en zonas ubicadas en latitudes superiores a los 30 grados.

2.- Taxonomía

Dada la complejidad taxonómica existente en pimiento, se pueden dividir en dos grandes grupos varietales:

2.1.- Variedades dulces

Suelen tener frutos de buen tamaño. Son las que se cultivan en invernaderos y al aire libre para su consumo fresco y la industria de conserva; también para la preparación de pimentón.

2.2.- Variedades con sabor picante

Suelen ser variedades de fruto largo y delgado. Se suelen utilizar para encurtidos. En este grupo está *C. frutescens*, con frutos chicos y muy picantes, conocido como "chili".

Dentro de las variedades dulces hay diferentes tipos:

Tipo A: La sección longitudinal es cuadrangular y el largo es aproximadamente igual al ancho.

Tipo B: La sección longitudinal es rectangular y el largo es mayor que el ancho.

Tipo C: La sección longitudinal es triangular.

3.- Estado de plántula

La semilla de pimiento no presenta ningún tipo de dormición, por lo que para su germinación sólo necesita de agua, O₂ y temperatura. De todas maneras, se puede observar cierta disparidad en la energía germinativa en un mismo lote de semillas, lo que podría deberse a diferencias en la senescencia seminal.

Si bien se puede sembrar en “speedling” al igual que el tomate o en macetas plásticas, son recomendadas estas últimas debido que la planta de pimiento tiene un crecimiento más lento que la de tomate y el mayor volumen de tierra que contiene la maceta, permite que la planta permanezca en ella hasta 45 días, con temperaturas óptimas de crecimiento (20 a 25°C). En este estado las plantas deben tener entre 7 y 9 hojas y es conveniente que aún no se observe el primer botón floral.

Antes de realizar el transplante, es conveniente dejar de regar para que se desarrolle más el sistema radical.

4.- Estado vegetativo

El pimiento, sobre todo las variedades "dulces", tienen unas exigencias en temperaturas mayores que el tomate. Su desarrollo óptimo se produce a temperaturas diurnas entre 20 y 25°C y nocturnas de 16-18°C. Por debajo de 15°C su desarrollo se ve afectado y deja de crecer a los 10°C. Las variedades picantes, en general, son menos exigentes a los requerimientos térmicos.

Las humedades relativas entre 50-70%, son ideales para un óptimo crecimiento. Humedades relativas mayores pueden traer problemas de enfermedades y menores con temperaturas altas, pueden provocar excesiva transpiración y conducir a la caída de flores.

Una vez realizado el transplante pasan algunos días hasta que se retoma el crecimiento, luego la planta sigue formando hojas (hasta 8-12) y posteriormente se desencadena la floración. Los brotes que salen de las axilas foliares, se eliminan hasta la cruz. Esto permite manejar correctamente la competencia por asimilados y además se logra una mejor ventilación cerca del suelo, lo que mejora el control de enfermedades.

5.- Floración y fructificación

La inducción de la floración en plantas de pimiento no es afectada por el fotoperíodo, sino que se verifica fundamentalmente por sumas térmicas, luego de que la planta haya producido entre 8 y 12 hojas, según la variedad o híbrido. Es importante que la antesis floral se realice cuando las temperaturas son óptimas.

La temperatura es el factor ambiental más importante en la floración y fructificación de las plantas de pimiento. Cuando la planta es joven y recibe temperaturas inferiores a 10°C, se produce la caída de flores. En plantas de más de 100 días de edad, se realiza el establecimiento a temperaturas inferiores a 8,5°C. A altas temperaturas (35°C) se induce la caída de flores, lo que supuestamente está relacionado con el estrés hídrico.

En plantas que presentan una buena masa foliar, las fluctuaciones de temperatura entre 35°C durante el día e inferiores a 10°C durante la noche producen frutos que normalmente son partenocárpicos y deformes. Estas deformaciones también se pueden observar en frutos seminados, pero son menos frecuentes.

Cuando las temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 15°C, comienza a afectarse el crecimiento de la planta en general. Cuando las temperaturas son inferiores a 10°C se detiene el crecimiento de los brotes y hojas y las flores no se abren pero los frutos establecidos continúan creciendo, en tanto que los nuevos que se establecen suelen ser partenocárpicos.

Cuando las temperaturas descienden hasta 5 ó 3°C, se produciría un daño en los ovarios de los frutos que en ese momento se establecen y que cuando crecen presentan las deformaciones ya comentadas. Si las temperaturas descienden aún más hasta -1°C, se presentan daños por heladas, las que son de diversa magnitud, dependiendo de la edad de la planta y si ésta sufrió algún proceso de endurecimiento.

Si las condiciones de fotosíntesis se ven disminuidas, ya sea por poca área foliar o factores adversos de luminosidad o temperatura, es recomendable la práctica de extracción del primer fruto.

No se deben confundir las causas de abscisión floral, con la falta de crecimiento o deformaciones de los frutos. Algunas plantas suelen presentar un excesivo crecimiento vegetativo y una completa caída de las flores y frutos en las primeras ramas florales. Esto puede deberse a que el crecimiento vegetativo aumenta porque las flores han abortado o, por el contrario, que se caen porque el crecimiento vegetativo es exuberante.

Esto último es lo más frecuente y puede deberse a que las condiciones favorezcan el crecimiento de la parte vegetativa, ya sea por buenas condiciones hídricas y una relación N-K muy alta.

En experiencias de poda de los brotes superiores a la primera flor, como sugieren algunos autores, no se han observado ventajas ni en el crecimiento de los frutos ni en el crecimiento de las otras partes de la planta. Ello es debido a que la planta misma detiene el crecimiento de la ramificación que van hacia el centro de la planta donde están más sombreadas; parecería entonces que ocurre una poda natural. No obstante, esta técnica puede mejorar en mucho los tratamientos fitosanitarios.

Cultivo de berenjena

1. Morfología y taxonomía

Familia: Solanaceae. Nombre científico: *Solanum melongena*. L. var. *esculentum*.

Planta: es herbácea, aunque sus tallos presentan tejidos lignificados que le dan un aspecto arbustivo, y anual.

Sistema radical: es muy potente y muy profundo.

Tallos: son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.

Hoja: de largo pecíolo, entera, grande, con nerviaciones que presentan espinas y envés cubierto de una vellosidad grisácea, causante en ocasiones de alergias. Las hojas están insertas de forma alterna en el tallo.

Flor: el número de pétalos, sépalos y estambres oscila entre 6 y 9. Los pétalos son de color violáceo. Tanto el pedúnculo como el cáliz poseen abundantes espinas, aunque actualmente se tiende al cultivo de variedades sin espinas

Fruto: es una baya alargada o globosa, de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde. Presenta pequeñas semillas de color amarillo con un poder germinativo que oscila entre 4 y 6 años. 1 gramo de semillas contiene entre 250 y 300 unidades.

2. Exigencias de clima y suelo

2.1. Exigencias climáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta, es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de ellos incide sobre el resto.

2.1.1. Temperatura

Es un cultivo de climas cálidos y secos, por lo que se considera uno de los más exigentes en calor (más que el tomate y el pimiento). Soporta bien las temperaturas elevadas, siempre que la humedad sea adecuada, llegando a tolerar hasta 40-45°C. La temperatura media debe estar comprendida entre 23-25°C.

Tabla 1.- Temperaturas críticas para berenjena en las distintas fases de desarrollo.

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	15	35
Crecimiento vegetativo	20-27	13-15	40-45
Floración y fructificación	20-30		

2.1.2. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 65%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento. Efectos similares se producen cuando la humedad relativa es escasa.

2.1.3. Luminosidad

Es una planta muy exigente en luminosidad (requiere de 10 a 12 horas de luz), por lo que en días cortos (otoño-invierno) es necesario aprovechar al máximo las horas de luz para evitar el aborto de flores y un desarrollo vegetativo demasiado exuberante.

2.2. Exigencias en suelo

Es poco exigente en suelo, debido a que posee un potente y profundo sistema radical. No obstante, los suelos más adecuados son los francos y profundos. En suelos arcillosos pueden presentarse problemas de asfixia radical, mostrando rápidamente los síntomas.

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7, aunque en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH comprendidos entre 7 y 8,5. En suelos ácidos presenta problemas de crecimiento y producción.

Es menos resistente a la salinidad del suelo y del agua de riego que el tomate y más que el pimiento, siendo más sensible durante las primeras fases del desarrollo. Es la planta cultivada en enarenado que mejor responde al retraso en las operaciones de retranqueo.

3. Material vegetal

Los dos tipos más apreciados por el mercado son:

- **Globosa:** frutos casi esféricos de color negro o violeta oscuro. Más aceptada en el mercado nacional aunque su demanda tiende a descender.

- **Semilarga:** fruto más o menos alargado y más estrecho que el tipo anterior. Es la más apreciada tanto en el mercado interior como exterior.

4. Labores culturales

4.1. Aporcado

Se lleva a cabo a los 15-20 días del trasplante, cuando se pretende realizar un aporte de materia orgánica (estiércol, humus de lombriz) en terrenos enarenados, cubriendo la parte baja de la planta con arena para protegerla del contacto con la materia orgánica.

4.2. Poda de formación

Se lleva a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente 2, 3 ó 4) y es necesaria para conseguir mayor precocidad y mejor calidad, mejorando las condiciones de aireación y luminosidad de la planta.

Después del aporcado, se eliminan los chupones y hojas que se desarrollan por debajo de la “cruz”. El número de brazos se elegirá en función del marco de plantación.

Para la poda a cuatro brazos, habrá que dejar un tallo a cada brazo principal, a partir del cual brotará primero una flor, a continuación una hoja y de la axila de ésta otro tallo, que se dejará hasta que aparezca la flor y se despuntará por la axila de la siguiente hoja, manteniendo esta última.

4.3. Tutorado

Es una práctica imprescindible para evitar que los tallos se partan por el peso de los frutos, en las variedades erectas y que los frutos se deterioren, en el caso de variedades rastreras, aunque estas últimas actualmente están en desuso. Adicionalmente, mejora las condiciones de ventilación y luminosidad y, por tanto, la floración y el cuajado.

Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación, se sujeta al alambre con un hilo vertical que se va enrollando a la planta conforme va creciendo.

4.4. Deshojado

Es recomendable aclarar un poco la planta para favorecer la aireación, ya que las hojas son muy frondosas, eliminando algunas hojas del interior y las de la parte baja, así como aquellas senescentes o enfermas. Debe realizarse bajo condiciones de baja humedad ambiental y con plantas secas.

4.5. Raleo de frutos y flores

En el ramillete floral sólo una de las 3-4 flores originará el fruto principal, por lo que conviene eliminar el resto. Es aconsejable realizar un aclareo de frutos malformados o dañados por plagas o enfermedades.

4.6. Polinización y cuajado de frutos

Bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, la polinización puede verse mejorada con la aplicación de un chorro de aire dirigido a la flor.

4.7. Recolección

No es necesario que el fruto haya alcanzado la madurez fisiológica, ya que debe recolectarse antes de que las semillas empiecen a engrosar, porque si no éstas amargan el paladar. El momento adecuado es cuando presenta un aspecto brillante.

Normalmente el tiempo que media entre dos recogidas consecutivas es de 5 a 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Algunas normas básicas para la recolección son:

- Cortar el fruto por la mañana y, a ser posible, exento de humedad, respetando el plazo de seguridad de las materias activas empleadas.
- Emplear siempre tijeras de podar para no causar desgarres, dejando al menos un centímetro de pedúnculo.
- Cuidar la manipulación del fruto para que no sufra golpes ni magulladuras, colocándolo directamente en la caja de campo, utilizando un separador entre capa y capa.

5. Marcos de plantación

El marco de plantación se establece en función del número de brazos a dejar en la poda de formación, del ciclo de cultivo, del desarrollo de la variedad, del tipo de invernadero, etc

Los marcos más usuales son: 2 m x 0,5 m (a cuatro tallos), 1,75 m x 0,5 m (a tres o cuatro tallos), 1,5 m x 0,75 m (a cuatro tallos), 1,5 m x 0,5 m (a tres tallos) y 1m x 0,5 m (a dos tallos).

6. Fertirrigación

Es un cultivo con pocas necesidades hídricas al comienzo de su desarrollo, pero que posteriormente aumenta su demanda, siendo más exigente que el tomate y algo menos que el pimiento, con consumos medios que oscilan entre 1,5 litro por metro cuadrado y día, recién plantado en agosto, y 6 litros por metro cuadrado y día en el mes de junio.

En invernadero hay que controlar que el desarrollo vegetativo no sea muy rápido, por lo que después de la plantación hay que procurar que el suelo no tenga exceso de humedad, ya que un desarrollo exuberante traería consigo dificultades en la floración y fecundación de las escasas flores que puedan aparecer, manteniendo esta precaución hasta que hayan cuajado dos o tres frutos. Cuando los primeros frutos comienzan su desarrollo, es necesario aumentar paulatinamente el volumen de agua, regando cada dos o tres días, e incluso a diario, dependiendo de las condiciones ambientales.

En cuanto a la nutrición, hay que cuidar la fertilización nitrogenada también con el fin de evitar un excesivo desarrollo vegetativo. Es conveniente realizar análisis de suelo y agua previos a la plantación, así como análisis foliares a lo largo del cultivo para determinar posibles carencias, sobre todo de microelementos.

Cultivo de pepino

1. Morfología y taxonomía

Sistema radical: es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de una raíz principal que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello.

Tallo principal: anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.

Hoja: de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Flor: de corto pedúnculo y pétalos amarillos.

Fruto: pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica.

La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto.

2. Exigencias de clima y suelo

2.1. Exigencias climáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de ellos incide sobre el resto.

2.1.1. Temperatura

Es menos exigente en calor que el melón, pero más que el zapallito

Etapa de desarrollo	Temperatura (°C)	
	Diurna	Nocturna
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz.

Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y a 1°C se producen daños por helada.

2.1.2.- Humedad

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación es infrecuente.

2.1.3.- Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

2.2.- Exigencias en suelo

El pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos.

Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades.

El pH óptimo oscila entre 5,5 y 7.

3.- Labores culturales

3.1.- Siembra y plantación

Para cultivo en invernadero se realiza siembra en speedling. El trasplante se realiza a 1 hoja verdadera.

3.2.- Poda, desbrotado y deshojado

En pepino tipo largo se realiza a los pocos días del trasplante, debido al rápido crecimiento de la planta, con la eliminación de brotes secundarios y frutos hasta una altura de 60 centímetros. Se deben suprimir todos los brotes laterales para dejar la planta a un solo tallo.

Para los restantes tipos de pepino la poda es muy similar, aunque no se eliminan los brotes laterales sino que se despuntan por encima de la segunda hoja.

Se suprimirán las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta, será necesario tratar con pasta fungicida tras los cortes.

3.3.- Raleo de frutos

Los frutos curvados y abortados deben ser eliminados cuanto antes, al igual que aquellos que aparecen agrupados en las axilas de las hojas de algunas variedades, dejando un solo fruto por axila.

3.4.- Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener y mejorar la aireación general de la planta, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta.

4.- Marcos de plantación

Para cultivos tempranos con intención de quitarlos pronto para realizar un cultivo de primavera, los marcos suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m ó 1,2 m x 0,5 m).

Si el cultivo es más tardío o se pretende alargar la producción cubriendo los meses de invierno, habrá que ampliar los marcos para reducir la densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación.

5. Fertirrigación

En los cultivos protegidos de pepino, el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc).

En el pepino largo es muy importante mantener un nivel de humedad constante y elevado en el suelo, para un desarrollo óptimo del sistema radical y, posteriormente, durante la época de formación y engorde del fruto. Cuando el cultivo es adulto, con una altura superior a la del tutor, se sombrea el suelo en coincidencia con una amortiguación de las temperaturas a la entrada del otoño, por lo que puede disminuirse la frecuencia, regando cada 3 o 4 días con los mismos volúmenes.

Cuando las aguas son de mala calidad los riegos se realizarán a diario, para evitar problemas de salinidad, manteniendo la lectura del tensiómetro en 10-15 cb para no producir asfixia radical.

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Esta suele ser de 1/0,7 desde el trasplante hasta la cuarta-quinta semana, cambiando hacia 1/1 hasta el comienzo del engorde del fruto y posteriormente hasta 1/3.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores.

El calcio es un elemento determinante en la calidad y favorece una mejor defensa de las plantas frente a enfermedades.

Los microelementos van a incidir notoriamente en el color de la fruta, su calidad y la resistencia de la planta, principalmente el hierro y manganeso.

1. Morfología y taxonomía

Planta: anual herbácea, de porte rastrero o trepador.

Sistema radical: abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo.

Tallo principal: está recubierto de formaciones pilosas y presenta nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.

Hoja: de limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son vellosas por el envés.

Flores: son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas, así como sobre el momento de su aparición. La polinización es entomófila.

Fruto: su forma es variable (esférica, elíptica, aovada, etc); la corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc, puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa.

2.- Exigencias de clima y suelo

2.1.- Exigencias climáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de ellos incide sobre el resto.

La planta de melón es de climas cálidos y no excesivamente húmedos, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación su desarrollo se ve afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos.

2.1.1.- Temperatura

Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo.

Helada		1 °C
Detención de la vegetación	Aire	13-15 °C
	Suelo	8-10 °C
Germinación	Mínima	15 °C
	Óptima	22-28 °C
	Máxima	39 °C
Floración	Óptima	20-23 °C
Desarrollo	Óptima	25-30 °C
Maduración del fruto	Mínima	25 °C

2.1.2.- Humedad

Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65%.

La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos, para obtener buenos rendimientos y calidad.

2.1.3.- Luminosidad

La duración de la luminosidad en relación con la temperatura, influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral, fecundación de las flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos.

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está estrechamente influenciado por la temperatura y las horas de iluminación; de esta forma, los días largos y temperaturas elevadas favorecen la formación de flores masculinas, mientras que los días cortos con temperaturas bajas inducen el desarrollo de flores con ovarios.

2.2- Exigencias de suelo

La planta de melón no es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7. Es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radical y podredumbres en frutos.

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo (CE de 2,2 dS.m-1) como del agua de riego (CE de 1,5 dS.m-1), aunque cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada, supone una reducción del 7,5% de la producción.

3.- Elección del material vegetal

Pueden considerarse distintos tipos de melones en el comercio nacional:

Melón amarillo. Dentro de este grupo existen dos tipos: el Amarillo canario y el Amarillo oro. El primero es de forma más oval y algo más alargado. La piel del fruto es lisa y de color amarillo en la madurez, sin escriturado. La pulpa es blanca, crujiente y dulce (12-14°Brix). La planta en general es menos vigorosa que la del resto de los melones. Su ciclo de cultivo suele durar 90-115 días, según variedades. Poseen buena conservación.

Melones verdes españoles. Dentro de este grupo existen tres tipos: “Piel de sapo”, Rochet y Tendral.

- Los “piel de sapo” se caracterizan por poseer frutos uniformes en cuanto a calidad y producción, alargados, con pesos comprendidos entre 1,5 y 2,5 kg, con pulpa blanco-amarillenta, compacta, crujiente, muy dulce (12-15° Brix) y poco olorosa. La corteza es fina, de color verde, con manchas oscuras que dan nombre a este tipo de melones. Su precocidad es media-baja (ciclo de unos 100 días), su conservación aceptable (2-3 meses) y su resistencia al transporte muy buena. La planta es vigorosa.

- Los melones tipo Rochet se caracterizan por su buena calidad, precocidad media (aproximadamente 100 días), buena producción, frutos alargados con pesos de 1,5-2 kg, piel lisa, ligeramente acostillada y con cierto escriturado, sobre todo en las extremidades, de color verde. La pulpa es blanco-amarillenta, compacta, poco aromática, muy azucarada (14-17° Brix) y de consistencia media. Buena resistencia al transporte pero corta conservación (1-2 meses máximo).

- El melón tipo Tendral es originario del sudeste español, de gran resistencia al transporte y excelente conservación. El fruto es bastante pesado (2-3 kg), de corteza rugosa de color verde oscuro y un elevado grosor que le confiere gran resistencia al transporte. Es

uniforme, redondeado y muy asurcado pero sin escriturado. La pulpa es muy sabrosa, blanca, firme, dulce y nada olorosa. La planta es de porte medio, vigorosa, con abundantes hojas, aunque no llega a cubrir todos los frutos, por lo que deben cuidarse los daños producidos por el sol. Es una planta para ciclos tardíos de aproximadamente 120 días.

Melones Cantaloup. Presentan frutos precoces (85-95 días), esféricos, ligeramente aplastados, de pesos comprendidos entre 700 y 1200 gramos, de costillas poco marcadas, piel fina y pulpa de color naranja, dulce (11-15°Brix) y de aroma característico. El rango óptimo de sólidos solubles para la recolección oscila entre 12 y 14°Brix, ya que por encima de 15°Brix la conservación es bastante corta. Existen variedades de piel lisa (europeos, conocidos como “Charentais” o “Cantaloup”) y variedades de piel escriturada (americanos, conocidos como “Supermarket italiano”). Cuando alcanza la plena madurez el color de la piel cambia hacia amarillo. La planta adquiere un buen desarrollo, con hojas de color verde-gris oscuro.

Melones Galia. Presentan frutos esféricos, de color verde que vira al amarillo intenso en la madurez, con un denso escriturado. Pulpa blanca, ligeramente verdosa, poco consistente, con un contenido en sólidos solubles de 14 a 16°Brix. Híbrido muy precoz (80-100 días, según la variedad), con un peso medio del fruto de 850-1900 gramos.

4. Labores culturales

4.1. Siembra y trasplante

Se puede elegir entre un sistema u otro dependiendo de la época de cultivo, pero para producciones bajo cubierta se realiza almácigos.

- Para la siembra directa la temperatura mínima del suelo debe ser de 16°C, colocando una semilla por golpe, que se cubre con 1,5-2 centímetro de arena, turba o humus de lombriz.
- Cuando se realiza la siembra en almácigo, el trasplante se realiza a las 6-7 semanas, con al menos la primera hoja verdadera bien desarrollada, aunque el óptimo sería que tuviera dos hojas verdaderas bien formadas y la tercera y cuarta mostradas.

4.2. Acolchado o mulch

Consiste en cubrir el suelo/arena generalmente con una película de polietileno negro de unos 100-200 micrones, con objeto de aumentar la temperatura del suelo, disminuir la evaporación de agua, impedir la emergencia de malas hierbas, aumentar la concentración de CO₂ en el suelo y aumentar la calidad del fruto al eludir el contacto directo de éste con la humedad del suelo..

4.3. Microtúneles

En plantaciones tempranas, una vez realizado el trasplante, se puede proceder a la colocación de microtúneles de plástico para incrementar la temperatura. Para ello se colocan arcos de alambre cada 1,5 metro aproximadamente, que se recubren con un film que se sujeta al suelo con la propia tierra.

4.4. Sistemas de poda

Esta operación se realiza con el fin de favorecer la precocidad y el cuajado de las flores, controlar el número y tamaño de los frutos, acelerar la madurez y facilitar la ventilación y la aplicación de tratamientos fitosanitarios.

Existen dos tipos de poda: para cultivo con tutor (generalmente hilo de rafia) y para cultivo rastrero. En ambos casos se tiene en cuenta que son los tallos de tercer y cuarto orden los que producen mayor número de flores femeninas, mientras que en el tallo principal sólo aparecen flores masculinas.

En cultivo rastrero, cuando las plantas tienen 4-5 hojas verdaderas, se despunta el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja. De cada una de las axilas de las hojas restantes surgen los tallos laterales que son podados, cuando tienen 5-6 hojas, por encima de la tercera. De las axilas de las hojas restantes nacen nuevas ramas que son fructíferas, siendo opcional la poda de éstas por encima de la segunda hoja más arriba del fruto, cuando haya comenzado a desarrollarse. Normalmente no se pinzan los tallos terciarios, aunque es una práctica aconsejable para frenar su vigor y favorecer la formación de los frutos.

Cuando se tutura el melón, pueden dejarse dos brazos principales o uno solo.

4.5.- Polinización

Las colmenas de abejas se colocaran a razón de al menos una por cada 5.000 metros cuadrados, cuando empiece a observarse la entrada en floración del cultivo. Dichas colmenas se disponen en el exterior del invernadero, cerca de una apertura, y se retirarán cuando se observe que el cuaje está realizado.

5.- Marcos de plantación

En cultivos rastreros, los marcos de plantación más frecuentes son de 2 m x 0,75 m y 2 m x 0,5 m, dando densidades de plantación que oscilan entre 0,75 y 1 planta/m². Cuando se tutoran las plantas se recomiendan densidades de 1,25-1,5 plantas/m² y hasta 2 plantas/m², cuando la poda es a un solo tallo. No obstante, dichas densidades también pueden variar en función de la variedad cultivada, reduciéndose a 0,4 plantas/m² en el caso de los melones “piel de sapo”.

6.- Fertirrigación

El método de riego que mejor se adapta al melón es el riego por goteo, por tratarse de una planta muy sensible a los encharcamientos, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc). Esto es imprescindible en cultivo bajo cubierta.

Con respecto a la nutrición, en la planta de melón el nitrógeno abunda en todos los órganos; el fósforo también es abundante y se distribuye preferentemente en los órganos encargados de la reproducción (ya que es imprescindible en las primeras fases de elongación del tubo polínico) y en el sistema radical; el potasio es abundante en los frutos y en los tejidos conductores del tallo y de las hojas; el calcio abunda en hojas, donde se acumula a nivel de la lámina media de las paredes celulares y juega un papel fundamental en las estructuras de sostén.

Una nutrición deficiente en nitrógeno produce una reducción del 25% en el crecimiento total de la planta, con especial incidencia en el sistema radical, aunque los demás elementos se encuentren en concentraciones óptimas. Asimismo, las cantidades de nitrógeno disponible influyen sobre la proporción parte aérea/raíz, de forma que aportes crecientes de nitrógeno de forma localizada aumentan dicha relación, tanto por el aumento de la parte aérea como por la disminución del volumen del suelo explorado. El tipo de sal utilizada como fuente nitrogenada también puede influir sobre el comportamiento de la planta, según su facilidad de asimilación.

Durante la floración, un exceso de nitrógeno se traduce en una reducción del 35% de las flores femeninas y casi del 50% de las flores hermafroditas.

Una deficiencia en fósforo puede ocasionar la disminución del crecimiento de la parte aérea en un 40-45%, que se manifiesta tanto en la reducción del número de hojas como de la superficie foliar, y en un 30% para la raíz. Cuando concurren niveles deficientes de fósforo y excesivos de nitrógeno durante la floración y fecundación, se produce una reducción de hasta el 70% del potencial de floración y una disminución considerable del número de frutos fecundados.

Una deficiencia severa de potasio durante la etapa de floración, puede producir una reducción de hasta el 35% del número de flores hermafroditas.

La acción de los macronutrientes secundarios (potasio, calcio, magnesio y azufre) sobre el crecimiento es limitada, aunque la acción que ejercen sobre la elongación celular puede producir, en el caso de deficiencias prolongadas, una reducción del crecimiento que puede llegar a originar necrosis foliares.

En cuanto a los efectos de la nutrición sobre el desarrollo y maduración de los frutos, el potasio y el calcio ejercen un papel determinante en relación con la calidad y las cualidades organolépticas.

Bibliografía consultada

- Alpi, A., F. Tognoni. 1991** Cultivo en invernadero 3º Edic. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.. 2-3 April, pp. 121-128.
- Andersson, N.E.. 1992.** Evapotranspiration in the Greenhouse under Different Shading Screen Materials. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 42:184-188.
- Anton, A. and J.L. Montero. 1992.** Workshop on European Greenhouse Standards. REUR. Technical series 25. European cooperative networks on rural energy and environment. CNREE FAO.
- Bailey, B. and R.F. Cotton. 1980.** Glasshouse thermal screen: Influence of single and double screens on heat loss and crop environment. NJAE Dep. Note DN/G/821. 15 pp.
- Bailey, B.J. 1978.** Heat conservation in glasshouses with aluminised thermal screens. In: R. Larsen and H.H. van der Borg (Editors). More Profitable Use of Energy in Protected Cultivation. Acta Hortic., 76:271-274
- Boccia, L 1994.** Le prestazioni delle lampade negli apprestamenti protetti. Colture protette, N 7/8: 69-73.
- Bonet Martínez; et al. 1992.** (El viento, prevención de sus daños en agricultura). Agrícola Vergel XI- 125 (349-357)
- Boulard, T. and A. Baille. 1995.** Modelling of Air Exchange Rate in a Greenhouse Equipped with Continuous Roof Vents. J agric. Engng Res. 61,37-48.
- Boulard, T. and A. Baille. 1993.** A simple greenhouse climate control model incorporating effects of ventilation and evaporative cooling. Agricultural and Forest Meteorology, 65. 145-157
- Boulard, T and B. Draoui. 1995.** Natural Ventilation of a Greenhouse with Continuous Roof Vents: Measurements and Data Analysis. J. agric. Engng Res. 61,27-36
- Bouzo, C. et al. 1994** Diseño y desarrollo de un sistema de calefacción para invernáculos. Res. XVII Congreso Arg. y VI Latinoamericano de Horticultura. Córdoba. (23)
- Bretones Castilla, F. 1991.** Microclima en invernadero Plástico sin calefacción. II Curso de Horticultura en invernadero. Almería. España.
- Castilla Prados, N. 1992.** Física e infraestructura de invernaderos. Curso internacional de cultivos protegidos. Neuquén, 1992.
- Di Masi, S. 1997.** Manejo y control de enfermedades en invernadero. En: Cultivos horticolas en invernadero. INTA. EEA Alto Valle(56-67)
- FAO. 1990.** Protected cultivation in the Mediterranean climate. Plant production and protection paper N 90,313 pp.
- Favaro, J.C. 1997.** Tecnología de cultivos bajo cubierta. INTA EEA Alto Valle 60 pag.
- Fernández, J.E. and B.J. BAILEY. 1994.** The influence of Fans on Environmental Conditions in Greenhouses. J. agric. Engng Res. 58,201-210.
- Ferrato, J. 1993.** El Cultivo protegido de hortalizas en la Argentina. de 1º Jornadas Regionales de Horticultura. INTA Neuquén. noviembre 1993
- Ferraro J. et al. 1994.** Efecto del microclima y otros factores sobre la aparición de corazón negro en apio (*Apium graveolens*) bajo túneles altos. XVI Congreso Argentino de Horticultura. As.A.Ho. Córdoba (7)
- Ferraro, J; N. Francescangeli; P. Marcozzi y A. Rosania. 1994.** Evaluación económica de la calefacción por aire de tomate en invernadero, para la zona N de BS AS y S de Sta Fe. Hort.Arg.13 (34-35) :73-81.
- Ferratto, J. 1997.** Ecofisiología y Tecnología de Tomate, Apio y otras alternativas. En: Cultivos Horticolas en invernadero. INTA. EEA Alto Valle (3:55)
- Francescangeli, N. 1994.** El invernáculo. en: 2º Curso a distancia de producción de hortalizas en invernáculo. Mod.2. INTA San pedro

- Francescangeli, N.; J. Ferratto; P. Marcozzi y A. Rosania. 1994.** Sombreado de invernaderos. Efectos sobre el microclima y la aparición de la podredumbre apical del fruto en tomate de producción primavera estival. Hort Arg. 13 (33):65-70.
- Francescangeli, N.; J. Ferratto; P. Marcozzi y A. Rosania. 1994.** Efecto de la calefacción por aire sobre la producción de tomate en invernadero, en el N de la pcia de Bs As. Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, Vol 88 N3-4.
- Francescangeli, N.; J. Ferratto; H. Busilacchi y M.A. Lara. c 1994.** Sombreado de invernaderos. Efectos sobre el microclima y la producción de tomate estivo otoñal. Hort Arg 13 (33):58-64.
- Francescangeli, N. y M. Mitidieri. 1997** Curso en video: el invernadero hortícola: Estructuras, Manejo del cultivo, Técnicas de climatización. EEA INTA San Pedro.
- Francescangeli, N. et al. 1994.** Efecto de la calefacción por aire sobre la producción de tomate en invernadero en el norte de la provincia de Buenos Aires. Res. XVI Congr. Arg. de Horticultura. As.A.Ho. Córdoba
- Gauthier, L. and R. Guay. 1990.** An Object-oriented design for a Greenhouse Climate Control System. American Society of Agricultural Engineers. Vol. 33 (3) 999-1004.
- Iglesias, N. et al. 1994.** Comportamiento de cultivares de lechuga en invernáculo sin calefacción con distintos tipos de cobertura de suelo. XVI Cong. Arg. de Hort. As.A.Ho. Córdoba. (11)
- Iglesias, N. et al. 1995.** Los cultivos protegidos en la Norpatagonia. INTA EEA Alto Valle. mimeo
- Iglesias, N. 1995.** Invernáculos. Trabajos técnicos, económicos y de diagnóstico del Alto Valle. INTA EEA Alto Valle. 24 hojas.
- Iglesias, N. 2000.** El cultivo de tomate en invernadero en la Norpatagonia: elección de cultivares. INTA-EEA Alto Valle. 23 pag.
- Jolliet, O. 1994.** HORTITRANS. A Model for Predicting and Optimizing Humidity and Transpiration in Greenhouses. J Agric. Engng Res. 57, 23-37
- Kittas, C.; B. Draoui and T. Boulard. 1995.** Quantification of the ventilation of a greenhouse with a roof opening. Agricultural and Forest Meteorology 77:95-111.
- Krasovitski, B.; E. Kimmel and Y. Amir, Y. 1995.** A Simulation of foam Protection of Plants Against Frost. J. Agric. Engng Res. 61,155-163.
- Levit, H.; R. Gaspar; M. Lara and R. Piacentini. 1986.** Diseño de la calefacción de invernaderos por simulación dinámica. Boletín Hortícola Asaha 7: 25-30.
- Maroto, J. 1989.** Horticultura Herbácea Especial. 3º De. Edic. Mundi-Prensa. Madrid.
- Maroto, J. 1990.** Elementos de Horticultura General. 342 pag. De. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mitidieri, M.; N. Francescangeli e I. Mitidieri. 1995.** Efectos de la luz sobre la producción de plantines de tomate y pimiento. Información no publicada.
- Mitidieri, M. y N. Francescangeli. 1995.** Jornada de capacitación. Introducción al cultivo protegido. EEA INTA San Pedro. Carpeta 25 pag
- Monteiro, A..1992.** La importancia de la ventilación en la mejora del acondicionamiento ambiental de los invernáculos sin calefacción,. 2 das Jornadas sobre cultivos protegidos. Fac. Agronomía de La Plata.
- Montero, J.. 1992.** Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. Conferencia dictada en XV Congreso Argentino de Horticultura. Neuquén, Arg. 1992
- Montero, J.. 1992.** Nuevas Tendencias en el Diseño de Invernaderos. Agrícola Vergel, enero 1992 (20-21)
- Montero, J.. 1992.** Nuevas tendencias en el diseño de invernaderos. Agr. Vergel. año XI N° 121 y 122.
- Montero, J. et al. 1993.** Tecnología del invernadero. Curso de Tecnol de la Hort. protegida. INTA Buenos Aires. Noviembre 1993
- Montero, J.L., A. Anton. and I. Segal. 1993.** Evaporative cooling of greenhouses by fogging combined with natural ventilation and shading. International Workshop on Cooling systems for greenhouse. Tel Aviv. Israel.

- Montero, J. y A. Antón. 1993.** Tecnología del invernadero. Curso de Tecnología de la Horticultura Protegida. INTA-UBA. Carpeta 220 pp.
- Nijskens, J.; J. Deltour; S. Coutisse y A. Nisen. 1984.** Heat transfer through covering materials of greenhouses. *Agriculture and Forest Meteorology* vol. 33, pp:193-214.
- Norrie, J.; M.E.D. Graham; P.A. Dube and A. Gosselin. 1994.** Improvements in Automatic Irrigation of Peat-grown Greenhouse Tomatoes. *Hort Technology*. April/June.
- Noto, G. 1984.** La carpogenesi del peperone in condizione termiche sub-ottimali. *Colture Protette*. 7:53-59.
- Papadakis, G.; A. Frangoudakis and S. Kyritsis. 1994.** Experimental Investigation and Modelling of Heat and mass Transfer between a Tomato Crop and the Greenhouse Environment. *J. Agric. Engng res*. 57, 217-227.
- Papadakis, G.; M. Mermier; J.F. Meneses. and T. Boulard. 1996.** Measurement and Analysis of Air Exchange Rates in a Greenhouse with Continuous Roof and Side Openings. *J. Agric. Engng Res* 63, 219-228.
- Pilatti, R. 1997.** Cultivos bajo invernaderos. Ed. Hemisferio Sur.
- Roberts, W.J.; J.W. Bartok; E.E. Fabian and J. Simpkins. 1985.** Energy conservation for commercial greenhouses. NRAES 3, Nort Atlantic Region Agricultural Engineering Service. Ithaca, NY, 42 pp.
- Rylski, I. and M. Spigelman. 1992.** Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. *Sci. Hort.* 17: 101-106.
- Rylski, I. 1973.** Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) Ph. D. Thesis. Hebrew University of Jerusalem. Israel. pp 1-96.
- Seemann, J. 1974.** Climate under Glass. Technical note Nro. 131. Secretariat of the Worls Meteorological Organization. Geneva. Switzerland.
- Seginer, Y.; T. Boulard and B.J. Bailey. 1994.** Neural Network Models of the Greenhouse Climate. *J. agric. Engng Res* 59, 203-216.
- Shaljo, E. 1992.** Manual sobre cultivos protegidos. INTA.
- Shaljo, E. 1992.** Manual sobre cultivos protegidos. INTA. Pro-Huerta.
- Shaljo, E. 1992.** Perspectivas regionales y mercados potenciales. Propuestas para los cultivos protegidos. En: Curso internacional de cultivos protegidos. INTA
- Sheard, G.F. 1978.** Shelter and the effect of wind on the heat loss from greenhouses. In: R. LARSEN AND H.H. VAN DER BORG (Editors), *More Profitable Use of Energy in Protected Cultivation*. *Acta Hortic.*, 76:357-360.
- Stanghellini, C. 1987.** Transpiration of greenhouse crops, an aid to climate management. Ph D. Dissertation, Agricultural University, Wageningen. The Netherlands.
- Stanghellini, C. and T. De Jong. 1995.** A model of humidity and its applications in a greenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 76:129-148.
- Stolze, J.A. et al., 1985.** Application of growlight in greenhouses. *Poot Lichtenergie B.V.* Schipluiden, Holland. 32 pp.
- Van Henter, E.J. and J. Bontsema. 1991.** Optimal control of Greenhouse Climate. IFAC. Mathematical and Control Applications in Agriculture and Horticulture. Matsuyama. Japan.
- Wann, M., D. Yen and H.J. Gold. 1985.** Evaluation and calibration of three models for daily cycle of air temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 34,
- Wei, Y. Q.; B.J. Bailey and B.C. Stenning. 1995.** A Wetness Sensor for Detecting Condensation on Tomato Plants in Greenhouses. *J. agric. EngRes*. 61,197