ISBN 978-987-521-458-3

PRODUCCION HORTICOLA BAJO CUBIERTA

Ediciones
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTA

Producción hortícola bajo cubierta / compilado por Alfredo Szczesny ; edición literaria a cargo de Enrique Adlercreutz ... [et.al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones INTA, 2014.

E-Book.

ISBN 978-987-521-458-3

1. Cultivos Protegidos. 2. Suelo. 3. Clima. 4. Enfermedades. 5. Plagas I. Szczesny, Alfredo, comp. II. Adlercreutz, Enrique, ed. lit.

CDD 630

Fecha de catalogación: 11/11/2013

Compilación: Szczesny, Alfredo[1]

Autores: Adlercreutz Enrique[1]
Huarte R. Daniel[1]
López Camelo Andrés[2]
Manzo Enrique[3]
Szczesny Alfredo[1]
Viglianchino Liliana[1]

(1) Agencia Extensión Rural INTA Mar del Plata
(2) E.E.A. INTA Balcarce
(3) Asesor Cooperativa de Horticultores Mar del Plata Ltda.

Revisión Técnica: Ricci Lyda
Diseño gráfico: Marchi Franca

INDICE

Temas	Pág.
Cultivos protegidos	4
Suelos	19
Labores	24
Siembra y trasplante	31
Almácigo	35
Riego y Fertirriego	51
Climatología	67
Plagas y Enfermedades	75
Producción Integrada	90
Cosecha y Poscosecha	95
Aplicación de los conocimientos a cultivos	111
Lechuga	112
Tomate	125
Pimiento	136
ANEXO I. Análisis económico de los cultivos de Lechuga y tomate	145
ANEXO II. TOMATE BAJO CUBIERTA evolución del precio de venta:	147
Bibliografía	148

CULTIVOS PROTEGIDOS

INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones de los productores agropecuarios es la búsqueda constante de prácticas y tecnologías para minimizar los riesgos y maximizar la rentabilidad en la producción.

La producción hortícola incorporó diferentes tecnologías como: mejoramiento genético, fertilización, riego, fertirriego, plaguicidas, cobertura de cultivos, etc. que hicieron posible incrementar los rendimientos, la calidad, seguridad de cosecha y su rentabilidad.

La incorporación de la cobertura permitió desarrollar nuevas formas de cultivos, donde todo o parte del ciclo se produce bajo cubierta, utilizando para ello materiales y formas diversas. De esta manera se logra producir en lugares y épocas que resultaría imposible sin la tecnología mencionada. Fenómenos como lluvias intensas, granizos, vientos y bajas temperaturas son algunos de los factores limitantes que son controlados en los cultivos protegidos.

DEFINICIÓN

Se define al cultivo forzado o protegido como aquel que durante todo el ciclo de producción, o en una parte del mismo, se incorporan modificaciones que actúan acondicionando el microclima del espacio donde crecen las plantas. Al colocarse sobre una estructura una cubierta transparente, se genera un clima espontáneo en su interior que favorece el cultivo de diversas especies. A los fines prácticos llamaremos cultivos en invernáculo como sinónimo de cultivos protegidos, pero se deberá tener en claro que en un invernáculo se puede controlar con mayor eficiencia factores como temperatura, humedad, luz y anhídrido carbónico.

El ambiente que se logra dependerá de la naturaleza de la cubierta y de la estructura, de la forma geométrica y de las condiciones del clima externo.

Además de la modificación del clima, este sistema de producción incluye otros aspectos tecnológicos que inciden marcadamente en el comportamiento de cada especie, tales como: riego localizado, fertirrigación, épocas de producción, densidad de plantación, conducción de los cultivos, control de plagas y enfermedades, etc.

Realizar cultivos en forma protegida es una estrategia productiva que persigue además los siguientes objetivos: aumentar la producción, obtener productos de mejor calidad, adelantar (primicia) y atrasar (tardicia) el momento de la recolección (cosecha).

EL INVERNÁCULO

Con el fin de proteger a los cultivos se han desarrollado diversos elementos y formas, pero en esta publicación se tratan las producciones que se llevan a cabo bajo cubierta. En relación con otras protecciones o abrigos climáticos, el invernáculo es el medio más adecuado para lograr los objetivos antes mencionados, ya que cuenta con niveles razonables de funcionalidad y eficiencia que permite alcanzarlos.

Concepto de Invernáculo: Descriptivamente puede decirse que es una construcción agrícola cuya estructura es de madera, hierro u otros materiales de alturas variables que se adecuan a las necesidades del cultivo, labores mecánicas y operarios, con paredes y techo generalmente recubiertos por una película de nylon permeable a la radiación solar. Desde el punto de vista del aprovechamiento de energía, podemos definir al invernáculo como el sistema más simple y económico para captar energía solar a favor de los cultivos.

FINALIDAD

Al cultivar bajo cubierta especies hortícolas como tomate, pimiento, apio, lechuga, espinaca, etc. se logra aumentar la producción, calidad y la precocidad, lo que incide directamente sobre la rentabilidad.

Para cumplir su ciclo todas las plantas tienen exigencias muy concretas en cuanto a temperatura, por ello su implantación debe hacerse en aquellas épocas del año que cubran las necesidades de germinación, crecimiento y desarrollo. Si implantamos un cultivo en un medio donde la temperatura se ubique en un rango adecuado, las plantas se desarrollarán en plenitud. Los invernáculos crean un clima artificial elevando la temperatura del interior con respecto al exterior; aunque depende de las plantas y de la temperatura, normalmente estas condiciones anticipan el momento de cosecha.

El uso de cultivares adecuados (híbridos o de polinización abierta) de buena aptitud para cultivar en sistemas protegidos y complementadas con sus prácticas culturales correspondientes tales como riego, fertirrigación, conducción, control racional de plagas y enfermedades, etc. permiten alcanzar producciones que superan cuali y cuantitativamente a los realizados al aire libre.

Otro de los fines que se logra con la protección de los cultivos es aumentar significativamente la seguridad de cosecha, permitiendo además obtener mayor proporción de productos de alta calidad debido a la protección que ofrece ante ciertos fenómenos climáticos perjudiciales como granizos, lluvias intensas, fuertes vientos, heladas, etc., además de brindar mejores condiciones laborales.

TIPO DE INVERNACULO

Eficiencia y funcionalidad, son las dos características principales que deben poseer los invernáculos para que cumplan con la función que se espera de esta modalidad productiva.

Por eficiencia se entiende a la capacidad para acondicionar algunos de los principales elementos del clima dentro de límites determinados y de acuerdo con las exigencias fisiológicas de los cultivos.

La funcionalidad es el conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del espacio cubierto, tanto desde el punto de vista técnico como económico, por ejemplo: dimensiones necesarias para albergar el cultivo y facilitar las labores manuales y mecánicas; facilidad para los accesos de personal y maquinarias y las operaciones de ventilación; facilidad para la colocación y recambio de la cobertura (nylon), etc.

VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL CULTIVO EN INVERNACULO

Como resumen, se enumeran algunas de las más destacadas que hacen a la justificación de incorporar este sistema de producción.

VENTAJAS

- ✓ Adelanto (precocidad) o atraso (tardicia) de la cosecha y posibilidades de obtenerlas fuera de época.
- ✓ Aumento de los rendimientos (3 a 5 veces mayor que los obtenidos a campo).
- ✓ Producción de mayor calidad (limpieza, sanidad, uniformidad).
- ✓ Mayor eficiencia en el uso del agua.
- ✓ Mayor facilidad para la organización de las actividades.
- ✓ Condiciones más adecuadas del trabajo de los operarios.
- ✓ Mejores condiciones para emplear criterios de control integrado de plagas y enfermedades, lográndose su control con menor impacto ambiental de los agroquímicos.
- ✓ Posibilidad de realizar más cultivos al año en la misma superficie.

LIMITACIONES

- ✓ Inversión inicial alta.
- ✓ Los cultivos protegidos difieren en su complejidad de manejo de los cultivos a campo.
- ✓ Los cultivos protegidos demandan mayor tecnología y mayor costo.
- ✓ Dificultad para superar algunas adversidades que el sistema de cultivo protegido genera, como por ejemplo la concentración de sales en el suelo o la mayor incidencia de algunos patógenos.
- ✓ Necesidad de mano de obra más capacitada.

El desafío es obtener el máximo beneficio a partir de las ventajas que este sistema ofrece. Para lograrlo se debe:

1.- Considerar y complementar aspectos tales como:

- ✓ Uso de cultivares (variedades o híbridos) seleccionados para expresar su máximo potencial en condiciones de cultivo bajo cubierta.
- ✓ Control del medio ambiente (temperatura, luminosidad, humedad relativa, etc.).
- ✓ Aplicación de técnicas de cultivo adecuadas a cada especie (implantación, riego, fertirrigación, densidad de plantas, conducción, control de plagas y enfermedades).

2.- Realizar un análisis crítico de los factores existentes en la zona, tales como:

- ✓ Factores naturales: suelo, agua (cantidad y calidad), luz, temperatura, humedad ambiente, viento, granizo.
- ✓ Factores humanos: disponibilidad de asesores profesionales y de mano de obra permanente y temporaria; nivel de calificación y posibilidades de capacitación.
- ✓ Factores técnicos: Diseño y tamaño del invernadero, disponibilidad de equipos, maquinarias e insumos requeridos para cubrir las necesidades de la producción.
- ✓ Factores económicos: disponibilidad de capital propio o créditos. Análisis de inversión y costos operativos; de acondicionamiento, de transporte y de comercialización. Amortizaciones. Análisis de mercados.

EL INVERNACULO

El invernáculo es una construcción destinada a brindar a los cultivos hortícolas, frutícolas, ornamentales o cualesquier otro, condiciones más favorables y más seguras que al aire libre.

De acuerdo con lo expresado en las definiciones anteriores, podemos afirmar que el invernáculo es una construcción caracterizada por poseer:

- ✓ Una cubierta transparente a las radiaciones necesarias para la vida de las plantas, de donde resulta una modificación del clima respecto al exterior.
- ✓ Dimensiones apropiadas para las especies a cultivar y para que las personas trabajen en su interior.
- ✓ Cultivo sobre suelo, sustrato natural o artificial y con la posibilidad de disponer de un sistema de riego.
- ✓ Dispositivos que permiten intercambios de aire con el exterior.
- ✓ Eventualmente dispositivos para evitar valores extremos críticos en los parámetros climáticos.

¿COMO ES UN INVERNACULO?

Al observar un invernáculo, vemos con claridad dos partes diferentes pero complementarias:

- ✓ una estructura
- ✓ una cobertura

ESTRUCTURA

1. La estructura puede estar construida con distintos materiales. Entre los más comunes se encuentran:

- ✓ madera
- ✓ hierro o acero
- ✓ aluminio
- ✓ hormigón

En el siguiente cuadro se presentan las características, ventajas y limitaciones de cada material.

MATERIALES	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	LIMITACIONES
MADERA	Constituye el material más barato donde existe disponibilidad, como en nuestro país.	• Baja conductividad térmica, (mayor ahorro de calefacción). • Buena resistencia a las cargas. • Fácil montaje de la cobertura. • Puede trabajarse en la propia obra.	• Es poco luminosa. • No permite la construcción de estructuras tan grandes como los modelos metálicos. • Las maderas poco estacionadas tienden a deformarse.
HIERRO Y ACERO	Muy difundidos en Europa, tanto para cobertura de vidrio como de polietileno. Permiten un ancho libre en las naves mayor que en las estructuras de madera.	• Muy luminoso. • Montaje rápido y fácil. • Posibilidad de disponer de elementos modulares que abaratan la construcción. • Larga vida útil.	• Dificultad para hacer ajustes “in situ”. • Problemas de corrosión en contactos de piezas mal galvanizadas. • Requieren un delicado montaje de la cobertura.
ALUMINIO	Uno de los materiales más idóneos para la construcción de invernaderos. En casi todo el mundo está reservado exclusivamente para fines muy específicos (investigación, producciones de gran valor, etc.)	• Mucha resistencia a la corrosión y a los agentes atmosféricos. • Posibilidad de utilizar de forma variada para sujetar la cobertura. • Costo de mantenimiento casi nulo. • Muy considerable duración.	• Alto costo. • Relativa debilidad de las soldaduras. • No soportan cargas importantes.
HORMIGON	De poco uso, es especialmente últil para estructuras altas.	• Alta resistencia a todo tipo de carga. • Larga duración. • Mínimo costo de mantenimiento.	• Alto costo. • Poco luminoso. • Presenta dificultades para montar la cobertura.

El material más utilizado por su costo, disponibilidad y facilidad en la construcción es la madera (palmeras, postes, tirantes, listones, etc.).

OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Además, deben considerarse otros elementos relacionados con la estructura, tales como:

- ✓ puertas
- ✓ ventanas
- ✓ canaletas
- ✓ aberturas cenitales (para facilitar la ventilación)

PORTONES Y PUERTAS

Estas aberturas tienen como función permitir el acceso de operarios y herramientas. Su tamaño y número depende en cierta forma de las características de las estructuras.

En las estructuras de gran tamaño las puertas deben ser anchas y permitir el acceso de elementos como tractores, maquinarias y herramientas. En las más pequeñas y simples, se prevé el desmontado de los frentes para realizar los trabajos de suelo que preceden a un cultivo, las puertas son pequeñas y sólo dan paso a los operarios.

No obstante, y cualquiera sea su tamaño, las puertas deben cerrar muy bien y tener juntas lo más perfectas posibles para evitar renovaciones de aire no deseadas y el paso de insectos.

Para tener en cuenta ...

Las puertas de los invernáculos abren hacia afuera para no desaprovechar la superficie disponible para el cultivo y deben contar con trabas seguras (especialmente en las construcciones de madera) para impedir su apertura accidental por la acción del viento.

VENTANAS

Las ventanas además de ser las mayores responsables de la ventilación del invernáculo deben cumplir con los siguientes requisitos:

- ✓ Cerrar y abrir bien,
- ✓ Permitir el mantenimiento del calor y la ventilación del invernáculo.
- ✓ Evitar la entrada de insectos.

Un elemento a determinar con relación a las ventanas es la manera de abrirlas y cerrarlas: en construcciones metálicas estas operaciones se realizan por medio de motores que pueden ser accionados automáticamente, por relojes o termostatos. En las construcciones de madera la ventilación se realiza levantando gran parte del polietileno que cubre los laterales con diversos sistemas de sujeción.

En todos los casos, aún en aquellas construcciones simples y baratas, las ventanas deben cumplir la función de hermeticidad y ventilación, impidiendo que el material de las aberturas flamee con el viento y que se produzcan

roturas.

Aberturas cenitales: Cumplen con la función de dejar escapar el aire cálido y húmedo, mediante ventanas o espacios de ventilación ubicados en la parte superior del invernáculo. Estos quedan abiertos prácticamente todo el año, pero protegidos con malla antiinsectos.

Para tener en cuenta ...

> De la facilidad de apertura o cierre de las aberturas puede depender el éxito de una cosecha, ya que es uno de los elementos que se utilizan diariamente para el manejo del clima dentro del invernáculo.
>
> En general los operarios suelen ser remisos a operar sistemas de aberturas que ofrecen dificultad.

CANALETAS

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

En función del número de vertientes de la cubierta deben existir las canaletas adecuadas, suficientemente dimensionadas y con la inclinación correcta.

Existen muchas variantes y todas requieren un mantenimiento permanente.

FIJACIÓN

De una buena fijación o anclaje de los postes o pilares depende la seguridad y la duración de la estructura, así como su resistencia a las eventuales sobrecargas del viento. La magnitud de la fijación está en función de la altura y tamaño de la construcción, la duración y la seguridad que se pretende obtener.

En los invernáculos de madera, generalmente se procede al enterrado de los postes a profundidades variables (0,70 m. y 1 m.), en zonas no demasiado ventosas o con reparo. Si se quiere tener mayor seguridad se puede fijar la estructura al terreno por medio de cimientos de hormigón en cada uno de los pilares.

COBERTURA

Es el elemento que ejerce la verdadera "protección" del cultivo ya que es el que ofrece una barrera a los factores adversos como frío, lluvias, etc. y permite el aprovechamiento de las condiciones favorables (microclima, etc.). Por consiguiente los materiales utilizados deben asegurar esta función, a la vez que presentar resistencia física, duración e inalterabilidad suficientes para hacer rentable su utilización.

Cualquier material utilizado como cobertura de invernáculo debe poseer dos características básicas: máxima transparencia a la radiación solar global o de longitud de onda corta (entre 380 y 3000 nanómetros), máxima capacidad de retención de las radiaciones térmicas o caloríficas de longitud de onda larga (> 3000 nanómetros) emitidas por el suelo, la cubierta vegetal y la estructura del

invernáculo.

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

MATERIALES

Dos son las clases de materiales utilizados para la cobertura: vidrio y plástico, cada uno de los cuales tiene sus ventajas y sus limitaciones.

MATERIAL	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	LIMITACIONES
Vidrio	Hasta hace poco tiempo era el material más idóneo. Actualmente se puede contar con materiales plásticos de propiedades ópticas, físicas y químicas comparables a las del vidrio	• Soporta altas cargas. (relacionadas con el grosor) • Gran duración. • Muy buena transparencia a la luz solar. • Excelente efecto de pantalla a la radiación emitida (de longitud de onda larga).	• Alto precio. • Elevado peso. • Riesgo de roturas con peligro para los operarios. • Dificultades en el montaje (requiere encajes especiales en la estructura
Plástico	Algunos materiales que se encuentran en el mercado reemplazan satisfactoria-mente al vidrio. De gran expansión especialmente en zonas templado-cálidas.	• Menor riesgo de rotura por granizo. • Bajo peso. • Facilidad de montaje sobre la estructura. • Menor precio que el vidrio.	Algunas de sus propiedades se alteran con el tiempo, por efecto del sol y del mojado con plaguicidas.

Los principales tipos de plásticos son:

LAMINAS RIGIDAS:

- ✓ Poliéster estratificado
- ✓ Cloruro de polivinilo (PVC)
- ✓ Polimetacrirato de metilo
- ✓ Policarbonatos

LAMINAS FELIXIBLES

- ✓ Polietileno
- ✓ Acetato de vinilo Etileno (EVA)

- ✓ PVC flexible

El polietileno es el material más difundido en nuestro país como cobertura de invernáculos.

Se presenta en tres tipos:

- ✓ Polietileno normal o cristal: Sin tratar, corta duración (menor de un año). Se degrada por efecto de las radiaciones ultravioleta y de las altas temperaturas. Buena transparencia de día, baja opacidad por la noche, escapa 60 -70 % de radiación, poca difusión de la luz incidente (10 -15 %).

- ✓ Polietileno larga duración (LD): Tiene inhibidores del efecto de radiación ultravioleta, duración 2 a 3 cosechas (18 meses).

- ✓ Polietileno larga duración térmico (LDT): Retiene las radiaciones nocturnas de onda larga, escapa sólo el 15 - 18 %; buena difusión de la luz incidente: 55 %, duración mayor de 2 años. Dentro de este tipo están las variantes con distintas denominaciones como el LDT Plus (duración extra, difuso), el LTD X (duración extra, alta transparencia). Los Films tricapa, donde cada capa posee propiedades diferentes, por ej. en el polietileno Tritérmico la capa exterior es antipolvo con la protección UV, en la intermedia se sitúa una capa con alto contenido en EVA, responsable de la termicidad y en la parte interior una capa antigoteo o con alta resistencia a los agroquímicos.

En cuanto a la disponibilidad de materiales los más comunes son: de 100 y 200 micrones de espesor, hasta 12 metros de ancho y entre 40 y 100 metros de largo.

Montaje de la cobertura

Para el montaje de la cobertura de film plástico es necesario tener en cuenta distintos aspectos relacionados con:

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

Estado de los materiales: Es necesario tener presente que los materiales deben colocarse sobre la estructura en perfecto estado, por lo que hay que extremar los cuidados durante el transporte y desenrollado para evitar roturas.

Los rollos deben almacenarse en un lugar cubierto y exponer a la intemperie sólo la cantidad que va a colocarse durante el día, evitando que quede desplegado sobre el campo de un día para otro.

Elección del momento: Es sumamente importante:

- ✓ No realizar el trabajo en días con viento.

- ✓ Realizar el trabajo con temperaturas medias (25 C) pues el exceso de frío (material muy contraído) o de calor (material muy dilatado) ocasiona problemas luego de finalizar el trabajo: formación de "bolsas" en días cálidos o rasgado del material en días fríos, respectivamente.
- ✓ Debe contarse con suficiente cantidad de personal para realizar un trabajo rápido y efectivo.

Fijación: Los invernáculos metálicos cuentan en su mayoría con suplementos para la fijación del film a presión (resortes de alambre en zig - zag, uniones macho de plástico-hembra de acero o aluminio, etc.).

En las estructuras de madera la fijación de la cobertura, tanto en techo como los extremos de los laterales, se hace con tapajuntas de madera fina clavadas sobre ella. La cobertura de frente y contrafrente generalmente queda fija, mientras que la de los laterales debe tener la posibilidad de levantarse para favorecer la ventilación natural. Es importante dejar a lo largo de la estructura un zócalo de aproximadamente 1 m de altura (incluyendo la parte enterrada) para favorecer la hermeticidad en el invernáculo cerrado, evitando la entrada de aire frío y agua.

Tanto los frentes como el zócalo se aseguran al suelo enterrando el polietileno unos 40 cm.

DISTINTOS MODELOS

Las características constructivas que definen el tipo de invernáculo son:

- ✓ La forma
- ✓ Las dimensiones
- ✓ Los materiales de estructura y cobertura.

Las formas más difundidas en todo el mundo son:

Capilla

Curvo

Parral

Las distintas dimensiones que puede tener un invernáculo depende de:

- ✓ Las dimensiones del terreno donde se construirá
- ✓ Las medidas estandarizadas de los materiales de cobertura
- ✓ La facilidad de manejo del microclima que se genera en el interior (debe asegurarse una buena renovación de aire)
- ✓ La adecuación a todas las mejoras técnicas que se prevea introducir para modificar el microclima.

Los materiales de la estructura y cobertura fueron analizados en el punto anterior, no

obstante, cabe mencionar que: las estructuras más ampliamente difundidas en Argentina son de madera, material abundante y disponible, con cobertura de polietileno.

A continuación se presenta como ejemplo un detalle para el cálculo de costo de un iinvernadero en madera y polietileno de 1.000 m^2 (14 metros de ancho x 70 m. de largo).

Postes			
Cantidad	Metros		$
40	3		
40	4		
19	4,50		
Tirantes			
Cantidad	Descripción	Metros	$
80	2 x 4	4	
38	3 x 3	4	
490	2 x 2	4	
40	2 x 2	2,50	
Tablas			
380	½ x 3	4	
30	1 x 4	4	
16	1 x 3	4	
Bulines	150 mts.		
Subtotal madera			
Elementos metálicos			
Cantidad	Material		$
1 rollo	alambre (17/15)		
15 kg.	alambre galvanizado N° 12		
30 kg.	Clavos 4 pulg. Punta parís		
30 kg.	Clavos 2,5 pulg. Punta parís		
5 kg.	Clavos 3 pulg. Punta parís		

Polietileno					
Cantidad	Ancho (m)	Espesor (micrones)	Tipo	Largo (m)	$
3 rollos	4,20	150	XD3	100	
1 rollo	3,60	150	XD2	4	
1 rollo	2,00	150	XD2	4,50	
Subtotal.....					$

Mano de obra..... $
Total ..... $

UBICACION DEL INVERNACULO

¿ DÓNDE CONSTRUIR EL INVERNACULO?

Con frecuencia se decide construir el invernáculo en un terreno ya disponible. Es así como sus características determinan las del invernáculo: orientación, exposición a los vientos, pendiente, composición del suelo y hasta dimensiones y formas.

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

- ✓ Ubicación el terreno.
- ✓ Accesibilidad.
- ✓ Pendiente del terreno
- ✓ Agua disponible (calidad y calidad).
- ✓ Tipo de suelo.
- ✓ Dirección y velocidad de los vientos.

UBICACIÓN DEL TERRENO

Es necesario considerar la cercanía de diversos servicios, especialmente suministro de energía eléctrica, vivienda del operario responsable de su manejo, red vial y comunicaciones.

PENDIENTE DEL TERRENO

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

CALIDAD DE AGUA

Debe considerarse el abastecimiento y la calidad del agua necesaria para el consumo, riego y otras actividades. La mayoría de las especies cultivadas bajo invernáculo son sumamente sensibles a las aguas "duras" o de mala calidad, por lo que este elemento muchas veces condiciona el potencial de producción o las especies a cultivar.

El análisis del agua previo al emprendimiento permite conocer la calidad de este recurso.

TIPO DE SUELO

Debe seleccionarse el de textura y pH más favorable para las especies que se desean cultivar; aquel con calidad uniforme en toda su superficie, buen drenaje, con buena textura y estructura, sin exceso de sales y evitando aquellos que tienen antecedentes de largos períodos de cultivos o enfermedades o plagas difícil control (hongos, bacterias, nematodos).

Un análisis de suelo (pH, materia orgánica, elementos minerales, etc.), previo a la construcción puede evitar futuros inconvenientes como enmiendas costosas, bajos rendimientos, productos de poca calidad, etc.

DIRECCION Y VELOCIDAD DE LOS VIENTOS

La influencia de los vientos, tanto por su dirección y velocidad pueden afectar al invernáculo, ejerciendo una acción mecánica (daños sobre la estructura y/o cubierta) y el incremento de las pérdidas de calor. En zonas no protegidas debe considerarse la construcción de cortinas rompevientos.

¿QUE INVERNACULO CONSTRUIR?

La elección de un tipo de invernáculo está en función de una serie de aspectos, tales como:

- ✓ Las exigencias bioclimáticas de las especies en cultivo.
- ✓ Las características climáticas de la zona.
- ✓ Las disponibilidades de mano de obra (factor humano).
- ✓ Las condiciones de mercado y comercialización.

Para tener en cuenta...

Si se desea conocer la conveniencia de un determinado tipo de invernáculo en una zona preestablecida, se debería hacer un análisis de las necesidades climáticas de las plantas a cultivarse y del nivel de producción que se desee obtener. Esto determinará la rusticidad o sofisticación del invernáculo.

La elección del invernáculo depende fundamentalmente de la capacidad económica del empresario y de la rentabilidad de los cultivos a realizar. No obstante, antes del inicio de la construcción, deben tenerse presentes los siguientes factores relacionados directamente con la estructura:

- ✓ Luminosidad.
- ✓ Cargas permanentes: El propio peso de la estructura y del material de cobertura y otras sobrecargas de uso fijo que puedan utilizarse.
- ✓ Cargas temporarias: Acción del viento y lluvias, peso del cultivo al tutorarse, sobrecargas para trabajos de conservación de la cubierta.
- ✓ Conductividad térmica.
- ✓ Mecanización y trabajos a realizar en el interior.
- ✓ Facilidad de montaje de las partes que componen la estructura y de la cobertura.
- ✓ Mantenimiento.

¿COMO ORIENTAR EL INVERNACULO?

La orientación debe ser escogida de manera que:

- ✓ Permita la mayor captación de energía solar en el período invernal.
- ✓ Presente la mínima superficie expuesta a los vientos desfavorables.
- ✓ Que evite el escaldado durante el verano.

En zonas de latitudes medias a altas, la escasa radiación que se registra en el invierno puede ser limitante para el cultivo de algunas especies bajo invernáculo.

Relacionadas con la orientación, la forma y la mayor captación de energía solar, numerosos trabajos demuestran que las estructuras con su eje longitudinal en dirección este-oeste poseen (en relación a la norte-sur) una mayor captación de energía luminosa invernal; lo mismo pasa con los techos curvos en relación a los planos; además, cuando éstos últimos tienen una mayor inclinación se incrementa la radiación (de 15% a 45%, se consigue un aumento de radiación del 11 %).

Cuando se consideran varios invernáculos adosados (por ej. capillas múltiples), las ventajas de la orientación este-oeste se reducen en magnitud por la proyección de sombra de una estructura sobre la otra.

Con respecto a la exposición del invernáculo a los vientos desfavorables, si la orientación escogida en favor de la radiación solar supone una gran superficie expuesta a los vientos, debe evitarse la colocación de puertas y ventanas en esa dirección y contemplar una barrera de protección.

SUELOS

SUELOS

Definición: El suelo, desde el punto de vista agronómico, es el lugar donde las plantas se desarrollan, sirve de soporte, de reservorio de agua y es el medio del cual los vegetales extraen los nutrientes para su desarrollo. También se puede definir como un ente dinámico que está influenciado por una serie de factores físicos, químicos y biológicos. Por lo tanto un suelo puede ser considerado desde dos puntos:

- ✓ Como un producto bioquímico natural modificado por la meteorización
- ✓ Como un "hábitat" para el desarrollo de las plantas.

Elementos constitutivos del suelo

Los suelos minerales constan de cuatro grandes componentes: materias minerales, materia orgánica, agua y aire (Fig. 1)

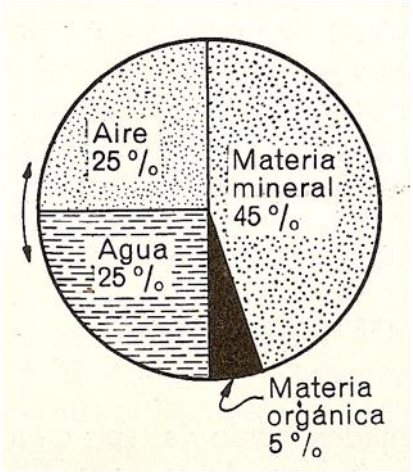


Fig. 1: Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977.

El componente sólido está constituido aproximadamente por un 45 % de material mineral y un 5 % de materia orgánica. La parte mineral está compuesta por fragmentos de la meteorización de rocas primarias, que de acuerdo al tamaño corresponde a la fracción: Arena, Limo, Arcilla. Contiene alrededor del 50 % de espacios porosos (aire y agua).

La clase textural de un suelo está constituida por la proporción de cada componente (Arena, Limo, Arcilla) que se encuentran presente. Un suelo franco es aquel que tiene igual proporción de cada componente; si predomina uno de ellos se lo denominará por el nombre de ese componente, por ej. Franco arenoso (Fig. 2)

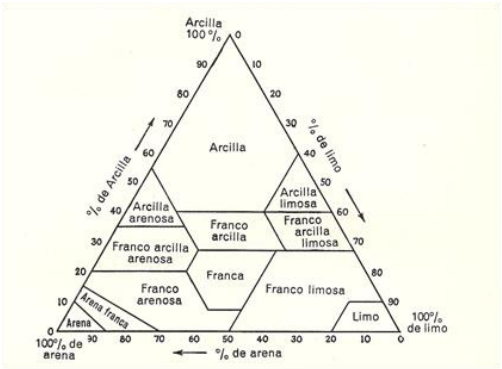


Fig. 2: Clase textural. Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977.

La materia orgánica representa la acumulación y residuos de plantas y animales en un activo estado de desintegración y sujeto al ataque de los microorganismos del suelo, donde se pueden observar dos fracciones: tejidos parcialmente descompuestos y humus. La materia orgánica funciona como un granulador de las partículas minerales y es responsable en gran parte del desmenuzamiento de los suelos productivos.

Perfil del Suelo

Es una sucesión de capas (horizontes) desde la superficie hasta el material madre.

Los elementos que caracterizan un suelo y determinan su valor agrícola, además de diferenciar los distintos horizontes son: textura, espesor, color, naturaleza química y sucesión de los distintos horizontes.

Para la diferenciación de los horizontes se utiliza fundamentalmente: color, textura, consistencia, presencia de carbonato de calcio.

Nomenclatura del perfil

Los horizontes que integran un perfil se denominan: A, B y C (Fig. 3).

A. Es el horizonte superior que se caracteriza por ser rico en materia orgánica que está bien humificada. Es un horizonte mineral de color oscuro. De sus características y profundidad depende el valor agronómico.

B. Se caracteriza por ser el horizonte que tiene mayor acumulación de arcilla.

C. Corresponde al material originario o roca madre y se supone que es el horizonte del cual se formó el suelo.

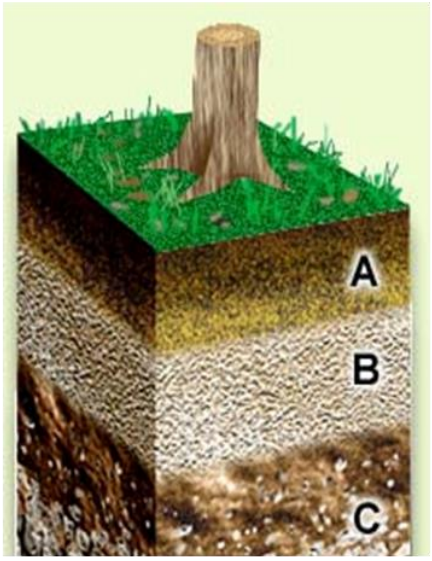


Fig. 3: Perfil del suelo. Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977.

En cada horizonte puede encontrarse capas diferentes de sedimentación que se designan como A1, A2, etc.; B1, B2, B3.

Propiedades físicas de los suelos

El suelo es un sistema complejo y heterogéneo formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa.

Muchas propiedades químicas y biológicas importantes, vienen reflejadas por las propiedades físicas, que determinan, entre otras, su capacidad productiva.

Las relaciones de aireación y humedad, así como la zona de penetración de las raíces, está en función de la configuración del perfil.

Las propiedades físicas que se considerarán son:

- ✓ Textura
- ✓ Estructura
- ✓ Porosidad

Desde el punto de vista físico – químico, el suelo es un sistema disperso con predominancia de sólidos; el agua ocupa junto con el aire los espacios que deja la parte sólida.

El equilibrio aire – agua está dado por el tamaño de los poros. Cuando la cantidad de agua contenida en el perfil, respecto a la capacidad de retención, es de 30 a 35 %, ese punto se denomina capacidad de campo y cuando es del 15 % o menor es punto de marchitez permanente (Fig. 4).

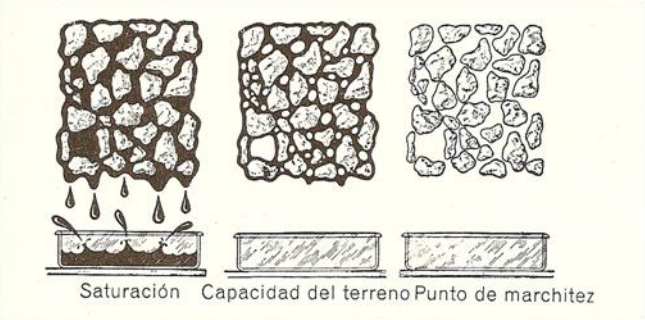


Fig. 4: Buckman, H. y Brady, N.
Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977.

Estructura

Se define una estructura como la agrupación u ordenamiento de las partículas elementales (arena, limo, arcilla) del suelo, que junto a los agregados menores forman las llamadas unidades estructurales y la estabilidad de estas estructuras está dada por la forma en que se originó, por ej.: actividad biológica, acción de agentes mecánicos y sustancias adherentes, da como resultado agregados regulares, porosos y estables. Los elementos que intervienen en la agregación son: Arcilla, Materia orgánica e Iones. (Fig. 5).

A: Suelo sobrelaboreado

B: Suelo con estructura

Fig. 5: Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977.

La estructura tendrá influencia sobre las condiciones del suelo y sus características, tales como el movimiento del agua, transferencia de calor, aireación, porosidad, etc. Las actividades realizadas por el agricultor como laboreo, cultivo, drenaje, incorporación de enmiendas o abonado tienen incidencia sobre la estructura. Algunos tipos de estructuras comúnmente reconocidas en los perfiles son las denominadas: laminar, columnar, prismática, en bloque, en forma de nuez, granular. (Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977. Montaner y Simón S. A. Barcelona.)

FERTILIDAD

La productividad sustentable en el tiempo es uno de los objetivos de la fertilidad: Algunos de los factores que inciden sobre la productividad de los suelos son: la deficiencia de elementos químicos debido a la extracción por las cosechas, la compactación de los suelos provocado por el sobrelaboreo, y por último, el monocultivo que provoca la acumulación de organismos patógenos en el suelo; esta situación de pérdida en los rendimientos se lo puede denominar como "Tierras cansadas". Para solucionar estos problemas se deberán implementar prácticas como la fertilización, labores adecuadas alternando con períodos de descanso y rotaciones.

"TIERRAS CANSADAS"

ELEMENTOS QUÍMICOS > FERTILIZACION

ESTRUCTURAS > PERIODOS DE DESCANSO

ENFERMEDADES > ROTACION

LABORES

LABORES FUNDAMENTALES, COMPLEMENTARIAS Y CULTURALES

No existe una teoría científica que explique el comportamiento del suelo agrícola, ya sea por la gran variedad de casos y la acción de labores mecánicas, como por los fenómenos atmosféricos y biológicos. De este modo, las costumbres y las tradiciones que pesan sobre las prácticas culturales junto a la llegada de nuevas herramientas, determinan un sistema de laboreo con pluralidad de métodos y procedimientos. Lo que sí puede decirse es que en condiciones de campo, actualmente el laboreo cero "labranza cero o siembra directa" en Horticultura prácticamente no se ha desarrollado, y que un aumento progresivo de labores a partir de cierta intensidad no lleva a un aumento de producción, sino por el contrario, los resultados son negativos.

Para clasificar a los suelos respecto a su aptitud se observarán los requerimientos de los cultivos. Por ejemplo para tomate son deseables los profundos, bien drenados y fértiles.

Las limitaciones más importantes que pueden presentar los suelos están dadas por escaso desarrollo del horizonte A, la presencia de tosca, roca o un horizonte B textural que forma un manto continuo, asimismo pueden estar deteriorados por procesos de erosión hídrica en zonas con pendientes pronunciadas

Las labores se pueden clasificar en: fundamentales, complementarias y culturales.

LABORES FUNDAMENTALES

Se refieren a las labores necesarias para la implantación del cultivo. La preparación de la cama de siembra en agricultura está generalmente ligada al laboreo del suelo que implica la acción mecánica sobre el mismo. En general el objetivo principal de la labranza es el mejoramiento de la condición física, química y biológica del suelo como ambiente propicio para el crecimiento de las plantas

Los objetivos de los laboreos del suelo en horticultura en general difieren de los enunciados para los cultivos extensivos tradicionales ya que en este sistema productivo el agua es un factor que en la mayoría de los casos es controlado y el tiempo en que el suelo permanece sin cubierta vegetal es mínimo. Además dependiendo del sistema de riego puede ser un requisito la nivelación del terreno y con relación al pequeño tamaño de la semilla es también muy importante un suelo lo suficientemente desmenuzado. En algunos casos dicha preparación se hace extensiva a los aportes de fertilizantes, abonos, enmiendas y las operaciones ligadas a la desinfección del suelo (almácigos – invernáculos con problemas).

Una adecuada preparación de la cama de siembra es fundamental en horticultura, tanto se trate de siembra de asiento o directa (en el lugar definitivo hasta la cosecha); o de trasplante (de plantas cultivadas en lugares protegidos o almácigos).

Objetivos de la preparación del suelo:

- ✓ Favorecer el crecimiento de los microorganismos y en consecuencia favorecer la nitrificación de la materia orgánica del suelo.
- ✓ Aumentar la aireación, elevando el contenido de oxígeno lo que implica una mayor descomposición de la materia orgánica.

- ✓ Mejorar la estructura.
- ✓ Favorecer un íntimo contacto de la semilla u órgano vegetativo con el suelo.
- ✓ Mejorar las condiciones edáficas para la penetración de las raíces.
- ✓ Disminuir la evapotranspiración por rotura de la capilaridad en la capa superficial del suelo.
- ✓ Atenuar el daño por malezas e insectos del suelo.
- ✓ Corregir algunas propiedades químicas del suelo, mediante el aporte de enmiendas, abonos, fertilizantes, etc.

LABORES COMPLEMENTARIAS

La necesidad de efectuar labores complementarias depende del cultivo, tipo de riego a utilizar, características geográficas de la región, etc.

Labores complementarias:

a) Sistematización – Nivelación - Construcción de bordos – Surcado – Platabandas. , como nivelación o surcado, están relacionadas al sistema de siembra (plano, platabandas, en bordes, etc.).

En el caso de construcción de bordos, surcado y platabandas, el sistema de riego es por surcos, cuando hablamos de una nivelación previa del área de siembra, el riego puede ser por manto o inundación.

b) Incorporación de abonos inorgánicos y/o orgánicos

Las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y corto período vegetativo. Los fertilizantes que se deben usar y las cantidades, dependen de las reservas y disponibilidad de nutrientes del suelo. Se recomienda programar las fertilizaciones, previo análisis del suelo.

En cuanto a los abonos orgánicos se pueden utilizar de distintos tipos: ave (cama de pollo parrillero con un 30 -40 % de viruta, cáscara de cereales, etc. o puro de ponedoras), bovino, ovino, harina de pescado, residuos de frigorífico, etc. El más utilizado en la zona hortícola de Mar del Plata es estiércol puro de ponedoras o cama de pollo. Se emplean 20-30 tn/ha (que son aproximadamente 3 a 4 camionadas de 12 - 14 m3 c/u, incorporándolo con rastra de discos, generalmente en otoño - invierno.

LABORES CULTURALES GENERALES

Durante el ciclo del cultivo particularmente al aire libre es necesario mantener las condiciones que favorecen el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Las labores culturales generales son las que se realizan en casi todas las especies, cualquiera sea la forma de cultivo:

Descortezado: consiste en pasar superficialmente el rastrillo o la rastra liviana con los dientes hacia atrás, para no dañar las plántulas próximas a emerger, con el fin de romper la corteza que se forma después de la acción de la lluvia o riego por aspersión.

Carpida: consiste en eliminar las malezas y remover superficialmente el suelo alrededor de las plantas. Se efectúa con azadas, azadines, suncho, según la distancia entre plantas y la especie.

Escardillado: consiste en pasar una reja entre las hileras de plantas para eliminar las malezas, remover la tierra lo que favorece la aireación y los procesos biológicos del suelo, romper la capilaridad después de un riego o lluvia. En superficies pequeñas se pueden utilizar cultivadores manuales.

Aporque: Operación mediante la cual se arrima tierra al pie de la planta a los fines de favorecer el sostén (maíz para choclo, tomate, pimiento, berenjena) o alejar el surco de riego (cucurbitáceas) o cubrir con tierra los tubérculos para evitar el verdeado de los mismos (papa). Se realiza con rejas tipo "lister".

Raleo: Operación que consiste en eliminar algunas plantas del surco, es muy común en cultivos donde por ser muy pequeñas las semillas se ha sembrado en surco y a chorrillo. De esta manera se evita la competencia entre las plantas.

Trasplante – repicaje: Consiste en sacar las plantas del almácigo para llevarlas a su lugar definitivo, siendo aconsejable antes de realizarlo, colocarlas en un lugar reparado pero algo expuesto a las inclemencias del tiempo para que se vallan justificando.

Reposición de fallos: Reemplazar todas las plantas secas o en malas condiciones (es normal reponer hasta el 10 % del cultivo)

Tratamientos químicos: consiste en aplicar productos fitosanitarios con la finalidad de controlar malezas, plagas y enfermedades, y productos hormonales.

Riego: En Horticultura es frecuente el uso de riego y en determinados casos se torna imprescindible, especialmente en ciertos períodos del año. Los objetivos del riego pueden ser diversos: al iniciar un cultivo se hace necesario un riego inmediato para facilitar la germinación y obtener mayor cantidad de germinación y una emergencia uniforme, para mantener el suelo dentro de un rango de contenido hídrico, si se forman costras es recomendable realizar riegos frecuentes y de bajo volumen a fin de facilitar la emergencia del cultivo, después de realizar el trasplante para facilitar el contacto de las raíces con el suelo, etc.

Cada especie tiene períodos críticos en cuanto a sus requerimientos hídricos, ya que un estrés puede afectar el rendimiento en cantidad y calidad; aunque en algunos casos un cierto nivel de estrés contribuye a mejorar la calidad y facilita la conservación del producto.

Los cultivos de hoja son muy sensibles al estrés hídrico durante todo su ciclo, son frecuentes las quemaduras del borde de las hojas en días cálidos con viento (alta demanda hídrica) y cuando el nivel de salinidad del agua de riego es elevado. Por otro lado, ante situaciones de mercado de precios altos, la fertilización nitrogenada y el riego abundante permite incrementar la tasa de crecimiento de los cultivos y adelantar la cosecha.

En cultivos que se tutoran, como tomate y poroto para chaucha se realiza riego por aspersión desde la siembra hasta el tutorado, luego se continúa con riego por surco

debido a la dificultad de mover cañerías y porque el riego por aspersión mojaría todo el follaje generando microclimas favorables para el desarrollo de enfermedades.

Teniendo en cuenta la morfología de la planta y el órgano de cosecha, el riego por goteo (o por surcos) y el uso de mulch es recomendable para cultivos como cucurbitáceas y frutilla, ya que permite a los frutos desarrollarse en un microambiente con poca humedad

Los riegos presurizados localizados de alta frecuencia (goteo y microaspersión) consisten en la distribución del agua en el terreno a regar, mediante una red de tuberías con emisores que entregan pequeños volúmenes de agua. El caudal de agua a aplicar se distribuye con cierta frecuencia, de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y a la capacidad de retención de agua del suelo.

La fuente de agua, la topografía, la relación orgánico-mineral del suelo y la especie condicionan el método de riego. En la zona de Mar del Plata, donde la mayoría de los suelos tienen pendiente, predomina el uso de riego por aspersión (en cultivos al aire libre) y se está incrementando la superficie con riego por goteo. La calidad del agua del riego está íntimamente ligada al contenido total y al tipo de sales solubles, y se la expresa en conductividad eléctrica (CE).

LABORES CULTURALES ESPECIALES

Son las labores que es necesario realizar en ciertos cultivos con características especiales (no se realizan en la mayoría de las especies).

Blanqueo: consiste en evitar que el órgano de interés comercial reciba luz, por ejemplo en el apio que tradicionalmente se realizaba el "fajado" (actualmente hay materiales genéticos con la capacidad de autoblanqueo); también se puede usar el plástico negro.

Tutorado: se realiza en especies de tallos decumbentes o trepadores, por medio de cañas, palos, ramas, hilos plásticos y alambres. Hay diferentes sistemas:

En caballete: Se emplea principalmente en tomate de crecimiento indeterminado en la región Litoral y Sur (tomate de época).

Los surcos se distancian a 70 -140 cm y las plantas a unos 30 - 40 cm entre sí. Se coloca en cada "cabecera" un poste (o tres estacas atadas en su parte superior) bien enterrado, entre dos líneas de plantas, a partir de los cuales se tensa un alambre acerado sobre el que se cruzan de a pares los tutores o cañas, sujetándolos con otro alambre más delgado, a una altura aproximada de 1,60 - 1,80m. Se debe colocar una estaca enterrada con una rienda de alambre para otorgarle más resistencia al poste o a las estacas. A cada planta le corresponde un tutor, el que se entierra al lado de la misma. En tomate la planta se va atando al tutor y se podan los brotes axilares, dejando solamente el terminal (conducción a un solo tallo).

En espaldera: Se emplea principalmente en tomate de crecimiento indeterminado principalmente en el NOA y Corrientes (cultivos de primicia).

Se colocan los postes esquineros en forma similar al sistema anterior pero en dirección a cada línea de plantas (Fig. 6). Se tensan 3 - 4 alambres en forma horizontal, el primer alambre a 50 cm del suelo y los restantes cada 30 cm. Se disponen varillones, aproximadamente cada 15 m los que le otorgan más resistencia a la estructura.

Cuando la planta alcanza el primer alambre se ata con rafia o totora, luego se conduce a dos o tres tallos y se atan al segundo alambre y así sucesivamente.

Existe otro sistema muy semejante, en el que se coloca una caña por planta y los alambres superiores están más separados entre sí y con respecto al primer alambre (60 cm). Las espalderas se construyen a una distancia de 1,30 - 2 m con una densidad de 16.000 a 20.000 pl/ha, distanciando las plantas a 30-40 cm en la línea.

Hay mayor exposición a la luz en el sistema de caballetes; se facilita el control de malezas y la penetración de productos fitosanitarios. No es conveniente utilizar este sistema en regiones con vientos intensos.

Algunas especies como el poroto para chaucha de enrame (tallos volubles) y la arveja (zarcillos) no necesitan atarse al tutor; sí debe atarse el tomate para consumo en fresco. En invernáculos se utilizan hilos o redes (en posición horizontal o vertical) para dar sostén a las plantas y bolsas tipo red para sostener a los frutos en el caso de melón. Los hilos, redes y bolsas se cuelgan de alambres de alta resistencia las cuales se atan a los postes del invernáculo. Estos sistemas de sostén del cultivo, en épocas de plena producción representan una carga mecánica muy importante que debe ser considerada como un elemento de diseño de la estructura.

Desbrote o poda: Mediante la poda se trata de dar una forma determinada a las plantas para poder tutorarlas y para lograr una relación entre fuentes (hojas) y destinos (frutos) que permita obtener un producto de mayor uniformidad, tamaño, rendimiento y calidad, además de facilitar la aplicación de los agroquímicos. Se realizan podas en especies como tomate, pimiento, cucurbitáceas para la conducción a un tallo o dos (en las dos últimas especies solamente en cultivos en invernáculo).

En tomate de crecimiento indeterminado, mediante la poda se eliminan ramas secundarias que nacen de las axilas de las hojas. También se pueden eliminar las hojas basales una vez cosechados los primeros racimos, para poder hacer el "bajado" de las plantas y para favorecer la ventilación. También se puede eliminar el brote apical, para dar fin al ciclo de producción, generalmente en otoño.

Raleo de frutos: En las especies que tienen un número excesivo de frutos, se eliminan los más chicos o deformes. Por ejemplo en tomate se dejan 4 o 5 frutos en cada racimo,

Cobertura o mulching: Antes del trasplante se cubre el suelo (generalmente alomado) con polietileno (no transparente), para controlar malezas y obtener frutos más limpios y sanos; además se incrementa la temperatura del suelo y se hace más eficiente el uso del agua de riego. Se puede usar en un gran número de cultivos a campo o en invernáculo: frutilla, tomate, pimiento, apio, lechuga, zapallito de tronco.

Atado: consiste en la fijación de la planta al tutor. Los elementos utilizados son de rafia, totora, mimbre, tiras de género, cinta plástica, etc. Debe evitarse el daño a los tallos y el posible estrangulamiento del mismo cuando las plantas avanzan en el ciclo del cultivo. Las especies volubles necesitan tutor pero no ser atadas ya que tienen zarcillos o son capaces de enroscarse.

Raleo: cuando se siembra "al chorrillo", una vez establecido el cultivo se elimina el excedente de plantas dejando la densidad de acuerdo a la especie, forma de cultivo, etc. Esta labor suele combinarse con una carpida (ej.: lechuga). También en las siembras a golpe una vez que las plántulas tienen cierto desarrollo es conveniente eliminar algunas dejando 1 o 2 por cada sitio de siembra.

SIEMBRA TRASPLANTE

SISTEMAS DE SIEMBRA – PLANTACIÓN - TRASPLANTE

El término "siembra" es utilizado cuando una semilla o fruto es el órgano a través de los que se inicia un cultivo, poniéndolos en condiciones de germinación y establecimiento de una nueva plántula, por ejemplo: zanahoria, acelga, etc. Cuando se trata de un órgano vegetativo esta operación se llama plantación, por ejemplo: bulbillos de ajo, tubérculos de papa, hijuelos de alcaucil, etc.

En horticultura, el concepto siembra "de asiento" o directa se utiliza cuando la siembra se efectúa en el lugar definitivo; en tanto que la siembra indirecta en cuando la etapa inicial del cultivo se hace en los almácigos, vivero o plantinera y es complementada con el trasplante, que consiste en ubicar las plántulas provenientes del almácigo en el lugar definitivo.

Una correcta siembra, plantación y trasplantes son los puntos de partida para lograr una buena producción, ya que las labores culturales posteriores no podrán mejorar el "stand" y la homogeneidad inicial de las plantas.

Entre los factores que condicionan su éxito están:

- ✓ Calidad de la semilla o propágulo.

La forma de conservación influye marcadamente en la viabilidad, la energía y el poder germinativo de las semillas. Cada especie, género y variedad presentan diferencias. Asimismo la utilización de propágulos (modalidad de reproducción asexual en vegetales, por la que se obtienen nuevas plantas) de probada sanidad y provenientes de plantas de calidad son de gran utilidad para obtener cultivos con la misma característica y recuperar su potencial de producción.

- ✓ Oportunidad de su realización (clima, suelo, riego)

El momento oportuno para realizar la siembra está restringido por las condiciones agroecológicas. El comportamiento de las especies y sus cultivares responden a las condiciones agroclimáticas, por lo tanto para decidir la época de cultivo se debe tener en cuenta el calendario de siembra o implantación.

- ✓ Correcta ejecución (densidad, uniformidad de distribución, profundidad constante y compactación adecuada del suelo).

Una distribución ideal, para minimizar la competencia entre plantas, sería lograr que las mismas queden equidistantes. La distancia correcta debe estar en estrecha relación al volumen vegetativo propio de cada especie y destino de la producción. Debido a la necesidad de labores posteriores a la implantación del cultivo, controles fitosanitarios y cosecha es que la distribución espacial debe programarse con antelación a la siembra, plantación o trasplante. El sistema más empleado es la implantación en líneas.

La profundidad se siembra está en relación con el tamaño de la semilla, por eso se utiliza como regla general no sembrar a una profundidad mayor de 3 - 4 veces su diámetro.

Tanto la siembra como la plantación y el trasplante pueden hacerse en plano o en bordos, camellones o lomos. El tipo de riego y el sistema de siembra están íntimamente ligados.

La siembra en líneas puede ser en plano o en platabandas. Cuando la siembra es en plano, como en el cultivo de lechuga en la zona de Mar del Plata, el riego se hace por aspersión; el riego por surcos se utiliza en algunas etapas de cultivos de fruto como el tomate, pimiento, berenjena, etc. En otras zonas del país, el riego se hace por surcos y la siembra en bordos. En invernáculo se ha generalizado el cultivo en camellones o platabandas y el sistema de riego es por goteo.

SISTEMAS DE SIEMBRA MECANICOS

Siembra a chorrillo: Es el sistema más utilizado. Consiste en una descarga continua de semillas en la línea. Este método se complementa, para algunos cultivos, con el raleo posterior para dejar el número de plantas compatible con la morfología de la especie.

Siembra a golpes: Consiste en colocar dentro de la línea a una distancia regular un número determinado de semillas (2 o más). Suele utilizarse para la siembra de poroto, arveja, zapallito, etc.

Siembra de precisión: Consiste en colocar cada semilla dentro de la línea de forma equidistante y a distancias predeterminadas. Gracia y Palau (1980) han enunciado puntos generales a tener en cuenta en este tipo de siembra:

- ✓ Utilizar semilla perfectamente calibrada y/o peleteada, con alto poder germinativo.
- ✓ Asegurarse que el sistema de distribución corresponda al tamaño de la semilla a utilizar.
- ✓ Preparación cuidadosa del terreno.
- ✓ Mantener una profundidad constante de siembra, asegurando la nivelación del terreno y un mecanismo preciso de profundidad de trabajo.

Mecanismos de distribución en la siembra

Sembradoras en plano:

Sembradora al voleo: hay diversos mecanismos de distribución.

- ✓ Disco de acción centrífuga (las semillas son esparcidas en forma desuniforme).
- ✓ Boquillas oscilantes bajo las tolvas.
- ✓ Máquinas de ancho constante y caída libre.

Sembradora grano por grano

- ✓ Disco distribuidor: la distribución se realiza a través de un tubo de descarga alimentado por placas cribadas giratorias con dispositivos de enrase (cepillo o gatillo), movimiento sincronizado desde la rueda motriz.
- ✓ Neumáticas: básicamente hay dos mecanismos, por sobrepresión y por aspiración. Este último consiste en una placa con orificios de diámetro menor que el grano a sembrar, la que gira en el interior de la caja distribuidora, los

granos se adhieren a la misma por la succión que ejerce el vacío creado por una turbina en la parte posterior de los agujeros; ese vacío cesa en la parte inferior dejando caer cada grano. La profundidad se regula por la rueda compactadora y la densidad con el cambio de placas o variando la velocidad de avance.

- ✓ Tipo "Stanhay": consta de dos ruedas matrices que mueven un eje por un sistema de poleas de diferente tamaño, el que transmite el movimiento a cada tolva. Esta va ubicada sobre una zapata que permite regular la profundidad. En el interior de la tolva hay dos rodillos lisos, uno de los cuales mueve una cinta de goma perforada que se desliza sobre un patín, arrastrando una (o más) semillas por perforación. Al llegar al extremo del patín la semilla cae en el surco abierto por la zapata. De usar semilla peleteada o calibrada, cada orificio lleva una sola semilla. La densidad de siembra se regula mediante el tamaño de la polea (que hace variar la velocidad del rodillo) y por la distancia entre las perforaciones de la cinta de goma. Se utiliza para semilla calibrada de espinaca y semilla peleteada o común de lechuga, zanahoria y otras especies.
- ✓ Sembradora de almácigos en bandejas o "speedling": esta máquina es estacionaria y constituye una cadena con elementos mecánicos encargados de mezclar tierra, dosificarla y acondicionarla en los "speedling" para recibir la semilla, todo unido por cintas transportadoras.

Sembradoras para siembra a golpe: Puede ser manual tipo "escopeta" o mediante la adaptación de las placas de sembradoras para grano grueso. Se utiliza en especies que requieren este tipo de implantación, como, zapallito y otras.

Sembradora a chorrillo: tipo "Planet" el sistema distribuidor está formado por un molinete que gira agitando las semillas en el interior de la tolva (el movimiento se transmite por cadenas desde las ruedas) asegurando que caigan a través del orificio fijo, del plato de la base, en forma continua. El plato que se coloca en la base de la tolva tiene perforaciones de diversos tamaños que se adecuan a las diversas semillas. Se lo puede rotar aflojando la mariposa con la que está fijado.

La densidad se regula a través de la selección del orificio y la velocidad de marcha. La profundidad a través de la barra de profundidad y su unión con el chasis.

Sembradora en bordos: este tipo de máquina permite la siembra de hortalizas de semilla fina a chorrillo en líneas apareadas o al voleo, sobre una platabanda compactada que se construye simultáneamente. La distribución es mediante tubos de descarga alimentados por fondos fijos y regulables accionados desde las ruedas motrices.

ALMACIGOS

ALMACIGO, ECOFISIOLOGIA DEL PLANTIN Y TRASPLANTE

Material extraído de "Cuadernillo I, Cátedra de Horticultura. Centro de Estudiantes Fac. de Ciencias Agrarias-Balcarce. U.N.M.d.P. Recopilado por: M. Virginia González y Liliana E. Carrozzi.

Un almácigo, semillero o plantinera es un lugar acondicionado donde se siembran o plantan ciertas especies en forma temporaria porque requieren condiciones especiales en esa etapa, y que luego de haber alcanzado cierto desarrollo son transplantadas al lugar definitivo.

Existen diversos motivos por los que es conveniente utilizar un almácigo: por ejemplo adecuar las condiciones ambientales a los requerimientos agroecológicos de la especie en las etapas iniciales; reducir el tiempo de desarrollo de la plántula; permitir un mayor aprovechamiento del espacio de cultivo, ya que el tiempo demandado para el crecimiento inicial transcurre en la plantinera; permite obtener mayor cantidad de plantas en un espacio menor; permite la adaptación gradual (rustificación) del plantín a las condiciones del lugar definitivo; permite el manejo individual de los plántulas para su selección y trasplante; etc.

Las características que definen la calidad de un plantín dependerán del tipo de producción al que está destinado. En el caso de producción de plantines para establecimientos de escasa superficie las plántulas puedan ser menos resistentes para su traslado y manipuleo; en cambio los destinados a explotaciones de gran superficie requieren haber pasado por un período de rusticación o endurecimiento mas intenso.

En general un plantín de calidad se identifica por un tallo grueso y crecimiento vigoroso, hojas de color verde intenso, buen desarrollo de raíces, libre de plagas y enfermedades; la altura es variable, por ejemplo para tomate o pimiento puede ser de 7 a 12 cm.

La producción de plantines de calidad requiere condiciones especiales de temperatura, humedad, luz y nutrientes durante las diferentes etapas de crecimiento.

Plantín con cepellón

Ventajas y desventajas de la utilización del almácigo

A continuación se enumeran las siguientes ventajas:

1. Se coloca la semilla en condiciones que favorecen la germinación y se asegura el crecimiento de las plántulas.
2. Se economiza semilla, menor costo especialmente en híbridos.
3. Uniformidad en el crecimiento.
4. Mejor uso del espacio productivo.
5. Permite un mejor control de la población de planta y espaciamiento.
6. Hay mayor eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes
7. Se logra mayor precocidad en la producción de frutos al permitir el

desarrollo de las plantas en épocas más tempranas que las del cultivo a campo.

Entre las desventajas se consideran:

1. El alto costo de las estructuras de producción y el manejo de la plantinera.
2. Especialización en los recursos humanos y equipamiento.
3. Retraso temporal en el período vegetativo de las plantas trasplantadas.

FACTORES A TENER EN CUENTA

Para la producción de plantines se tendrá en cuenta, entre otros, algunos aspectos como: la elección del lugar, el uso de los recursos ambientales y el planeamiento de las operaciones.

Las empresas dedicadas a esta actividad deben ubicarse fuera de las zonas de producción comercial, lejos de fuentes de inóculos y de insectos vectores de enfermedades. Sería conveniente localizarlos lejos de edificios o de árboles altos para maximizar el uso de la radiación solar, tener buenas calles de acceso, posibilidad de uso energético (luz, gas), en un predio que permita la expansión e instalación de un depósito y estructuras complementarias (cámaras de germinación, zona de aclimatación, oficinas, etc.) y con disponibilidad de agua.

Además hay que considerar

- ✓ Orientación.
- ✓ Calidad de agua
- ✓ Requerimientos de las especies que vamos a producir
- ✓ Agentes dañinos.
- ✓ Riegos.
- ✓ Control ambiental
- ✓ Vigilancia

Orientación

La orientación de la estructura es un elemento a tener en cuenta para: maximizar la eficiencia en el uso de la radiación, el manejo de la temperatura o bien para asegurar una adecuada ventilación.

En zonas ubicadas a más de 40º de latitud (sur o norte) la orientación recomendada para la mayor captación de radiación durante el período invernal es E-O. De todas formas es conveniente tener en cuenta otros factores como el viento. Por ejemplo en el sudeste de la provincia de Buenos Aires los vientos del SE y NE son semejantes en intensidad y frecuencia a lo largo del año, por lo tanto se tendrá en cuenta no sólo la mayor captación de radiación sino también la incidencia de los vientos.

Calidad de agua

La calidad del agua tiene una relación directa con la calidad del plantín; se requiere agua de alta calidad: con pH entre 5.0 y 6.5 (en el caso de que sea muy alcalina se debe neutralizarla con el agregado de ácido sulfúrico, fosfórico o nítrico); también es importante la CE (conductividad eléctrica), en general es alta cuando hay abundancia de sodio, cloro, boro, flúor o sulfato). Entre las propiedades químicas del agua es importante que el contenido de bicarbonatos sea bajo. Cuando se detectan presencia de bacterias patógenas u otros organismos, es conveniente clorinarla para disminuir la incidencia de enfermedades, además del desarrollo de algas.

Requerimientos de las especies producidas

Las características particulares de desarrollo de raíces de las plantas tienen importancia al decidir la tecnología de almácigo y trasplante.
Hay especies que soportan el trasplante a raíz desnuda, por ejemplo repollo, cebolla y tomate. En cambio las cucurbitáceas, que tienen poca capacidad de generación de raíces adventicias, es conveniente utilizar macetas o bandejas especiales para asegurar que el daño de las raíces sea mínimo.

Clasificación de hortalizas de acuerdo a su respuesta al trasplante

Con buena respuesta al trasplante	Requieren cuidado en la operación	No pueden transplantarse por métodos comunes
Acelga	Apio	Arveja
Coliflor	Berenjena	Maíz dulce
Lechuga	Cebolla	Melón
Remolacha	Pimiento	Pepino
Repollito de Bruselas		Poroto
Repollo		Sandía
Tomate		Zapallo/ito

El nivel de humedad en el suelo durante la etapa de germinación tiene influencia en el porcentaje de plantas germinadas.

Las hortalizas han sido agrupadas por sus requerimientos de humedad para germinar:

- ✓ Especies que requieren altos contenidos de humedad (cercanos a la saturación): repollo, rábanos, maíz dulce, zapallos, melón, sandía, pepino, tomate, pimiento, cebolla, zanahoria.
- ✓ Especies que germinan con moderados contenidos de humedad hasta capacidad de campo: poroto, arveja, lechuga, remolacha.
- ✓ Especies que germinan sólo en condiciones de capacidad de campo: apio.
- ✓ Especies que germinan bien con escasa humedad, reduciéndose su germinación a capacidad de campo: espinaca.

Los métodos para proveer una adecuada y homogénea humedad abarcan desde sistemas en los que el sustrato es continuamente humedecido, utilización de sustratos especiales, mayor profundidad de siembra (las fluctuaciones de humedad son menores) y utilización de cubiertas de superficie.

Clasificación de los almácigos

1) Al aire libre: se utilizan para especies resistentes a condiciones adversas, por ejemplo bajas temperaturas (cebolla, crucíferas).

1.a) De acuerdo al tamaño:

- ✓ *En pequeña escala:* Se realizan en huertas familiares o para poca superficie, Su ancho no debe superar 1 a 1,20 metros para poder acceder desde ambos costados sin ingresar al área cultivada. Las labores se efectúan con herramientas manuales (palas, rastrillos, etc.)

- ✓ *En gran escala:* En el caso de implementarse túneles bajos deberían fraccionarse cada 15-20m para facilitar el manipuleo del polietileno y el manejo del almácigo.

1.b) De acuerdo a las condiciones ecológicas de la región:

- ✓ *Sobre nivel:* en zonas húmedas conviene elevar los almácigos 10-15cm sobre el nivel del suelo. Para preparar el suelo se ara y se rastrea hasta lograr una cama de siembra mullida, sin destruir la estructura del suelo. Luego con una alomadora o arado se levantan bordos y para lograr una superficie plana se pasa una rastra de dientes invertida o un rabasto.

- ✓ A *nivel:* deben ser superficies planas, con poca pendiente y suelos con buen drenaje.

- ✓ *Bajo nivel:* en zonas áridas hay que profundizar 5-10cm para captar y acumular el máximo posible de humedad.

2) Protegidos:

2.a) Media sombra: se protege de los rayos solares intensos para evitar la deshidratación y muerte de las plántulas en emergencia. Se puede utilizar malla plástica de color negro (Zaram), cañas con ramas. Ej.: en cultivo de apio.

2.b) Forzados: En este tipo de estructura se puede utilizar desde una cajonera, vidriera, túnel bajo de material plástico, macrotúneles o cubiertas estructurales fijas de materiales plásticos e invernáculos. En general se busca que la estructura sea por un lado resistente a las condiciones climáticas extremas y al mismo tiempo flexible para adaptar o modificar condiciones ambientales requeridas para cada cultivo.

En cajón (ideal para la huerta familiar ya que se puede trasladar), dejándolo al aire libre en las horas de mayor temperatura y luminosidad.

La cajonera es una estructura de madera desmontable, colocando el lado más

elevado para reparar los vientos que pueden perjudicar al almácigo, en el S.E bonaerense predominan los vientos fríos del S - O. La cobertura o tapa generalmente es de una doble capa de polietileno, separadas entre 3 y 5 cm, lo que genera una cámara de aire que atenúa las variaciones bruscas de temperatura dentro de la cajonera y tiene el objeto de evitar la pérdida rápida de calor del suelo durante la noche. Al ser desmontable permite su traslado, disminuyendo la incidencia de problemas fitosanitarios.

Las vidrieras son construcciones fijas, de mampostería, con una pared algo más elevada. Sobre las paredes se coloca un marco de madera con vidrios. Como en el caso de la cajonera, se debe ventilar durante las horas de mayor insolación para impedir que la temperatura alcance valores muy elevados. Los túneles bajos no son fijos y se arman con arcos (de hierro, alambre, tallos flexibles, etc.) y polietileno transparente de 100-150 micrones de espesor, alcanzan una altura de 0,40-0,50m en la parte central y 1,8 - 2m de ancho. El polietileno se dispone sobre arcos distanciados a un metro, cuyos extremos se entierran unos 30 cm.; los arcos se unen en la parte superior por medio de un alambre galvanizado, el cual se sujeta a una estaca en cada extremo del túnel, constituyendo la "cumbrera".

Luego de la siembra se mantiene cerrado para acelerar la germinación y emergencia, luego de iniciada la misma se debe ventilar todos los días.

Los invernáculos destinados a la obtención de plantines son llamados "Plantineras" y generalmente tienen sistemas que permiten un mayor control de las condiciones ambientales:

a) Sistema de calefacción. El suministro de calor, durante los meses fríos debería equilibrar las pérdidas que se producen desde la superficie de la estructura. Si bien es importante adaptar las estructuras para este fin, hay distintos métodos para la provisión de calor como el uso de radiadores con circulación de agua caliente (a 60ªC.), caloventores, quemadores, etc. Se pueden implementar sensores y equipos de emergencia.

Producción de plantines

b) Ventilación y refrigeración: en algunos casos es necesario bajar las temperaturas internas de la estructura. Un método bastante utilizado es el empleo de mallas de sombreo, con las que se puede disminuir la energía solar en un 20 - 90%; hay sistemas automáticos (computarizados de movimiento de mallas de sombreo). Un sistema bastante utilizado en algunas zonas es el pintado del techo con pinturas blancas (en franjas), este sistema también se suele utilizar para disminuir el deterioro del plástico en las zonas de contacto con la estructura. El sombreado no es recomendable en zonas con baja heliofanía.

CONSTRUCCION DEL ALMACIGO

Es conveniente tener presente:

a. Superficie del semillero (considerando la superficie a trasplantar).
b. Dimensiones del semillero (considerando la practicidad para efectuar el laboreo y el manejo.
c. Tipo de sustrato utilizado.
d. Desinfección del suelo o sustrato.
e. Mano de obra calificada.
f. Antes de la siembra es muy importante: seleccionar el tipo y tamaño de bandeja (speelding) a utilizar, teniendo en cuenta el tamaño de los alvéolos en relación a la especie, o la densidad de siembra si es sobre suelo.
g. El tipo de sustrato o preparación adecuada del suelo; la técnica de llenado de los envases.
h. El sistema de siembra y manejo posterior del almácigo o plantinera.

Condiciones apropiadas para el desarrollo de las raíces

El medio sobre el que se siembra (suelo, sustrato orgánico o artificial) debe proveer un ambiente favorable para el desarrollo del sistema radicular y crecimiento vegetativo. Las funciones principales son: fuente de nutrientes, retención y disponibilidad de agua, proveer un eficiente intercambio de gases y dar sostén a la planta.

Según sea el tipo de almácigo y las condiciones en las que se efectúa la siembra, el sustrato será la tierra del lugar, mezclas de tierra con algún inerte o directamente mezclas preestablecidas. Los componentes más comunes de los sustratos para bandejas de cultivo son: turba – vermiculita - perlita en igual proporción de volumen (1:1:1), turba - arena (2:1), turba – perlita (2:1), turba - poliestireno expandido (2:1) o mezclas comerciales. La turba puede tener distinto grado de descomposición, con pH variable (3,0 - 5,5) y alto contenido de nitrógeno amoniacal. La vermiculita está compuesta por placas finas de arcilla con alto contenido de potasio, magnesio y calcio, con un pH de 9. La perlita es un silicato derivado de rocas volcánicas, con numerosas celdas de aire y pH neutro. El lombricompuesto tiene pH alcalino (8 – 8,5) y buena relación C/N.

Las características más importantes del sustrato o medio de crecimiento del plantín son:

Características físicas: Capacidad de retención de agua (CRA) -60%; Porosidad; Resistencia a la compactación y Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CRA del sustrato determina la frecuencia de irrigación. El medio tiene una fracción sólida y poros. La porosidad es la fracción que contiene el volumen de agua y de aire.

El valor de la porosidad total varía generalmente entre un 50-90% y el aire entre el 1 al 10%. La forma y manejo del llenado de los contenedores afecta la porosidad y contenido de agua. La humedad del sustrato debe ser del 50% antes de proceder al llenado.

El contenedor debe llenarse sin compactar el sustrato, de manera de favorecer la porosidad.

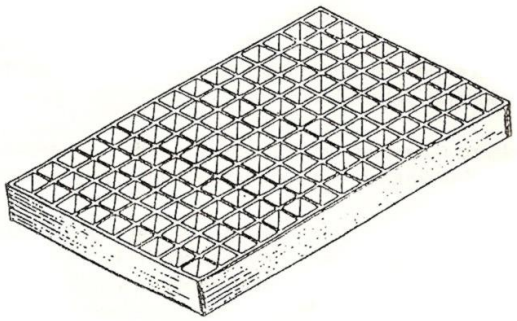
La capacidad de intercambio catiónico que indica la capacidad del medio de retener los nutrientes del lavado o lixiviado, se considera adecuada con niveles de 6 a 15 meq/100cc.

Características químicas: pH; Sales solubles y Nutrientes:

El pH óptimo es de 5,5-6,5. El contenido de sales depende del contenido de N03, NH4, K, Ca, Mg, Cl, Na y S04.

CONTENEDORES O BANDEJAS

En este sistema las semillas se siembran en celdas individuales que unidas conforman el contenedor, bandeja o speelding, normalmente de un tamaño de 34 x 66 cm. El número de celdas por bandeja varía de 18 a 800 unidades y pueden presentar formas varias: redondas, cuadradas, hexagonales, octogonales, etc. y con una profundidad de 1,25 - 6,25 cm.



En general el tamaño y la profundidad de la celda están en función de la especie, tiempo de crecimiento, sistema radical y vegetativo. Si bien hay una relación directa entre el tamaño de la celda y el tamaño del plantín, por razones de costo, la tendencia es a utilizar envases con mayor número de celdas de menor volumen. Hay que considerar que los envases de menor volumen tienen mayores fluctuaciones de humedad, nutriente, oxígeno, pH y salinidad.

ECOFISIOlOGIA y TECNOLOGIA DE PRODUCCION DEL PLANTIN

El período de crecimiento de los plantines se puede dividir en cuatro etapas, de acuerdo al desarrollo morfológico de las plántulas:

La primera se extiende desde la siembra a la emergencia radical; comprende todos los procesos de germinación hasta la aparición de la raíz.

La segunda va desde la emergencia radical hasta la expansión de los cotiledones.

La tercera comprende desde la expansión de los cotiledones hasta el desarrollo de las hojas verdaderas.

La cuarta incluye todo el desarrollo posterior incluyendo el período de aclimatación, endurecimiento o de rustificación.

GERMINACION

El proceso de germinación propiamente dicho tiene alta relación tanto con las condiciones ambientales (humedad, temperatura, luz, aireación) como de las semillas utilizadas (genotipo, lote).

El poder y energía germinativa son indicadores de la capacidad que tienen las semillas para germinar y su vigor: mayor vigor asegura uniformidad en la emergencia y alto stand de plantas.

Las condiciones de almacenaje de las semillas tienen una influencia muy importante en las características de calidad germinativa de las mismas.

El período de germinación se puede subdividir en 3 fases según la velocidad de absorción o imbibición del agua por la semilla. Inicialmente el ingreso es rápido, luego hay una fase de mantención de ese contenido, seguido por una tercera fase de rápido ingreso nuevamente.

La **fase I** ocurre tanto en semillas vivas como muertas y es de naturaleza física (debido al potencial mátrico negativo causado por los componentes de la pared celular y las proteínas); en general las células se imbiben totalmente en el término de 4 a 8 hs. La tasa de entrada del agua depende de muchos factores: temperatura, contenido inicial de humedad, composición de las semillas y morfología. Compuestos del sistema de síntesis proteica de las células se activan, permitiendo que dicho proceso se reinicie; para esto se hace uso del ATP almacenado en las mitocondrias durante la formación de las semillas y redisponible al hidratarse la célula.

En la **fase II** la entrada de agua es menor, el potencial mátrico es casi nulo y la presión y potencial osmótico están en equilibrio con el potencial agua. La duración de esta fase depende tanto de la especie como de las condiciones ambientales. Es durante esta etapa que los compuestos complejos de reserva de las semillas son transformados por acción enzimática en otros más simples que serán posteriormente consumidos en los centros de activo crecimiento.

En la **fase III** la captación del agua comienza con la germinación visible, con una primera etapa de división y otra independiente de alargamiento celular. En esta fase la captación del agua es más lenta que la observada en la fase 1. Una característica es que si la radícula sufre un proceso de desecación las células mueren y la viabilidad de la plántula se ve muy comprometida.

Durante la germinación es necesaria la presencia de oxígeno, ya que es el sustrato del proceso respiratorio requerido para producir energía en forma de ATP.

Las tasas respiratorias presentan la misma dinámica que la de la imbibición en cada fase respectiva.

Las sustancias de reserva presentes en las semillas proveen de fuentes carbonadas en formas de azúcares, de nitrógeno en forma de aminoácidos, de fósforo en forma de fosfatos junto a otros elementos. Las plántulas son dependientes de esas sustancias de reserva para el crecimiento inicial, luego con el desarrollo de estructuras fotosintéticas y raíces las plántulas pasan a ser autosuficientes.

Recordemos que el contenido de agua, aire, temperatura y características físicas del sustrato son esenciales para la etapa germinativa, y de crecimiento inicial del plantín. La elección del tipo y tamaño de speelding en relación con la especie y tamaño de plantín es muy importante.

La técnica del "priming" consiste en poner las semillas en condiciones de cumplir con las dos primeras fases del proceso germinativo y antes de llegar a la tercer fase se procede a efectuar un secado rápido en estufa de manera de frenar el proceso de germinación. Esta técnica permite que cuando las semillas sean sembradas ya tengan un cierto adelanto en el proceso germinativo y al entrar en contacto con el agua directamente retoman el proceso a partir de la fase tres con una emergencia muy rápida y pareja del lote.

También, antes de la siembra, pueden efectuarse el peleteado (con agregado de pesticidas, agentes biológicos o reguladores del crecimiento) y el denominado "coating" (que sirve para asegurar un tamaño homogéneo entre semillas, muy importante para las siembras de precisión).

Sistemas de siembra

La siembra de los almácigos sobre suelo puede hacerse manualmente o mediante sembradoras utilizadas en horticultura adaptando las distancias entre líneas y entre plántulas (en el caso de las sembradoras de precisión).

En el caso de las siembras en "speeldings" también se pueden hacer en forma manual luego del llenado y acondicionado del sustrato o mediante un proceso mecanizado que incluye llenado de los envases, humedecimiento del sustrato, siembra y tapado de las semillas.

Producción de plantines hortícolas en celdas de contenedores:

CULTIVO*	Diám.celda (cm)	Gr. para 10000 plantines	Prof. de Siembra (cm)	Tº ópt.de germ. (ºC)	días p/ germ**	Tº ópt. de crec. (ºC)		Ph	días p/ comerc. Plantín (sem)
						día	noche		
Brocoli	2,0 - 2,5	56,7	0,6	29,5	4	15,5 - 21,1	10,0 - 15,5	6,0 - 6,8	5-7
Repollito de Bruselas	2,0 - 2,5	56,7	0,6	26,6	5	15,5 - 21,1	10,0 - 15,5	5,5 - 6,8	5-7
Repollo	2,0 - 2,5	56,7	0,6	29,5	4	15,5 - 21,1	10,0 - 15,5	6,0 - 6,8	5-7
Coliflor	2,0 - 2,5	56,7	0,6	26,6	5	15,5 - 21,1	10,0 - 15,5	6,0 - 6,8	5-7
Apio	1,3 - 2,0	28,3	0,15 - 0,3	21,1	7	18,3 - 23,8	15,5 - 18,3	6,0 - 6,8	10-12
Pepino	1,3 - 2,0	567	1,3	32,2	3	21,1 - 23,8	15,5 - 18,3	5,5 - 6,8	2-3
Berengena	2,5	113,3	0,6	29,5	5	21,1 - 26,6	18,3 - 21,1	5,5 - 6,8	5-7
Lechuga	1,3 - 2,0	28,3	0,3	23,8	2	12,7 - 18,3	10,0 - 12,7	6,0 - 6,8	4
Melón	2,5	567	1,3	32,2	3	21,1 - 23,8	15,5 - 18,3	6,0 - 6,8	4-5
Cebolla	1,3 - 2,0	85,0	0,6	29,5	8	18,3 - 23,8	15,5 - 18,3	5,5 - 6,8	5-7
Pimiento	1,3 - 2.0	198,4	0,6	29,5	8	18,3 - 23,8	15,5 - 18,3	5,5 - 6,8	5-7
Zapallito	1,3 - 2,0	1.474,2	1,3	32,2	3	21,1 - 23,8	15,5 - 18,3	5,5 - 6,8	3-4
Tomate	2,5	85,0	0,6	29,5	5	18,3 - 23,8	15,5 - 18,3	5,5 - 6,8	5-7
Sandía	2,5	1.474,2	1,3	32,2	3	21,1 - 26,6	18,3 - 21,1	5,0 - 6,8	3-4

Otros cultivos que no figuran en el cuadro, si pertenecen a la misma familia y su semilla tiene características semejantes, pueden esperarse comportamientos parecidos, por ej.: endivia= lechuga. El maíz dulce es muy susceptible a la quebradura de la raíz principal.

** Las semillas remojadas germinan más rápidamente que las no remojadas, bajo la mayoría de las condiciones.

FUENTE: Vavrina, 1994.

Factores ambientales que afectan el crecimiento

La fotosíntesis y la respiración (procesos involucrados en el crecimiento) son afectadas por la temperatura, la humedad, la luz, el suministro de nutrientes y los niveles de dióxido de carbono (CO2). Estos factores actúan tanto solos como en interacción, y son difíciles de manejar cuando las condiciones climáticas son extremas.

Temperatura

Este es el factor individual que más afecta la etapa de germinación y crecimiento del plantín; su efecto normalmente se manifiesta en interacción con otros factores. Las semillas de las diferentes especies han evolucionado en relación con el ambiente, de hecho si bien se conoce las temperaturas óptimas para cada especie, también son importantes las fluctuaciones que se producen a lo largo de los ciclos estacionales y diarios. Además la temperatura interacciona con otros factores ambientales como la luz.

Iluminación

La luz influye tanto en el crecimiento (provisión de carbono en el proceso de fotosíntesis) como en el desarrollo de las plántulas (morfogénesis). El crecimiento está influenciado por la cantidad de luz recibida durante todo el día (radiación fotosintéticamente activa: PAR entre 400-700 nm, durante varias horas en una intensidad de 150 a 500 Umol/m2) y el desarrollo por la calidad de luz (2 a 5 Umol/m2 durante algunos minutos de rojo lejano: 700-750 nm y de ultra violeta: 300-400 nm).

En condiciones de baja luminosidad las plántulas crecen etioladas, esto se debería a la mayor relación rojo - lejano (725 nm) comparado con el rojo-cercano (650 nm) del espectro. Esa baja luminosidad puede deberse tanto a condiciones ambientales como a una muy alta densidad de plántulas (la calidad de luz que recibe cada una varía respecto de la que llega a la parte superior del canopeo).

En zonas de latitudes medias a altas (más de 30º de latitud N o S) la luz es escasa para la mayoría de las especies cultivadas bajo cubierta (FAO, 1990); Por la experiencia acumulada en varios países europeos se ha determinado que las lámparas de sodio de alta presión son las más convenientes para iluminar a los cultivos debido a que cubren todo el espectro necesario. Esta tecnología también se utiliza en el caso de plantineras con muy alta densidad de siembra. Obviamente esto se puede regular mediante raleos o con la elección de tamaños de celdas en siembras realizadas en speelding, según la morfología de la especie, o mediante la utilización de la técnica del repique. Últimamente se está estudiando la incorporación de genes para evitar el efecto de

etiolado en algunas especies y así poder aumentar la densidad de siembra en las plantineras.

Provisión de nutrientes

Las plantas jóvenes tienen grandes requerimientos de nutrientes. Un desbalance en la provisión puede originar cambios importantes en las características del plantín, por ej.: excesos de nitrógeno producirán un gran crecimiento del tallo, excesos de nutrientes en general producirán un shock reduciendo el ritmo de crecimiento del plantín, etc.

No existe una receta general, hay distintas estrategias de momento de aplicación y combinación de nutrientes. La aplicación se inicia luego de la aparición de la primera hoja verdadera. Hay productores que prefieren hacer un proceso de aplicación decreciente en cuanto a concentraciones de P, Ca, N y micronutrientes; otros los aplican durante el crecimiento (tienden a mejorar el control del crecimiento).

El control en la fertilización, la temperatura y provisión de agua puede utilizarse para regular el crecimiento en altura de los plantines. Las dosis de fertilizante son mayores durante los meses fríos y menores en los meses más cálidos.

Una estrategia para aumentar el desarrollo radical previo al trasplante es aumentar la concentración de nutrientes.

Un problema frecuente cuando se usan fertilizantes amoniacales o sobre la base de urea, es la toxicidad del NH3; en estos casos se puede evitar o corregir ese efecto aumentando la temperatura a 18º C, mantener el pH 5.3 para favorecer la conversión de NH4 a N03, lixiviar el NH4 y cambiar por fertilizantes con nitratos, o utilizar mezclas con un 25% NH4, 75% N03. El K generalmente se aplica en la misma proporción que el N. El N se lixivia fácilmente y debe aplicarse continuamente. Altos niveles de N (2N:1 K) y Na inhiben la absorción de K. El P generalmente se aplica en una relación 1 N:0.5 P a 1 N:1 P. Muchas mezclas ya tienen agregado de P con superfosfato (0-20-0), yeso o triplefosfato. Ca y Mg pueden reaccionar con sulfatos y fosfatos formando precipitados insolubles. Generalmente los productores de plantines utilizan dos tanques separados con las soluciones madres. Una buena mezcla es por lo tanto: 1 N:0.1-0.2P:1 K:1 Ca:0.5Mg

En cuanto a Micronutrientes, es conveniente cuidar que la relación de Fe Mn sea 2:1, y Na 40 ppm. Para mejorar el estado nutricional y tener un control de la fertilización es importante el monitoreo del pH, CE, y nivel del N-N03, N-NH4, P, K, Ca, Mg y micronutrientes. Graficando los valores de pH y CE en el tiempo es de utilidad para ajustar los nutrientes y entender los cambios ácido-básico asociados con las variantes del programa de fertilización.

De todas formas antes de iniciar la aplicación de fertilizantes es muy conveniente conocer el pH, alcalinidad, CE del agua, CIC, porosidad y nutrientes del medio, como así también los niveles mínimos y máximos, las funciones y la movilidad de los macro - micronutrientes en la planta.

Anhídrido carbónico (CO2)

La aplicación de concentraciones conocidas de CO2 o el uso de sistemas de calefacción que lo generen es bastante común en algunos sistemas de producción de plantines de

especies ornamentales por el momento, por lo que sería esperable que esta tecnología se incorpore a la producción de hortalizas en poco tiempo más.

Rusticación, aclimatación o endurecimiento de los plantines

Antes del trasplante es necesario poner paulatinamente a las plántulas en condiciones ambientales semejantes a las que tendrán en el lugar definitivo, para tratar de disminuir el estrés.

Generalmente esta práctica incluye una paulatina disminución de la frecuencia de riegos, disminución de la temperatura y contacto de las plántulas con corrientes de aire y aumento de la luminosidad.

Durante muchos años fue muy común la práctica del uso de reguladores de crecimiento, que actualmente están prohibidos en EE.UU., por lo que se ha comenzado a implementar una práctica de estrés mecánico pretrasplante - el cepillado - a que esta técnica produce un efecto sobre la morfogénesis de las plántulas pero hay que tener la precaución de no causar daño.

TRASPLANTE

El trasplante es la operación manual o mecánica mediante la cual se llevan las plántulas desde el almácigo al lugar definitivo donde completarán su ciclo. El éxito depende de los siguientes requerimientos:

1. Un medio de cultivo libre de insectos, malezas y patógenos.

2. Temperatura y humedad adecuadas-para el crecimiento de las plantas.

3. Luz suficiente.

4. Una esmerada preparación del terreno donde se colocarán los plantines y condiciones adecuadas para la realización del trasplante.

5. Una preparación o "rusticado" para que las plantas cultivadas en ambientes protegidos puedan crecer en el lugar definitivo.

El repique es una operación que suele efectuarse en las plantineras y consiste en el trasvasado o traslado de las plántulas después que la plántula ha emergido (se hace a partir de cotiledones expandidos o primera hoja) a un recipiente individual que permita el crecimiento normal de las raíces hasta el momento del trasplante.

En general la extracción de las plantas del almácigo provoca una rotura de las raíces, principalmente de los pelos absorbentes que provoca trastornos momentáneos como el déficit hídrico, reducción en la actividad fotosintética y celular; además al producirse heridas puede ser puerta de entrada de enfermedades. Ese estrés tiene relación directa con la modalidad de almácigo, diferencia en las condiciones agroclimáticas entre la plantinera y el lugar definitivo, características del plantín, etc. Con la finalidad de reducir el estrés del trasplante se hace el rusticado antes de pasarlo al lugar definitivo.

Entre el trasplante y la recuperación completa de las plántulas transcurre un lapso de tiempo que tiene directa relación con ciertos factores:

Característica de la especie

Las especies cuyas raíces presentan una alta tasa de suberización en general pueden presentar ciertas dificultades al ser transplantadas debido a que al suberizarse las heridas de los pelos absorbentes impiden el ingreso de agua desde el suelo.

El nivel de estrés sufrido por las plantas se observa en la deshidratación y posterior recuperación del plantín, en este sentido las especies se diferencian por la capacidad de generar pelos absorbentes y/o formación de suber, influyendo también la edad y el tamaño del plantín.

Problemas de humedad y escasa nutrición pueden producir problemas de permeabilidad de las raíces, debido a la suberización y a la formación de células de cera, también se sabe que plantines más viejos pueden ser expuestos a un mayor estrés de agua y fertilidad que los más jóvenes.

Tamaño de la planta

El tamaño apropiado depende de la especie, condiciones de almácigo y trasplante; una recomendación general sería la de tratar que la planta tenga equilibrada el área foliar y su sistema radicular. Algunos factores ambientales actúan sobre esta relación: luz, temperatura y disponibilidad hídrica son los más importantes. Poca luminosidad incidente como altas densidades de plantas, hacen que la luz roja lejana (730nm) aumente con relación a la roja (660 nm); de esta manera el fitocromo induciría a la planta a aumentar el crecimiento de los entrenudos y entonces tendremos plantas de mayor altura, con tallos más finos y menor sistema radicular. Un fenómeno similar ocurre cuando la temperatura es elevada.

La falta de agua hace que la planta aumente la proporción de raíces con respecto a la parte aérea. Esto es posiblemente debido a la síntesis de ácido absícico (ABA) en el mesófilo foliar, lo que conduciría a la inhibición del crecimiento de la parte aérea y aumento del crecimiento radicular. El ABA induce el cierre estigmático provocando una disminución del flujo de C02 y por ende de la fotosíntesis; normalmente en las hojas maduras ese mecanismo es reducido prevaleciendo el del acartuchamiento para interceptar menos radiación y así atenuar los efectos del estrés hídrico.

De acuerdo al tipo de almácigos otros aspectos a tener en cuenta son:

a) Almácigo sobre suelo: el tamaño y la edad están asociados positivamente en condiciones normales de crecimiento, cuanto mayor es la edad (más avanzada la ontogenia de la planta) menor es la habilidad para recuperarse de la detención en el crecimiento ocasionado por el trasplante. Generalmente las plantas grandes tienen un sistema radicular extenso que al ser extraídas del suelo se puede dañar reduciéndose la superficie absorbente. Además este tipo de planta tiene generalmente muy desarrollada la porción aérea, por lo que la superficie potencial de transpiración es mayor.

b) Almácigos en envases (speelding): el tamaño de las celdas condiciona el tamaño máximo del plantín, ya que hay que evitar que las raíces crezcan sobre su propio eje (enrosquen). En tomate debido a que el crecimiento radicular se detiene cuando la densidad de raíces es de 20mg/cm3 de suelo,

es muy importante la relación parte aérea /raíz en los plantines de esa especie.

Las bandejas se disponen sobre catres o mesadas bien niveladas para lograr una uniforme penetración del agua de riego. Si se apoyan en el suelo, debe colocarse sobre un nylon para evitar que las raíces arraiguen en el suelo.

Ritmo de crecimiento de las especies: los plantines con altas tasas de crecimiento en el almácigo tendrán mayor susceptibilidad al trasplante. En general el crecimiento aéreo es favorecido por aportes importantes de N desde el sustrato o por fertirriego, por lo que no es recomendable una alta proporción de ese nutriente en la etapa de plantín. En general se recomiendan para tomate y pimiento soluciones nutritivas con mayor aporte de fósforo que para coliflor, repollo y apio.

Condiciones ambientales: si las condiciones entre el almácigo y el lugar definitivo son altamente contrastantes el estrés sufrido por las plántulas es alto. Condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa en el sitio al que se llevan, favorecen una rápida deshidratación de los plantines cuyo grado tendrá directa relación con las condiciones de rusticación del plantín.

Momento del trasplante: tanto para los trasplantes a campo corno en invernáculos hay que tener en cuenta las condiciones más apropiadas, tanto desde el punto de vista climático, como desde las prácticas de manejo del cultivo que acompañan al trasplante (ej: riego anterior o/y posterior al mismo).

Tecnología de trasplante:

1. Efectuar la rusticación.

2. Regar previamente el almácigo. En este paso hay que considerar la modalidad del almácigo, ya que si el mismo está directamente sobre el suelo convendría que al momento de extracción de las plántulas el contenido de humedad sea alto, lo que favorecerá que la mayor cantidad de raíces y pelos absorbentes salgan intactos; en tanto que en los contenedores convendría que el nivel de humedad no fuera demasiado elevado para favorecer la extracción del pan de tierra desde las celdillas.

3. En el caso de los almácigos densos y hechos sobre suelo conviene hacer una preselección de plantines por tamaño, sanidad y adecuada forma de raíz.

4. El traslado de los plantines hasta el lugar definitivo puede hacerse directamente en las bandejas o si es necesario el acondicionamiento (si es que deben extraerse de la almaciguera) mediante el uso de pan de tierra bien humedecido, envuelto con bolsas de arpillera o material que conserve la humedad, para evitar la deshidratación.

5. Es conveniente efectuar el trasplante en días nublados o cuando la temperatura no sea muy elevada, sobre suelo húmedo y efectuar un riego luego de haber colocado las plantas. También puede ser conveniente la instalación de una media sombra.

6. De acuerdo a la especie es conveniente, previo al trasplante; hacer un tratamiento de suelo tendiente a disminuir la incidencia de las malezas, insectos o enfermedades. En algunos casos se hace el extendido de una cubierta de suelo (mulch).

RIEGO Y FERTIRRIEGO

RIEGO

Definición: El riego es una práctica cultural cuyo objetivo es proveer o complementar los requerimientos hídricos de los cultivos. Puede ser riego integral cuando se trata de cubrir la totalidad del agua ya que no hay aportes por precipitaciones (zonas áridas, cultivos bajo cubierta), y riego complementario cuando en determinados momentos del ciclo del cultivo puede haber un déficit de agua.

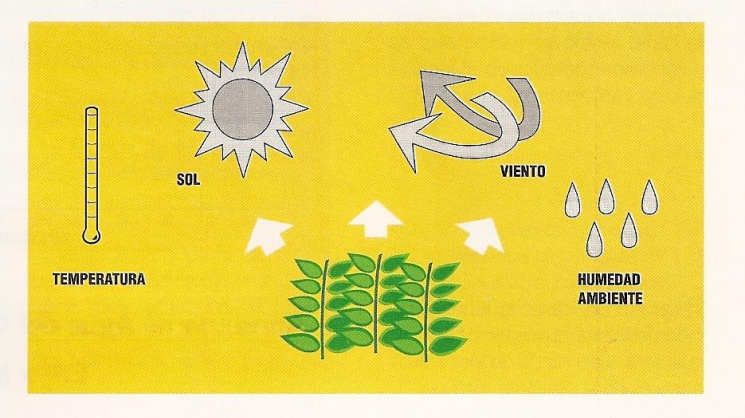
En todo sistema agrícola se busca optimizar los distintos factores productivos con la finalidad de mejorar cuali y cuantitativamente la producción. La horticultura es un sistema intensivo de producción donde es necesario obtener no sólo altos rendimientos sino además, lograr productos de calidad o diferenciados para justificar la alta inversión

En la producción hortícola se deben optimizar los factores (genéticos, climáticos, edáficos, tecnológicos, humanos, etc.) para alcanzar el objetivo final: rentabilidad.

En estas condiciones productivas, el riego es una herramienta imprescindible para asegurar una adecuada disponibilidad hídrica.

¿Cómo, cuándo y cuánto regar?: Estos interrogantes se pueden definir teniendo en cuenta: el consumo de agua por los cultivos y el balance de agua en el perfil del suelo explorado por las raíces. El manejo de esta información permite definir el momento de riego y cuantificar la lámina de agua a aplicar. Este procedimiento se denomina programación de riego y sobre él influyen diversos factores, como el clima, el tipo y estado fenológico de los cultivos, el suelo, etc.

El consumo de agua de un cultivo está determinado por dos componentes del ambiente: transpiración, que es vital para desarrollar toda la estructura del vegetal y regular la temperatura de las hojas, y evaporación que corresponde al agua que se evapora directamente desde el suelo sin pasar por la planta. A ambos procesos se los denomina " Evapotranspiración" y es la medida para conocer la cantidad de agua necesaria para el cultivo.



Los principales factores atmosféricos que determinan la evapotranspiración son la temperatura, tensión de vapor, velocidad del viento, etc. Disponiendo de información como Evapotranspiración Potencial (ETP = mm agua/día), Evapotranspiración Máxima del Cultivo (ETC) que es un valor que se obtiene de multiplicar el ETP por un coeficiente de cultivo (ETP x Kc). El Coeficiente de cultivo (Kc) es característico de cada especie y es función del estadio del cultivo y de la cobertura del suelo logrado por el mismo en ese momento; por lo tanto

hay varios valores de Kc para un mismo cultivo durante su ciclo de crecimiento. A modo ilustrativo, y mediante esta metodología, se estimaron los requerimientos promedio de agua durante todo el ciclo de algunos cultivos en la zona de Balcarce:

Cultivo	mm. agua
Papa	475
Soja	470
Girasol	615
Maíz	630

Almacenamiento de agua en el suelo:

El agua que se encuentra sobre la superficie del suelo se infiltra y drena en profundidad a través de los poros grandes (macroporos) por flujo gravitacional; sin embargo, parte del agua es retenida por fuerzas capilares de los poros pequeños (microporos) y por adsorción de las partículas del suelo (retención superficial de un líquido sobre un sólido). Este fenómeno determina que parte del agua retenida en el suelo esté disponible para las plantas. La mejor medida para conocer la disponibilidad de agua en el suelo es el Potencial Agua, sin embargo existen otros términos como:

- Capacidad de Campo (CC): es la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo y representa la cantidad de agua que tiene el suelo cuando ha escurrido toda el agua gravitacional. Esta situación generalmente ocurre unos días después del riego o lluvia, y está relacionado con las características intrínsecas del suelo. Los suelos pesados tienen mayor capacidad de almacenaje de agua que los suelos arenosos; sin embargo las plantas no pueden extraer toda el agua almacenada, sino solamente la fracción disponible.

- Punto de Marchitez Permanente (PMP): es el nivel de agua que alcanza el suelo cuando las plantas han extraído toda la humedad posible; es la humedad remanente que ya no puede ser aprovechada por las plantas y en este punto el vegetal comienza a marchitarse, si no se agrega agua al suelo.

- Humedad Disponible o agua útil: es el agua que está disponible en el suelo para el crecimiento de la planta; es la cantidad de agua retenida entre los valores de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente. El conocimiento de la Humedad Disponible es la forma más directa de programar el riego, ya que se puede definir el momento como la cantidad de agua a aplicar: como regla general, se puede decir que el riego debe hacerse cuando el suelo posee un 50% de agua disponible.

Lluvia o riego efectivo implica la cantidad de agua que ingresa al suelo como reservorio para el cultivo; no se tiene en cuenta el agua que se pierde por escurrimiento superficial (alta pluviometría, suelos con pendiente, mala estructura en sus horizontes, etc.). En labranza reducida puede haber un 50 % de pérdida por escurrimiento, en cambio en sistema convencional estos valores son mayores, hasta el 60 %. El factor que más incidencia tiene sobre el escurrimiento superficial es la velocidad de infiltración del suelo y es de importancia para el manejo del riego; siempre que la intensidad de aplicación supere a la velocidad de infiltración durante el tiempo de riego, habrá encharcamiento o si hay pendiente escurrirá.

Sistemas de riego

El sistema de riego a adoptar depende de: la especie y superficie a cultivar, sistema de siembra o plantación (siembra al voleo, en líneas planas o camellones, etc.), cultivo al aire libre o bajo cubierta, características edáficas, disponibilidad y calidad de agua, nivel tecnológico, características económicas de la empresa.

Métodos de riego

Por inundación: También se lo denomina riego por melgas, donde el agua escurre por la superficie en láminas delgadas, humedeciendo el perfil. Para su diseño debe tenerse en cuenta la pendiente y la textura del suelo, lo que definirá la distancia que se construyen los bordos; el agua entra por la cabecera o por distintos lugares del bordo. Este método es el menos utilizado en horticultura debido a la necesidad de nivelaciones en el terreno y la ineficiencia en la distribución y consumo de agua, aunque en algunos casos se lo puede encontrar para hacer riego complementario en hortalizas de hoja.

Por surcos: Consiste en realizar cauces sobre la superficie del suelo denominados surcos por donde se vierte el agua humedeciendo, por infiltración vertical y lateral, el perfil en el espesor requerido de acuerdo con el desarrollo de las raíces. Desde la fuente el agua se conduce por canales o mangueras hasta la cabecera que alimenta a los surcos. La profundidad de penetración del agua depende de la textura del suelo, del tiempo de riego y de la pendiente. Es un método bastante difundido en cultivos al aire libre por el bajo costo de implementación y su sencillez en la operación del riego.

Por aspersión: Con este método el agua se aplica sobre el terreno en forma de lluvia. En horticultura es muy utilizado porque permite incorporar láminas pequeñas con una eficiencia elevada a intervalos reducidos. El uso de este tipo de riego se justifica por su uniformidad en la distribución, por el uso en suelos con pendiente, uso en distintos cultivos, versatilidad en el manipuleo y traslado.

Las partes que integran un equipo para riego por aspersión son: motobomba, cañería madre, alas regadoras, aspersores, accesorios. En este sistema se presentan varios diseños que varían por su facilidad de operación y traslado, costo, eficiencia, capacidad de riego, etc.; siendo los más difundidos aquéllos en que el ala regadora se traslada manualmente, también están los de avance frontal, cañón y pívot central.

Por goteo y microaspersión: También llamado riego localizado. Este sistema se basa en la aplicación del agua en forma localizada, gota a gota o cerca de la zona radical del cultivo (ej. Kiwi), con lo que se logran las eficiencias más elevadas en el uso del agua (95 %) y por sus características se pueden también emplear en condiciones de suelo y aguas marginales; se utiliza fundamentalmente en cultivos bajo cubierta como tomate, pimiento, lechuga, etc., y en frutilla, al aire libre.

Para decidir el sistema de riego se deberá tener en cuenta: cultivos y superficie que ocupa cada uno, suelo (horizontes, profundidad, textura, salinidad, presencia de napa freática, presencia de tosca, etc.), agua (fuente, calidad, disponibilidad), clima, topografía, prácticas de cultivo (labores, fertilización, tratamientos, marco de plantación, etc.), tiempo y personal disponible para el riego.

FERTIRRIGACION

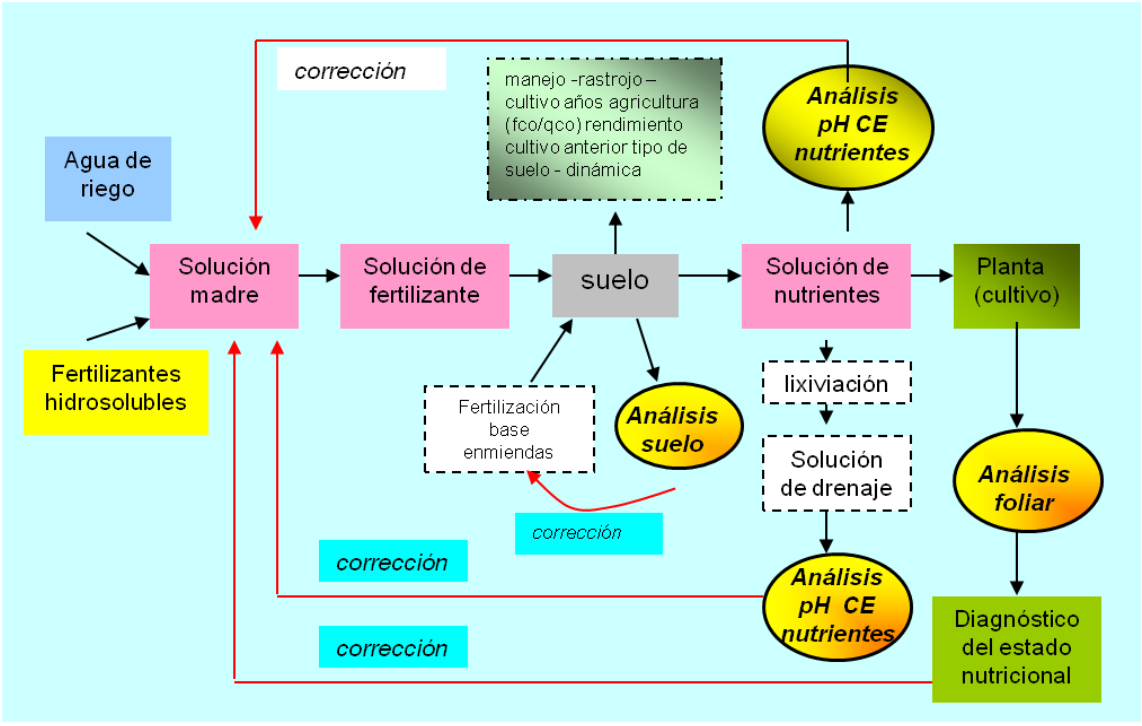
Consiste en efectuar las aplicaciones de nutrientes teniendo como vehículo el agua de riego, logrando con ello una fertilización directa en la zona de mayor proliferación de raíces activas y sin fertilizar malezas o suelos no explorados por los cultivos.

Dinámica del fertirriego

Fertirrigar es aplicar fertilizantes disueltos en el agua de riego en forma fraccionada durante el ciclo del cultivo de acuerdo a las demandas de cada etapa fenológica.

En esta práctica interactúan cuatro parámetros básicos que son: la planta, el agua de riego, los fertilizantes y el suelo.

Sistema de fertirriego. Relación: suelo-planta-agua-fertilizante. Donde analizar para hacer correcciones.



Para comprender mejor la figura 6 definiremos algunos conceptos incluidos en la misma.

Solución madre: se denomina a los fertilizantes disueltos en el agua de riego a una determinada concentración que se encuentra dentro de un tanque.

Solución de fertilizante: se denomina a la solución madre que fluye por las tuberías y que proviene del tanque, que será descargada en los goteros del sistema de riego.

Solución de nutrientes: es la misma solución de fertilizantes pero que ahora se encuentra en el suelo, el cual reacciona con esta mezcla de agua y fertilizante. Esta solución de nutrientes se encuentra normalmente retenida en el espacio poroso del suelo de donde estaría disponible para las plantas. Por lo tanto la concentración final de nutrientes de esta solución nutritiva que queda disponible para las plantas depende fundamentalmente del tipo de suelo y sus propiedades físico-químicas.

Solución de drenaje: es aquella mezcla de agua y de fertilizante que en el suelo no ha sido retenida en los espacios porosos y se escapa del alcance de la raíces en profundidad.

La aplicación de los elementos nutritivos con el agua del riego localizado tiene una serie de ventajas que merecen destacarse:

- ✓ Asimilación eficaz de los nutrientes al estar localizados en la zona de máximo desarrollo radicular y de mayor absorción de agua.

- ✓ Ajuste de la dosificación de elementos nutritivos a las necesidades del cultivo a lo largo de su ciclo vegetativo.
- ✓ Posibilidad de realizar la aplicación de fertilizantes con el agua de riego sin las limitaciones propias de la fertilización convencional, tales como: disponibilidad de suelo húmedo, falta de maquinaria o implemento de aplicación, desarrollo del cultivo, etc.
- ✓ Excelente distribución de los elementos nutritivos en toda superficie de cultivo.
- ✓ Costo reducido de la aplicación de fertilizantes.
- ✓ Capacidad de reacción a las necesidades puntuales del cultivo en función de las características del desarrollo vegetativo.
- ✓ Control de la concentración de nutrientes y del riesgo de lavado y pérdida de los mismos evitando riesgos de contaminación del medio ambiente.

Para tener en cuenta:

La fertirrigación es un sistema muy eficiente y racional de la fertilización. A medida que la fertirrigación pasa a ser de un complemento a un suministro continuo, la fertilidad del suelo pierde, en términos relativos, la importancia que tiene en el caso de los métodos de cultivos tradicionales.

El hecho de trabajar con una solución nutritiva, en contacto directo con una gran parte de la capacidad absorbente del sistema radicular, deja prácticamente el peso total de la nutrición de los cultivos al aporte por esta vía con un complemento mínimo por el suelo.

Comportamiento de los nutrientes en fertirrigación

Una de las características más importantes de la fertirrigación, es la posibilidad de realizar el fraccionamiento del aporte de los nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo, especialmente en los más móviles como en nitrógeno y en menor medida el potasio.

El comportamiento de los diferentes nutrientes en este tipo de riego localizado tiene características específicas, que se exponen brevemente en el siguiente cuadro.

CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO DE NUTRIENTES EN RIEGO LOCALIZADO

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
El nitrógeno se aplica preferentemente en forma de nitrato. Salvo en condiciones de exceso de humedad, que sólo se producen en las proximidades del emisor, las otras formas de nitrógeno se convierten rápidamente en la forma nítrica. Dada la facilidad con que se lava este elemento, debe extremarse el control para asegurar su presencia continua en el bulbo húmedo. El nitrato se mueve con toda facilidad en el suelo por su extraordinaria solubilidad en agua, hasta el borde de la zona humedecida del suelo, es decir, del bulbo. El nitrógeno amoniacal es fijado por el complejo **absorbente** del suelo cuando se aplica en dosis pequeñas, pero se mueve fácilmente en dosis altas al saturar la capacidad de cambio o fijación del suelo. La transformación a la forma nítrica se realiza en unos 10 a 15 días según nivel de humedad y la temperatura, con un **ó**ptimo en torno a 25-30 º C. La forma ureica no es **absorbida** o retenida por el suelo por lo que se mueve fácilmente al igual que el nitrato. Su transformación a la forma nítrica es algo más lenta, ya que debe realizarse un proceso previo, que es su hidrólisis a la forma amoniacal, mediante la acción de la enzima ureasa, presente en el suelo. Con este paso previo, la transformación requiere unos cuantos d**ías** más que la forma amoniacal.	Elementos menos móviles como el fósforo y potasio, fuertemente retenidos por el poder fijador del suelo, se mueven con más facilidad en el riego localizado. Sigue el flujo de agua tanto por medio de vías especiales de la estructura del suelo como por pasos preferentes de difusión que se crean por la absorción activa de las raíces. El fósforo que no ha sido utilizado tradicionalmente en los **sistemas** de riego a causa de su escasa movilidad y su baja penetración en profundidad, es mucho más móvil en el bulbo formado en la fertirrigación, que en condiciones de fertilización tradicional. En trabajos experimentales se ha podido comprobar movimientos de 20-30 cm tanto en sentido vertical como horizontal, lo que hace que este elemento esté fácilmente asimilable durante un tiempo relativamente más largo. Las pérdidas por lavado de este elemento son insignificantes. Por otra parte el fraccionamiento de la aplicación de este elemento no es tan crítica como en el caso del nitrógeno. Las necesidades en fósforo de los cultivos se centran sobre todo en la primera fase del desarrollo por lo que su aplicación principal debe realizarse a la siembra o al trasplante.	El potasio como no es tan móvil como el nitrógeno, penetra y se encuentra fácilmente disponible en el bulbo. También se desplaza hacia los bordes del bulbo y puede ser lavado, teniendo una mayor persistencia que el nitrógeno, la cual depende de la textura del suelo. Como es sabido, las necesidades de las plantas son generalm**e**nte altas, lo que lleva a un empobrecimiento de potasio en la zona del bulbo. Por ello se aconseja el suministro de este elemento en forma fraccionada a trav**é**s del ciclo del cultivo.

EFECTOS DE LOS FERTILIZANTES EN EL AGUA DE RIEGO

Al disolver los fertilizantes en el agua se alteran las características químicas de éstas, principalmente en cuanto a:

- ✓ Modificación de la conductividad eléctrica
- ✓ Alteración del pH

Modificación de la Conductividad Eléctrica (CE)

La adición de las sales fertilizantes aumenta el contenido salino del agua y por lo tanto modifican su conductividad eléctrica. Es decir los fertilizantes salinizan el agua empeorando su calidad desde el punto de vista osmótico, pudiendo repercutir negativamente en el cultivo.

Lo ideal es que los fertilizantes no aumenten más de 1 mmhos/ cm (25 ºC) la CE del agua de riego, es por ello que se recomienda fraccionar lo más posible la fertilización, llegando a ser diaria, si fuera posible.

La CE del agua más la del fertilizante disuelto debería estar, idealmente entre 2 y 3 mmhos/cm (25ºC).

Alteraciones en el pH

Algunos fertilizantes al disolverse en el agua de riego producen una variación en el pH.

Al aumentar el pH, existe el riesgo de precipitaciones de sales de calcio, provocando alteraciones en los goteros, ya que a pH alcalino hace menos soluble a este catión.

Por otra parte, si el pH baja, tiende a la acidez, evita esas obturaciones e incluso puede limpiar el sistema.

En la práctica se recurre al pasaje, de vez en cuando, de una solución ácida (generalmente ácido fosfórico) con el objeto de limpiar el sistema de riego por goteo.

Para tener en cuenta...

Para el empleo correcto de la fertirrigación debe conocerse:

- ✓ Los índices de salinidad y acidez de los distintos fertilizantes.
- ✓ Las modificaciones que se producen al disolver distintas cantidades de los mismos, en la conductividad eléctrica y pH de las soluciones obtenidas.
- ✓ La calidad del agua de riego disponible.
- ✓ Los requerimientos del cultivo
- ✓ En función de esta información determinar el fertilizante y la concentración adecuada a utilizar en cada caso en particular.

Desde el punto de vista práctico es importante conocer las variaciones de pH y CE que ocurren cuando se disuelven los distintos fertilizantes en cantidades que corresponden a concentraciones corrientemente utilizadas en fertirriego. Por ello, a continuación se presentan los datos correspondientes a los principales fertilizantes.

PRODUCTOS PARA LA FERTIRRIGACION

Condiciones

La característica principal de los fertilizantes para fertirrigación es la solubilidad. En efecto, los productos aportados al agua de riego deben constituir una verdadera solución nutritiva, que no presente riesgos de insolubilizaciones.

La solubilidad en agua de los productos es un dato básico que debe ser conocido para poder manejar eficazmente estos productos en el riego. También es necesario tener en cuenta que la solubilidad varía con la temperatura de la solución, por lo que deberá conocerse las condiciones de trabajo cuando se preparen las soluciones madres. Por otra parte hay que conocer además que durante la disolución de los productos sólidos en el agua para preparar las soluciones madres se producen cambios de temperatura que pueden afectar la solubilidad de algunos productos.

Las impurezas en la solución fertilizante, procedentes del agua o los productos químicos aportados o por la reacción entre ellos, provocan obturaciones en los sistemas de riego que pueden reducir de forma notable la eficacia dentro del riego como de la fertilización con los correspondientes efectos negativos sobre la producción de los cultivos. Por lo tanto, la pureza es una exigencia fundamental para estos productos.

Otro aspecto a considerar es la compatibilidad entre los productos con los que se preparan las soluciones madres.

La utilización de productos incompatibles entre sí o con materias que se encuentran en el agua de riego, produce reacciones entre ellos con la formación de compuestos insolubles que es necesario evitar.

Tipos de productos

Teniendo presente las condiciones expuestas anteriormente pueden distinguirse dos tipos de productos principales:

- ✓ *Productos fertilizantes sólidos solubles:* estos deben previamente disolverse en agua produciendo las denominadas soluciones madres, que después se incorporan al riego mediante dosificadores. La preparación de las soluciones madres requiere mano de obra especializada, con conocimientos suficientes que aseguren la exactitud en las concentraciones de los distintos nutrientes.

- ✓ *Productos líquidos:* son soluciones que se fabrican directamente de esta forma y por lo tanto se utilizan directamente, con las precauciones pertinentes respecto a la compatibilidad. Las soluciones madres preparadas en la explotación agropecuaria pueden ser perfectamente equivalentes si se realiza la mezcla con los métodos y el conocimiento técnico adecuado.

Caracterización de los productos

Fertilizantes sólidos solubles

- ✓ **Sulfato de amonio:** Es un producto bastante soluble (730 g/l a 20ºC), contiene nitrógeno amoniacal (21% N) y azufre (23% S). Su reacción en el agua es ligeramente acidificante. Las soluciones madres de este producto se preparan con una proporción de 1 a 4, es decir, 25 kg por cada 100 litros de agua.

- ✓ **Nitrato de amonio:** De los distintos nitratos amoniacales existentes, sólo puede considerarse el de mayor graduación y libre de productos insolubles (33,5 -34% N). Es uno de los productos de mayor solubilidad (1920g/l a 20ºC) Las soluciones madres de este producto se preparan en la proporción de una parte de abono por dos de agua, lo que supone por ejemplo, 50 kg/100 l de agua. Este producto reduce la temperatura y el pH del agua al preparar las soluciones. De la cantidad total de nitrógeno la mitad se halla en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. En la actualidad no se usa.

- ✓ **Urea:** Es un producto orgánico de síntesis, tiene un contenido de nitrógeno de 46%, todo en forma ureica o amídica. La solubilidad es alta (1033 g/l a 20ºC) y como el anterior reduce la temperatura de la solución de un modo importante. Este producto no saliniza el agua, por lo que resulta muy apropiado en el caso de aguas o suelos salinos. Para la preparación de la solución madre de este producto se utiliza la misma relación que en el caso del nitrato de amonio, es decir, 50 kg/100 l de agua. La urea existe en forma perlada y cristalina, esta última tiene un contenido de biuret más bajo, es más soluble y tiene menos impurezas.

- ✓ **Nitrato de calcio:** Producto con alrededor de 15 % de N en forma nítrica. Es utilizado en riegos localizados por el aporte de calcio, que en algunas ocasiones resulta necesario. Su uso se encuentra restringido debido a su relativo alto costo por la baja concentración de N. El grado de solubilidad es alto (1220g/l a 20 ºC).

- ✓ **Nitrato de potasio:** Este es un producto excelente para la fertirrigación, al aportar tanto nitrógeno (13% N) como potasio (44-46% OK2). Es muy utilizado por su excelente composición para la absorción de ambos elementos. Aunque es totalmente soluble, el grado de solubilidad de este nitrato es mucho más bajo que los tratados hasta ahora (316 g/l a 20ºC).

- ✓ **Fosfato monoamónico:** El fosfato monoamónico soluble tiene una elevada riqueza de nutrientes (12% de N y 60-62 % de P_2O_5) aunque con un discreto grado de solubilidad (661g/l a 20ºC). Es un producto con bajo efecto salinizante y con reacción ácida. La solución madre se prepara en la proporción 1 a 5 ó 1 a 4, es decir 20 ó 25 kg/ 100l.

Fertilizantes líquidos

- ✓ **Solución nitrogenada del 32% de N:** Esta solución está preparada con una mezcla de nitrato de amonio y de urea aproximadamente al 50%. Tiene una

densidad de 1,32 kg/l. Tiene baja incidencia salinizante y su reacción es neutra o ligeramente alcalina.
El nitrógeno se distribuye en el 25% amoniacal, 25% de N nítrico y 50% de N ureico, lo que da una gran flexibilidad de utilización a este tipo de fertilizante.

- ✓ **Nitrato de calcio líquido:** Se trata de una solución del producto sólido correspondiente, con una riqueza en nitrógeno nítrico del 7%. Este tipo de producto se utiliza preferentemente para el aporte de calcio. De este elemento contiene 10%.

- ✓ **Nitrato de magnesio:** Tiene características análogas al anterior con una riqueza de N del orden del 7% y se utiliza básicamente para suministrar magnesio para prevenir o corregir la deficiencia de este elemento. El contenido de Mg es del 6%.

- ✓ **Acido nítrico:** Es un producto con una concentración del 56,5%, un contenido de nitrógeno del 12% y una densidad de 1,35; se utiliza más como corrector de pH de las soluciones madres que como fertilizante.

- ✓ **Acido fosfórico:** Es un producto que se está utilizando cada día más como fertilizante, sobre todo en riego localizado. Se ha podido comprobar la elevada migración de este elemento en profundidad en el suelo aplicado con este sistema de riego. El producto más concentrado tiene una riqueza de 75% de ácido fosfórico (54% de P_2O_5) y una densidad de 1,6. Se utiliza, también, para reducir el pH de la solución madre o soluciones de aplicación directa.

PREPARACION DE SOLUCIONES MADRES

La preparación de las soluciones madres es una tarea que requiere mucha atención y sobre todo, conocer perfectamente los datos críticos: calidad de agua, la concentración de iones que se debe obtener, la solubilidad de los diferentes productos a utilizar, su compatibilidad, el pH deseable de la solución, etc. Dada la complejidad de algunos de los parámetros, es deseable que esté dirigida por un experto o en todo caso, que las fórmulas, proporciones, productos y el procedimiento haya sido determinado por un especialista teniendo en cuenta los factores citados.

INTERACCION ENTRE LOS FERTILIZANTES (COMPATIBILIDAD)

Al preparar soluciones fertilizantes para fertirriego, deben tomarse en cuenta las solubilidades de los diferentes fertilizantes

Las siguientes mezclas de fertilizantes en el tanque reducen la solubilidad de la mezcla debido a la formación de los siguientes precipitados:

- *Nitrato de calcio con sulfatos = formación de $CaSO_4$ precipitado (yeso)*

$$Ca(NO_3)_2 + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + ...$$

- *Nitrato de calcio con fosfatos = formación de precipitado de fosfato de Ca*

$$Ca(NO_3)_2 + NH_4H_2PO_4 \rightarrow CaHPO_4 \downarrow + ...$$

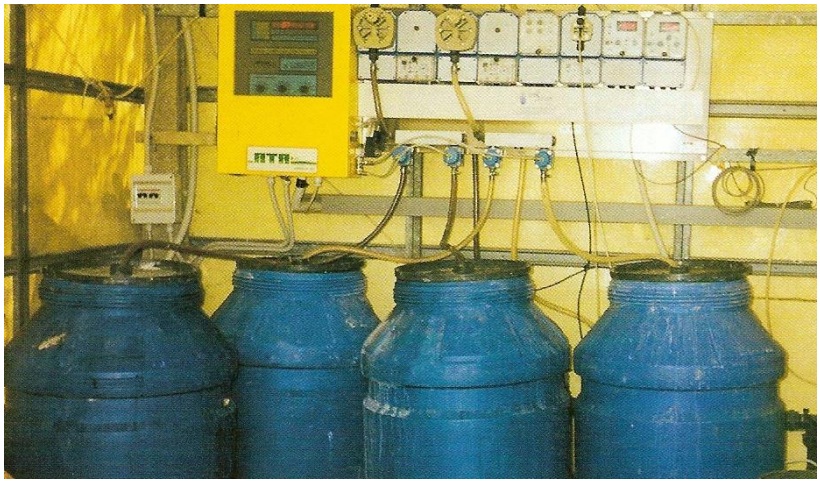
- *Magnesio con fosfato di- o mono- amónico = formación de precipitado de fosfato de Mg* $Mg(NO_3)_2 + NH_4H_2PO_4 \rightarrow MgHPO_4 \downarrow + ...$

- *Sulfato de amonio con KCl o KNO_3: formación de precipitado K_2SO_4*

$$SO_4(NH_4)_2 + KCl \text{ o } KNO_3 \rightarrow K_2SO_4 \downarrow + ...$$

El uso de dos o más tanques permite la separación de fertilizantes que interactúan y forman precipitados.

Colocar en un tanque el calcio, magnesio y micronutrientes, y en el otro tanque los fosfatos y sulfatos para un fertirriego seguro y eficiente.



Compatibilidad de los fertilizantes para fertirriego:

$(NO_3)_2Ca$	NO_3NH_4	PO_4H_3	NO_3K	PO_4H_2K	SO_4K_2	SO_4Mg	
C	C	I	C	I	I	I	$(NO_3)_2Ca$
	C	C	C	C	C	C	NO_3NH_4
		C	C	C	C	C	PO_4H_3
			C	C	C	C	NO_3K
				C	C	C	PO_4H_2K
					C	C	SO_4K_2
						C	SO_4Mg

La realidad del fertirriego a nivel de productor:

La práctica del fertirriego se ha difundido, particularmente con los cultivos bajo cubierta. Con esta nueva herramienta el productor intenta mejorar los rendimientos y la calidad de su producción, así como economizar en mano de obra; sin embargo, en muchas situaciones se realiza en forma empírica, pero en general los productores desean contar con parámetros concretos y de fácil interpretación que le permitan de esta manera lograr el correcto uso de esta tecnología.

En muchos casos los productores realizan una fertilización de base aplicando estiércol (cama de pollo parrillero con viruta o estiércol puro de gallina ponedora) más fosfato diamónico, triple quince y/o urea. En la mayoría de las situaciones, cuando el cultivo está próximo a la cosecha, se aplica por goteo una combinación de fertilizantes cuya "receta" se obtiene por intermedio de algún comercio proveedor de insumos, vecino o asesor que la cede gentilmente por distintas razones. Dicha receta proviene generalmente de la bibliografía para cultivos hidropónicos en donde se dan las bases de relaciones nitrógeno: fósforo: potasio que deben utilizarse en cada etapa fenológica del cultivo en cuestión, asumiendo que estas cantidades llegarían a las plantas. En algunos casos, el mismo productor prepara la solución madre con diferentes fertilizantes de los cuales desconoce su compatibilidad, produciendo de esta manera, precipitados insolubles en el tanque o la obturación de los goteros de las cintas de riego.

Con este tipo de manejo se cometen diferentes errores, como por ejemplo la subestimación de dos elementos muy importantes del sistema que son ***el agua de riego*** y ***el suelo*** (con antecedentes hortícolas) donde se realizan los cultivos, los cuales presentan determinadas características y que es conveniente conocer oportunamente:

El agua de riego: Al analizar las distintas aguas de riego utilizadas en la zona nos encontramos con diferentes niveles de salinidad y de acidez (ver conductividad eléctrica CE y pH en tabla 1). Con respecto al tipo de sales predominan en general los bicarbonatos (2) y el sodio (7) (tabla 1; agua 1) pero también podemos encontrar una concentración variable de carbonatos (1), cloruros (3), sulfatos (4), calcio (5) y magnesio (6) (tabla 1; agua 2) que son importantes tener en cuenta al momento de preparar la solución madre o para realizar algún tipo de enmienda ya que algunos de estos elementos pueden estar en niveles deficientes, suficientes o excesivos para un determinado cultivo. También encontramos excepciones a estas generalidades mencionadas (tabla 1; agua 3), razón por la cual cobra mayor importancia aún el análisis de agua que se utiliza para el riego.

Tabla 1: *Resultados de análisis de aguas que pueden encontrarse en la zona de Mar del Plata (meq. l^{-1})*

Agua	pH	CE	1 CO_3^{2}	2 HCO_3^{-}	3 Cl^{-}	4 SO_4^{2-}	5 Ca^{2+}	6 Mg^{2+}	7 Na^{+}
1	*8.6*	*1.21*	*1.1*	*10.2*	*0.6*	*0.4*	*1.3*	*0.7*	*10.0*
2	*7.5*	*0.98*	*no*	*6.7*	*1.9*	*1.2*	*2.1*	*1.6*	*6.1*
3	*6.7*	*0.76*	*no*	*3.4*	*2.5*	*1.7*	*2.9*	*2.1*	*2.6*

El suelo: Cuando se analiza el suelo y pensando en cultivos de alto rendimiento como por ejemplo tomate, pimiento y apio podemos encontrar muchas situaciones:

- ✓ Niveles excesivos de nutrientes como por ejemplo fósforo, nitrógeno, manganeso.
- ✓ Niveles deficientes de nutrientes; por carencia: nitrógeno, azufre, potasio, magnesio o por inducción: potasio, calcio, magnesio, hierro, boro, zinc, cobre, manganeso.
- ✓ Desbalances en general o relación inadecuada entre nutrientes.
- ✓ Desajuste entre la disponibilidad de nutrientes y el estado fenológico del cultivo, y pH fuera de los rangos de mayor disponibilidad de nutrientes.

Cuando se construyen los invernaderos no se toma en cuenta como un factor determinante al tipo de suelo donde se levantan los mismos, sino que suele priorizarse la cercanía a la casa o galpón, reparo o caminos. De este modo nos encontramos con distintos tipos de suelo: desde suelos profundos y bien drenados con buena aptitud agronómica hasta suelos de escasa profundidad y con un horizonte arcilloso muy compacto que a veces puede estar sobre un manto de tosca continuo. También encontramos suelos con un horizonte de lavado del material fino de diferente espesor y suelos que reciben agua de sectores más altos o aguas subterráneas a través de fluctuaciones de la napa.

Que se puede hacer……

En la mayoría de los establecimientos en donde se comienza a producir bajo cubierta plástica y sin ningún tipo de asesoramiento técnico, los rendimientos merman año tras año principalmente por la degradación físico-química del suelo que el productor casi siempre en forma involuntaria produce por un manejo inadecuado del mismo. Por este motivo es importante conocer sobre que prácticas de manejo se puede tomar decisiones y sobre cuales se debe requerir asesoramiento.

La aplicación de enmiendas o de fertilizantes hidrosolubles a través del riego producirá cambios en la disponibilidad de nutrientes debido a que los mismos reaccionan con el suelo pudiendo quedar o no disponibles para las plantas. Esta es una de las razones por las cuales los asesores utilizan los distintos tipos de análisis para estimar los tipos y cantidades de nutrientes que están disponibles en un momento determinado y así

corregir y optimizar la aplicación de fertilizantes. Los distintos tipos de análisis se detallan a continuación:

1. Análisis de agua utilizada para riego.
2. Análisis de suelo antes de su preparación para sembrar o trasplantar.
3. Análisis de la solución nutritiva (pasta saturada o mediante estractómetro).
4. Análisis de la solución de drenaje.
5. Análisis foliar.

Los *análisis de agua, suelo y solución nutritiva* son los más utilizados, ya que han sido ajustados con cierta precisión. Sin embargo y a pesar de que un cultivo tuviese cantidades óptimas de nutrientes en la solución nutritiva, no necesariamente absorberá los mismos en forma eficiente ya que existen condiciones ambientales y físicas que pueden impedir la normal absorción tales como temperatura del suelo, desarrollo radicular, enfermedades, etc. El *análisis de planta* sería también de gran utilidad ya que indica los niveles de nutrientes presentes en tejido vegetal y la eficiencia de absorción de los mismos. De este modo cualquier exceso o déficit puede ser modificado mediante la corrección de la solución de fertilizante. El control y seguimiento de los cultivos contribuye no sólo a optimizar el sistema, sino también a minimizar los procesos de salinización y/o sodificación del suelo que en pocos años, por un manejo inadecuado pueden llegar a producir importantes mermas en los rendimientos.

También es importante que el productor concurra a centros de información, participen en actividades de capacitación como cursos, talleres y disertaciones técnicas.

CLIMATOLOGIA

CLIMATOLOGIA

DEFINICION

La Meteorología es la rama de las ciencias que se ocupa de la atmósfera y su estudio abarca varias ramas, basadas en aspectos teóricos o de aplicación, siendo una de ellas, con aplicación al agro, la Climatología.

Climatología: también llamada meteorología estadística. Se ocupa de las relaciones estadísticas entre los elementos meteorológicos, sus valores medios, normales, extremos, frecuencias, etc.

La rama más importante de la meteorología, atendiendo al área específica del agro es la **meteorología agrícola** o **agrometeorología,** que estudia las aplicaciones de la meteorología a la producción vegetal, animal, conservación de suelos, etc.

Atmósfera: El aire que forma parte de la atmósfera es una mezcla de gases que esta compuesta por: Nitrógeno, Oxigeno, Argón, Anhídrido carbónico = 99,99 %, y Ozono, Neón, Criptón, Xenón, Helio, Hidrógeno = 0,01 %

El Nitrógeno representa un 78 %, el Oxigeno el 25 %, el Argón cerca del 1 % y el Anhídrido carbónico el 0,03 %.

El contenido de los gases de la atmósfera no es constante; el dióxido de carbono varía constantemente, absorbido por los organismos vegetales y producidos por los animales; sin embargo su concentración no sufre grandes variaciones debido a la acción reguladora de los océanos. El Ozono existe en cantidades pequeñas en la atmósfera cercana al suelo, alcanzando un máximo en la alta atmósfera entre los 10 y 15 kilómetros, variando constantemente. Los demás gases permanecen prácticamente invariables en los primeros 35 km. de la atmósfera.

El aire contiene también una cantidad apreciable de agua al estado de vapor; esta cantidad es muy variable y está determinada por la temperatura, cuanto mayor es ésta mayor es la cantidad de vapor de agua que puede contener un volumen de aire. Este vapor se puede condensar en pequeñas gotas y mantenerse en suspensión, caer o congelarse.

Clima: Las condiciones de la atmósfera de un lugar (temperatura, humedad, viento, presión, visibilidad, etc.) pueden estar referidas a un determinado día, mes, estación, año, promedio de varios años, etc. Por ejemplo, cuando se expresa que la zona de Mar del Plata es ventosa y con inviernos rigurosos, se está tomando los datos de un período prolongado de años.

Elementos meteorológicos:

A) Radiación

La radiación solar es la fuente de energía de todo proceso meteorológico. La energía radiante recibida en la superficie será mayor cuando el ángulo del rayo incidente sea más perpendicular a esa superficie. Un rayo incidente, a su paso por la atmósfera, está expuesto a las acciones de la *absorción,* la *dispersión* y la *refracción*, en consecuencia la cantidad de energía radiante que llega a la superficie es considerablemente menor que la que recibe en el límite superior de la atmósfera.

Los factores que afectan la cantidad de energía radiante solar que llega al suelo son: la *latitud*, *altitud y época del año.*

Absorción: Por absorción de la energía radiante se entiende su transformación en calor. La energía radiante luminosa de onda corta es absorbida y reirradiada como energía térmica o calórica de onda larga. El oxígeno y el ozono de la atmósfera absorben radiaciones ultravioletas; el vapor de agua actúa también en el proceso, lo mismo que el dióxido de carbono. Con cielo despejado la atmósfera es prácticamente transparente y deja atravesar a la energía radiante solar.

Dispersión: Las gotas de agua o partículas en suspensión en el aire difunden los rayos en todas direcciones; la luz dispersada tiene efectos de calor.

Reflexión: Es el cambio de dirección del rayo incidente que choca contra la partícula y sale con un ángulo igual (ángulo de incidencia igual al ángulo de refracción). Las partículas grandes reflejan la luz: En la reflexión no hay fenómenos de calor

La radiación terrestre es el proceso inverso al solar y al **celeste**, también se lo llama radiación nocturna por el hecho de ser mejor caracterizable por la noche; aunque el proceso de la radiación terrestre es continuo, la intensidad del intercambio nocturno es muy débil con relación al diurno (durante la noche falta el proceso solar que calienta el suelo y lo nutre de energía radiante).

La radiación terrestre es originada por la radiación solar de onda corta que al incidir sobre la superficie receptora, es absorbida por ésta, transformada en calor (radiación de onda larga) y transmitida en parte al subsuelo y parte al aire. La radiación terrestre de onda larga es el origen del calentamiento del aire.

La radiación celeste es la parte del proceso de radiación debido particularmente a la dispersión. Esta aumenta con la nubosidad, es uniforme en todas las direcciones; con cielo despejado es causada principalmente por el vapor de agua, es radiación de onda larga. Con cielo cubierto el proceso se intensifica y abarca toda la gama del espectro de radiación, incluso la ultravioleta.

Radiación atmosférica: La radiación solar de onda corta atraviesa la atmósfera sin ser mayormente absorbida; en cambio la radiación terrestre de onda larga es frecuentemente absorbida por el vapor de agua, que constituye la principal fuente de la radiación atmosférica.

La atmósfera actúa como un invernáculo. Un invernáculo es una construcción con paredes y techo de vidrio; el vidrio como la atmósfera es prácticamente transparente para la radiación solar de onda corta, que puede atravesarlo, pero la radiación terrestre de onda larga, no pasa a través del vidrio y por eso el aire se calienta en su interior más que en el exterior.

B) Temperatura

La temperatura es la medida o la cuantificación del calor; en meteorología se usa a su medida: la temperatura.

Formas de transmisión del calor:

Conducción: se transmite de partícula a partícula, es la que necesita un medio físico para unir al emisor con el receptor; se aplica a los sólidos, por ej. Una barra de metal transmite calor al calentar uno de sus extremos.

Convección: se aplica a los fluidos (líquidos o gases). Cuando se calienta un líquido en un recipiente, la capa o lámina de contacto con el fondo caliente aumenta su temperatura y se eleva, ocupando su lugar la capa que se encontraba sobre ella, más fría y más densa; el proceso continua. Al principio la convección es laminar y luego es turbulenta. (ej. agua en ebullición).

Radiación: Aplicable a los cuerpos que transmiten su energía térmica a otros, sin utilizar un medio que los une.

EL CLIMA DEL INVERNACULO

Partiendo del concepto que la producción bajo cubierta es un espacio protegido que se destina a cultivar en condiciones más favorables que al aire libre, en este contexto trataremos algunos conceptos para hacer un manejo adecuado del espacio productivo.

Esta modalidad de producción deberá contar con:

- Un suelo, sustrato natural o artificial adecuado que actúe como anclaje y fuente de nutrición de las plantas.

- Una cubierta transparente a la luz cuyas radiaciones modifiquen el clima interior y favorezcan el crecimiento de los cultivos, dispositivos que permitan intercambios de aire con el exterior y que sirvan para evitar valores extremos y finalmente, que las dimensiones sean apropiadas para el desarrollo de las especies a cultivar y para que los operarios puedan trabajar en su interior.

El diseño de la estructura y el manejo del clima dependen fundamentalmente de las exigencias agronómicas de las especies a cultivar, de las características climáticas de la región y de la disponibilidad de mano de obra.

Una caracterización climática de la zona y sus implicancias en la producción bajo cubierta se deben tener en cuenta. Para la zona hortícola Mar del Plata se considerará el carácter marítimo que produce veranos relativamente frescos e inviernos no tan rigurosos, reduciendo la amplitud térmica anual y que los otoños son considerablemente más cálidos que las primaveras.

Los datos climáticos locales son buenos aliados para programar el manejo del clima e interpretar el comportamiento dentro del invernáculo. A continuación se transcriben los datos locales:

- ✓ Temperatura media que oscila entre 19,7 y 8,1ºC para los meses de enero y julio respectivamente, con una máxima y mínima media para esos meses de 25,5 y 14,5ºC y 12,4 y 4ºC. El período libre de heladas es de 239 días.

La frecuencia media anual de días con heladas es de 12,7, siendo julio el mes de mayor probabilidad (3,9 días). Se registra un promedio de dos días por año con granizo. Es una zona de gran nubosidad, en donde la frecuencia media anual de días totalmente cubiertos es de 100, y de 43,6 días totalmente despejados; lo que indica que más de 200 días anuales, en promedio, son parcialmente cubiertos (mayo, junio, julio y agosto son los meses de mayor nubosidad y la frecuencia de días con menor nubosidad es en otoño). El promedio anual de la humedad relativa ambiente alcanza al 80%. La velocidad media del viento oscila entre 10 y 15 km/hora y las precipitaciones entre 60 y 85 mm. mensuales.

La mayoría de las especies cultivadas se desarrollan en un rango de temperatura de aire entre 16 a 28 ºC y detienen su crecimiento por debajo de los 10 ºC y por encima de los 32 ºC; si la temperatura desciende a 0 ºC muchas especies mueren o son afectadas seriamente y valores de -2 ºC produce la muerte de flores y frutos. Los valores extremos de humedad relativa así como la radiación luminosa pueden afectar el crecimiento. Algunos cultivos son exigentes en requerimientos fotoperiódicos y en amplitud térmica entre el día y la noche.

Las variables determinantes del clima dentro del invernáculo son: la temperatura, la luz, la humedad y la concentración de anhídrido carbónico. Todos los materiales usados como cubierta de invernaderos deben ser poco transparentes a las radiaciones infrarrojas para evitar la excesiva pérdida de calor durante las noches y debe difundir la luz incidente; el efecto más importante de las radiaciones infrarrojas es el térmico debido a que cuando un cuerpo las absorbe se calienta. En relación con la temperatura de la atmósfera de un invernadero, las radiaciones más importantes son las infrarrojas cortas que pasan a través de los materiales de recubrimiento y son absorbidas por las plantas, por el suelo y por los otros materiales que se encuentran en el invernadero, calentándolos. Este fenómeno es lo que se llama "efecto invernadero". Este efecto depende de la radiación solar y de la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento a las radiaciones calóricas.

Junto a este fenómeno hay una serie de factores que demuestran que el microclima está relacionado con otros elementos como la transmisión por conducción y convección.

Cada modelo de invernáculo tiene diferentes temperaturas internas debido a la desigual distribución del calor y las pérdidas. La temperatura en el centro de una estructura de grandes dimensiones no está sujeta a grandes variaciones; en cambio puede ocurrir en una de pequeñas dimensiones.

La luz es un elemento del clima del que importan su intensidad y duración; ésta depende de los factores meteorológicos, el tipo de construcción y el material de cobertura. Para aumentar la luminosidad en los invernaderos de plástico se puede recurrir a estructuras que tengan forma

parabólica o semicilíndrica; de este modo el flujo luminoso que incide en el invernáculo es del 90 % de la luz total, y por lo tanto más del 75% podrá pasar a través de la cubierta.

También se tendrá en cuenta la estructura; cuanto mayor es la cantidad de postes y tirantes, mayores serán las zonas de sombras. Estas ocasionan un crecimiento desparejo de las plantas y una tendencia a crecer en altura.

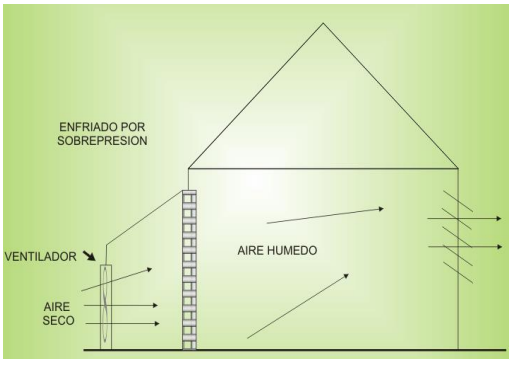
La orientación del invernadero es un factor muy importante ya que, cuando se cultivan plantas de gran tamaño como tomate, pimiento, pepino o chaucha, se producen problemas de desigualdad de crecimiento ocasionados por la distribución de la luz y la temperatura. Se sugiere para un cultivo de invierno una orientación de los surcos de plantación en dirección este-oeste.

La cantidad de humedad de la atmósfera de un invernadero está relacionada con el balance hídrico del ambiente y depende de la temperatura. En el interior de un invernáculo, donde la velocidad del viento es baja, y el grado higrométrico del aire es alto, la evapotranspiración potencial disminuye respecto al ambiente exterior. Esto provoca que los estomas de las plantas permanezcan más abiertos por mayor tiempo y por lo tanto aumenta el proceso de fotosíntesis.

Al hablar de humedad hay que mencionar el fenómeno de la condensación del vapor de agua presente en el aire del invernáculo, el cual se manifiesta sobre la superficie interna de las cubiertas en forma de gotas diminutas. El goteo continuo sobre las plantas resulta perjudicial porque crea un ambiente favorable para el desarrollo de enfermedades. Esto puede solucionarse con prácticas de ventilado, complementando con un techo a dos aguas para favorecer el corrimiento del agua condensada a los costados de la estructura o utilizando materiales antigoteo.

Entre los factores limitantes del desarrollo de las plantas bajo cubierta hay que mencionar además de la luz, temperatura, etc., la concentración de anhídrido carbónico, ya que en este microclima los procesos fisiológicos de las plantas adquieren intensos ritmos de crecimiento; el anhídrido carbónico en el proceso de fotosíntesis es de gran importancia y en la medida que los niveles varíen del 0,03 % se modifica el ritmo de crecimiento de los vegetales, y en los ambientes confinados su variación es mayor. En aquellos esquemas donde se puede controlar los factores, el anhídrido carbónico es incorporado a la atmósfera interior en concentraciones adecuadas.

MANEJO DEL INVERNACULO



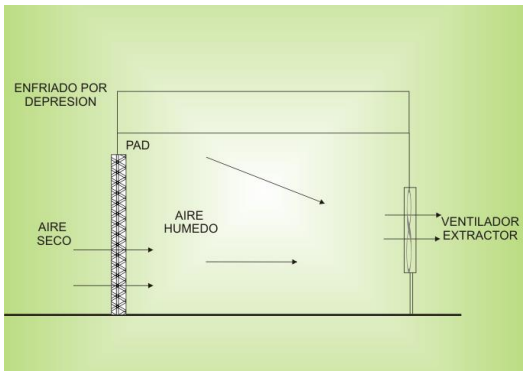
El control del ambiente del invernáculo es un proceso muy complejo, aunque se traten las variables ambientales individualmente, cada una interactúa con las otras, por lo tanto debe considerarse la combinación de los efectos.

Con el fin de facilitar el manejo de esas variables se han incorporado una serie de elementos electrónicos y mecánicos para el control automático de la temperatura, de la luz, la ventilación, la humedad, el nivel de anhídrido carbónico y del riego, en los cultivos bajo cubierta.

La ventilación del interior de la estructura es uno de las operaciones más importantes en el control del ambiente del invernadero, que no sólo permite mantener una temperatura adecuada para el crecimiento de las planta por la remoción del aire, sino que posibilita reducir la humedad relativa provocando la transpiración de las plantas, y por lo tanto su autorregulación térmica; a su vez al disminuir la humedad se crea un ambiente menos propicio para el desarrollo de ciertos patógenos.

Es por ello que en invierno, es necesario ventilar aún en días de bajas temperaturas, ya que la entrada de aire seco externo permite mantener un nivel aceptable de humedad en el interior del invernadero.

También es importante el efecto de la ventilación sobre el contenido de anhídrido carbónico, ya que al permitir la renovación del aire, se posibilita el mantenimiento de un nivel adecuado del mismo. Se han registrado importantes aumentos de rendimientos en diferentes cultivos, con el aumento de los niveles de anhídrido carbónico.



La ventilación puede ser natural o forzada. La primera es la más utilizada y está basada en la propiedad del aire caliente, que es más liviano que el frío y por lo tanto tiende a elevarse. La ventilación se realiza mediante ventanas cenitales o por apertura de las cortinas laterales. Los sistemas de ventilación por aire forzado son más eficaces, siendo los más recomendables los ventiladores de baja velocidad.

Para bajar la temperatura del interior, además de la ventilación, se pueden utilizar mallas de sombreado pero reducen la cantidad de luz (práctica poco recomendable para esta zona ya que la heliofanía es baja). Otro sistema es el de aire acondicionado por cortina húmeda que consiste en combinar el efecto de extractores de aire colocados en uno de los extremos del invernáculo y una cortina de arpillera o material similar en el otro extremo; ésta se dispone en todo el ancho y alto de la estructura y se humedece por microaspersión de manera que el aire exterior es forzado, por efecto del vacío producido por el extractor, a pasar a través de la cortina húmeda y como consecuencia entra al invernáculo ya enfriado. El mejor funcionamiento del sistema se logra cuando se extraen 2,5 metros cúbicos de aire por minuto por metro cuadrado de invernáculo.

En resumen: son varios los factores a tener en cuenta con respecto al microclima del invernadero. El manejo adecuado de los factores que lo condicionan da como resultado una producción más eficiente que garantiza calidad y cantidad así como una mayor rentabilidad para el productor. La obtención y registro periódico de información local sobre las condiciones climáticas y ambientales, la automatización y el asesoramiento profesional son herramientas disponibles que deberían ser utilizadas para tener éxito en el emprendimiento productivo.

CULTIVOS Y CLIMA

Cultivos hortícolas y algunos requerimientos climáticos

- ✓ La mayoría de las especies están adaptadas a temperaturas de aire moderadas o templado-cálidas: 16-28ºC.
- ✓ El crecimiento y/o desarrollo se detiene por debajo de los 10-12 ºC y por encima de los 30-32ºC.
- ✓ Muchas especies son destruidas por las heladas (0ºC), la mayoría es afectada, sobre todo en flores y frutos, si está sometida a largos períodos por debajo de -2ºC.
- ✓ Los valores extremos de humedad relativa son contraproducentes para cualquier especie.
- ✓ Algunos cultivos son exigentes en requerimientos fotoperiódicos y en amplitud térmica marcada entre el día y la noche.
- ✓ Los valores excesivamente altos de radiación luminosa en verano o demasiado bajos en invierno, pueden afectar la calidad comercial de muchas especies.

CLIMA ESPONTANEO DEL INVERNACULO

Se llama clima espontáneo del invernáculo al que se registra en el interior de una estructura sin intervención energética importante (aporte de calor, ventilación forzada, etc.).

El clima natural de un lugar sufre modificaciones en el interior de un invernáculo. Las mismas dependen fundamentalmente de la naturaleza de la cobertura, de la forma y dimensiones, de las características de las aberturas, del cultivo, de la orientación y de la exposición a los vientos predominantes.

A su vez, un invernáculo vacío con suelo seco resulta muy caluroso durante los días despejados y las variaciones diurnas-nocturnas de temperatura son muy contrastantes. Una cobertura vegetal abundante y activa evapora agua durante el día, asimila CO 2 de día y los devuelve de noche, sombrea el suelo y limita el aumento diurno de temperatura de éste.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

La mayoría de los cultivos son afectados en determinado momento de su ciclo por diferentes enfermedades y plagas, así como por malezas y otros factores abióticos que pueden convertirse en factores limitantes, produciendo mermas de rendimiento, deterioro del producto y en casos extremos pueden originar la pérdida total de la cosecha.

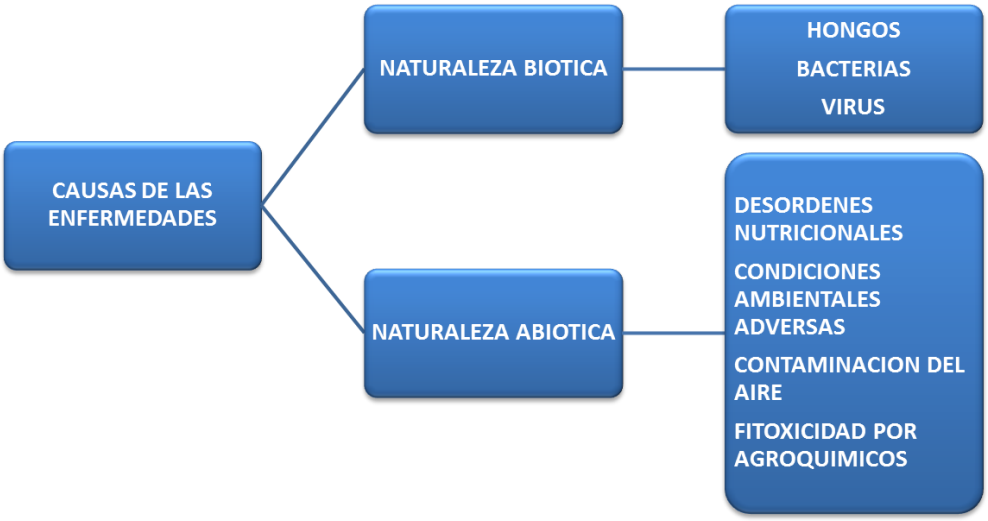
En cada zona hay una serie de plagas y enfermedades que se presentan rutinariamente y para evitar situaciones de compromiso, la mayoría de los productores realizan controles periódicos como práctica cultural, valiéndose en la mayoría de los casos de métodos químicos.

Algunos factores que condicionan la proliferación de estos agentes perjudiciales son: fuentes de inóculo, presencia de malezas, manejo inadecuado del clima y del suelo, adaptación o aparición de nuevos organismos perjudiciales, etc. Respecto a los factores climáticos y agronómicos que influyen sobre la aparición de enfermedades y plagas se pueden citar: humedad, temperatura, luz, pH.

Enfermedad

Una enfermedad es un agente externo que provoca una destrucción de los tejidos o una alteración de sus funciones; puede reducir su capacidad de crecimiento, de competencia, de reproducción o causar la muerte de la planta.

Las enfermedades pueden ser causadas por agentes patógenos de naturaleza biótica o por causas no patógenas abióticas, también denominadas desórdenes fisiológicos:



Causas de naturaleza biótica

Hongos: Tienen la facultad de perpetuarse en el tiempo mediante la formación de estructuras de conservación denominados esclerocios, clamidosporas, etc. Los hongos patógenos encuentran en el ambiente protegido condiciones propicias para su

desarrollo, lo que sumado a la capacidad de multiplicación que tienen, obligan al productor a realizar una constante vigilancia para asegurar la protección de las plantas.

Bacterias: Suelen perpetuarse en restos de cultivos o en las malezas y se diseminan por agua de riego, insectos, nematodos, labores culturales, órganos de propagación, etc. Penetran en los tejidos vegetales a través de heridas y estomas. La presencia de agua sobre las hojas favorece su penetración.

Virus: Se perpetúan en especies cultivadas o malezas enfermas y se transmiten en forma mecánica (manipuleo, labores) o por insectos vectores.

Causas de naturaleza abiótica

Desórdenes nutricionales: La falta de **Nitrógeno** es la más común, puede ocasionar la reducción del crecimiento de las plantas y el amarillamiento de las hojas más jóvenes. La falta de **Calcio** en tomate, por ejemplo es la principal causa de la necrosis apical de los frutos. La carencia de **Fósforo** produce hojas de coloración púrpura y reducción de crecimiento.

Condiciones ambientales adversas: Las temperaturas extremas producidas en un invernáculo pueden afectar a las plantas con diferentes grados de intensidad. Por ejemplo, temperaturas cercanas a 0ºC pueden producir el plateado de las hojas de lechuga y altas temperaturas el escaldado de los frutos de tomate. Humedad relativa alta puede producir necrosis de tejidos de la hoja de lechuga (quemadura del borde). La falta de agua puede producir aborto de flores y el exceso asfixia de la raíz.

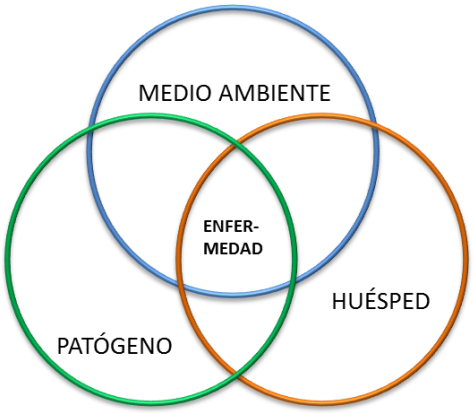
Contaminación del aire: El uso de calefactores puede emitir gases de la combustión que causan necrosis de las hojas y distintos daños que dependerá del tiempo de exposición.

El etileno produce un crecimiento desordenado de los órganos jóvenes, enrollado y amarillamiento de las hojas.

Fitotoxicidad por productos químicos: Dosis altas o aplicaciones en determinadas épocas de desarrollo del cultivo, momentos o condiciones pueden causar daño en los órganos en activo crecimiento, clorosis (amarillamiento), deformaciones, necrosis o muerte de la planta. Los accidentes más frecuentes ocurren por el uso de equipos pulverizadores con residuos de herbicidas.

Factores indispensables para el desarrollo de la enfermedad

Una enfermedad es el resultado de la ocurrencia simultánea de tres factores, y cuando uno de ellos no está presente, la enfermedad no se produce.



La susceptibilidad o resistencia del huésped, su forma de crecimiento, el espesor de la cutícula, la forma de los estomas, además de la capacidad infectiva, de sobrevivir, de diseminarse y reproducirse del patógeno, las condiciones externas de temperatura, luz y humedad son todos factores que pueden incidir en el desarrollo de una enfermedad.

Factores climáticos y agronómicos

El ambiente protegido en el que se desarrollan los cultivos hortícolas está caracterizado principalmente por los siguientes factores: *Humedad, Temperatura y Luz.*

La condensación del vapor de agua en forma de pequeñas gotitas, en paredes y techos del invernáculo, es un fenómeno acentuado especialmente durante la época de otoño e invierno. El goteo continuo sobre las plantas crea un microclima muy húmedo, y si no se ventila adecuadamente, se desarrollarán patógenos como *Botrytis cinerea, Phytophtora infestans y Cladosporium fulvum.*

Un régimen hídrico elevado y el encharcamiento favorecen el desarrollo de las enfermedades radiculares. El agua de condensación sobre las plantas también disminuye la eficiencia de los tratamientos sanitarios.

Las bajas temperaturas y poca luminosidad favorecen el desarrollo de ciertos patógenos como *Sclerotinia sclerotiorum* que suele ocasionar severos pérdidas en cultivos como lechuga, tomate, pimiento, etc. La falta de aireación y las temperaturas altas crean un ambiente adecuado para ciertos agentes patógenos como bacterias y determinados hongos.

Otros factores como el monocultivo, la incorporación al suelo de los deshechos del mismo, semillas o plantines contaminados aumentan la cantidad de inóculo de patógenos para el próximo cultivo.

Los medios de diseminación de patógenos son: *el aire, m*ediante las corrientes los diminutos órganos de multiplicación de hongos como *Oidio* y *Sclerotinia* son llevados de las plantas enfermas a las sanas y a otros cultivos; *el agua* es un medio importante de difusión, particularmente en el caso de los hongos del suelo, las bacterias y los nematodos; *los insectos* pueden ser vectores principalmente de virus y también transportar esporas de hongos. *Semillas y/o plantines* dado su traslado a grandes distancias, estos órganos de multiplicación pueden ser portadores de enfermedades y plagas que se propaguen a regiones o países muy distantes y, por último, *el hombre* que a través de las prácticas culturales, poda, tutorado, desbrote, carpidas, tratamientos químicos, etc. puede convertirse en un importante factor de diseminación de patógenos.

Diagnóstico

El diagnóstico de una enfermedad es el proceso de determinación de la causa de la misma. Para su elaboración es de gran utilidad reunir el máximo de información sobre:

- ✓ La naturaleza y edad del cultivo, origen de la semilla, manejo, rotaciones.
- ✓ Tipo de suelo, agregado de tierra o estiércol, fertilizantes, forma de riego, frecuencia y cantidad de agua aportada cada vez.
- ✓ Tratamientos químicos, dosis y frecuencia, condiciones climáticas que hayan precedido a la aparición de la enfermedad.

- ✓ Tipo de estructura, ventilación, calefacción, topografía del invernáculo, ubicación, etc.

Junto con toda esta información deberán analizarse dos aspectos fundamentales que contribuyen a la elaboración: la distribución de las plantas enfermas y la distribución de síntomas y signos en las plantas.

Distribución de plantas enfermas: La distribución de las plantas enfermas en el invernáculo es muy variable y su observación puede contribuir para la elaboración del diagnóstico.

Algunos factores como el tipo de estructura, el cultivo, la forma de plantación, el manejo del invernáculo, las características de diseminación del patógeno, pueden incidir en la distribución de la enfermedad. Por ejemplo, cuando la distribución es uniforme y afecta a todas las plantas por igual y a todos los órganos vegetales del mismo lado, es muy probable que el origen del problema sea abiótico; en cambio cuando la distribución es irregular y los daños se observan en plantas dispersas y son distintos, sería un indicio de que el origen es parasitario.

Si la enfermedad se manifiesta en plantas individuales, ubicadas en los lugares más transitados del invernáculo o cerca de las puertas, indicará que se trata de un patógeno que se puede diseminar fácilmente por los operarios, por la tierra que levanta el viento o por insectos. Si las plantas enfermas aparecen solitarias y distribuidas al azar en el cultivo, puede deberse a una transmisión por semilla o plantín.

Si la enfermedad aparece en grandes manchones, es indicio que existen condiciones ambientales desuniformes dentro del invernáculo, por ejemplo en los lugares más húmedos donde se encharca el agua, por condensación de los techos o goteras, suelen producirse ataques de *Phytophthora, Septoria* o *Pythium;* en los lugares más fríos irrumpe *Botrytis* y en los más cálidos *Oidio* También las enfermedades causadas por hongos del suelo o presencia de nematodos se da por manchones.

Distribución de síntomas y signos en las plantas enfermas

Síntomas: Son las respuestas visibles del hospedante ante los efectos del patógeno. Es la manifestación de la planta, del proceso de la enfermedad (manchas, podredumbres, cancros, anomalías en el crecimiento o en la coloración, etc.)

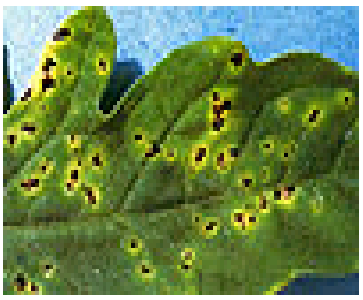
Signos: Son las manifestaciones externas del organismo causal de la enfermedad, la expresión visible del patógeno (micelio, esclerocio, etc.)

El reconocimiento de los síntomas y signos en la planta enferma permite orientar a la localización del problema; para ello se deben examinar cuidadosamente tanto la parte aérea (tallos, hojas, flores, frutos), así como la parte subterránea (cuello de la planta, raíz principal, raíces secundarias).

Síntomas localizados en la parte aérea

Síntomas foliares: Las enfermedades del follaje pueden manifestar síntomas sobre las hojas, en una o ambas caras de la lámina foliar, y puede afectar a hojas maduras (algunas fisiopatías y la mayoría de las micosis) y jóvenes (virosis).

Cuando las lesiones son causadas por fitotoxicidad, afectan a las hojas más jóvenes porque son más sensibles y estos daños aparecen ubicados de un solo lado.



Dentro de los síntomas pueden aparecer distintas manchas, anomalías en las formas y en el color: manchas necróticas que pueden ser originadas por hongos; las manchas bacterianas se caracterizan por un aspecto acuoso en los bordes y por la presencia de flujo bacteriano; las manchas internervales son en su mayoría causadas por deficiencias minerales o toxicidad. Los mosaicos en las hojas (alteración del color y crecimiento) son indicadores de virosis.

Deformaciones de hojas jóvenes son indicio de fitotoxicidad o herbicidas. Anomalías en la coloración se lo asocia con problemas nutricionales. Cuando las hojas se marchitan, especialmente en las horas de mayor calor, se puede sospechar de una enfermedad vascular.

Virus SWTV

Síntomas sobre los frutos: Sobre éstos pueden aparecer manchas necróticas, redondeadas, amarillentas, etc. en toda la superficie o localizadas; también pueden desarrollarse podredumbres. Las partes afectadas suelen ser colonizadas por patógenos secundarios u organismos saprófitos que pueden confundir en la elaboración del diagnóstico.

Síntomas sobre los tallos: Los síntomas más comunes que suelen manifestarse son los **cancros** provocados por hongos como *Alternaria solani* o bacterias (*Clavibacter m.),* podredumbres blandas (*Sclerotinia s.)*, estrías *(Rhizoctonia sp.)*

Síntomas localizados en la parte subterránea

Las fallas en la emergencia, como la caída de las plántulas después de nacidas, son provocadas por un complejo de hongos de suelo (*Rhizoctonia s. Pythium spp., Fusarium spp, etc.)*

Las podredumbres o lesiones en el sistema radicular producen síntomas como amarillamiento, falta de vigor o marchitamiento y puede ser debido a patógenos como hongos de suelo, bacterias o nematodos.

A continuación se presenta un resumen de las principales enfermedades y su agente causal que afectan a algunas de las especies más cultivadas bajo cubierta.

FAMILIA SOLANACEAS	ENFERMEDAD
Tomate, pimiento y berenjena	Fúngicas: - <u>De suelo</u> Complejo de hongos de suelo (Damping off) Rizoctonia *(Rhizoctonia solani)* Marchitamiento *(Fusarium oxisporum f. sp. lycopersici)* Marchitamiento *(Verticillum dahliae* y *albo-atrum)* Podredumbre del tallo *(Sclerotinia sclerotiorum)* Moho gris *(Botrytis cinerea)* Tizón temprano *(Alternaria solani)*
Tomate	Fúngicas: - <u>Parte aérea</u> Viruela *(Septoria lycopersici)* Tizón tardío *(Phytophthora infestans)* Tizón del tallo *(Alternaria alternata f. sp. lycopersici)* Oidio *(Leveillula taurica)* Cladosporiosis *(Cladosporium fulvum)* Bacterianas: Mancha *(Pseudomonas syringae pv. Tomato)* Mancha bacteriana *(Xantomonas campestris pv. visicatoria)* Cancro bacteriano *(Corynebacterium michiganense)* Virus: Peste negra *(TSWV)* Mosaico del tabaco
Pimiento	Fúngicas: - <u>De suelo</u> Marchitéz *(Phytophthora capsici)* - <u>Parte aérea</u> Viruela *(Cercóspora capsici)* Bacterianas: Podredumbre húmeda *(Erwinia caratovora)* Mancha bacteriana *(Xantomonas campestres pv. visicatoria)* Virus: Virus Y de la papa Mosaico del tabaco Mosaico del pepino Peste negra *(TSWV)*

FAMILIA COMPUESTAS	ENFERMEDAD
Achicoria, Radicchio, Escarola, Lechuga	Fúngicas: - <u>De suelo</u> Podredumbre de cuello *(Sclerotinia sclerotiorum)* Rizoctonia *(Rhizoctonia solani)* - <u>Parte aérea</u> Moho gris *(Botrytis cinerea)* Virus: Peste negra *(TSWV)*
Achicoria, Radicchio	Fúngicas: - <u>Parte aérea</u> Alternariosis *(Alternaria sonchi)*
Escarola, Lechuga	Fúngicas: - De suelo Enanismo (*Pythium sp*) - Parte aérea Mildiu (*Bremia lactucae*) Antracnosis (*Marssonina panattoniana*) Septoriosis (*Septoria lactucae*) Bacterianas: Podredumbre de cabeza (*Pseudomonas cichorii*) Tizón marginal (*Pseudomonas marginalis*) Podredumbre húmeda (*Erwinia carotovora*) Virus: Mosaico (virus del mosaico de la lechuga) Nervaduras marcadas (Big-vein) Virus del amarillamiento necrótico de la lechuga

PLAGAS

Las mismas consideraciones enunciadas para las enfermedades son aplicables a las plagas, con algunas particularidades. Hemos dicho que a medida que los cultivos se difunden e intensifican, también se incrementan el ataque de enfermedades y plagas, obligando a los productores a tener un mayor control intensificando el uso de plaguicidas, con el peligro de aparición de fenómenos de resistencia de las plagas y la presencia de residuos de agroquímicos en las hortalizas.

La tendencia actual es el control de las plagas basado en el empleo de diversas tecnologías integradas entre sí, incluyendo además de los agroquímicos otros recursos como los genéticos, manejo, biológicos, etc. Para la elección y utilización de ésta u otra metodología de control es necesario tener en cuenta la interrelación de: factores que regulan las poblaciones de plagas y factores que favorecen un control efectivo.

Factores que regulan las poblaciones de plagas

Si se comparan sistemas de producción, se pueden establecer diferencias en los cultivos a campo con los cultivos bajo cubierta. En condiciones de campo se manifiesta una menor incidencia de plagas debido fundamentalmente al fenómeno denominado "control natural" dada la presencia de poblaciones de diferentes especies que regulan las plagas y además por la incidencia del clima exterior.

Las principales causas que regulan el desarrollo de las plagas son:

- ✓ El clima y agentes físicos.
- ✓ Los enemigos naturales (parásitos, predadores y agentes patógenos)
- ✓ La alimentación (calidad y cantidad)
- ✓ La competencia entre individuos de la misma o distinta especie.
- ✓ Disponibilidad de espacio.
- ✓ Uso de plaguicidas.

En condiciones de campo entran en juego más causas reguladoras naturales que en invernáculo, ya que en éstos últimos la mayoría de las plagas de las plantas cultivadas, encuentran un hábitat favorable para su desarrollo, incentivando su multiplicación y con ello se incrementan los daños. En cambio, otras plagas se ven limitadas por el exceso de calor y humedad, o por el obstáculo que le ofrecen las cubiertas y/o mallas antiinsectos colocadas en las aberturas.

Teniendo en cuenta que los invernáculos generalmente favorecen el desarrollo de las plagas y que los daños son más severos respecto a los que se manifiestan al aire libre, la detección temprana y la correcta determinación de la plaga en cuestión, favorecerá la toma de decisiones.

Factores que favorecen la obtención de un control efectivo de plagas

El éxito en el control de plagas en cultivos protegidos depende de:

- ✓ La utilización de prácticas que dificulten el desarrollo de las plagas.
- ✓ El monitoreo del cultivo desde su implantación.
- ✓ La posibilidad de implementar control biológico.
- ✓ Utilización de variedades resistentes.
- ✓ Uso de "plantas atrayentes o repelentes"
- ✓ Uso de trampas (colores, pegamentos, feromonas)
- ✓ La correcta aplicación de los plaguicidas.

Respecto a este último punto se deberá poner atención en:

- ✓ Dosis y especificidad del agroquímico.
- ✓ Volumen de agua adecuado.
- ✓ Calidad de aplicación (tamaño y distribución de las gotas pulverizadas)
- ✓ Compatibilidad de los productos (cuando se mezclan insecticidas, fungicidas, abonos foliares, coadyuvantes, etc.).
- ✓ Formulación a utilizar (líquido, polvo mojable, etc.)
- ✓ Toxicidad, período de carencia.
- ✓ Condiciones climatológicas.

La aplicación de un sistema de **manejo integrado** de plagas permite:

- ✓ Que los productores manejen un conjunto de tecnologías alternativas para lograr altos rendimientos y excelente calidad de producto.
- ✓ Realizar un uso racional de los productos químicos, logrando una reducción en cantidad y frecuencia de aplicación, lo que redunda en una disminución de los costos y presencia de residuos en los productos hortícolas.
- ✓ Disminuir el riesgo de intoxicaciones producidas por el uso irracional de los plaguicidas y las pulverizaciones con productos de alta toxicidad.
- ✓ Reducir la posibilidad de aparición de nuevas plagas y el incremento de las ya existentes debido a la resistencia adquirida frente a ciertos grupos de plaguicidas. Las poblaciones de las plagas desarrollan resistencia a los plaguicidas a través de una selección genética, debido a que algunos individuos sobreviven a la aplicación del pesticida y la descendencia de ellos da origen a una población con un aumento en el número de individuos resistentes; si la aplicación del pesticida es efectuada frecuentemente y no hay rotación de productos químicos, la población rápidamente estará constituida por un número elevado de individuos resistentes.
- ✓ Posibilidad de favorecer el desarrollo de enemigos naturales de las plagas (Criosopa, vaquita, etc.)

Características de las plagas más frecuentes en cultivos protegidos

Pulgones: Son insectos de cuerpo blando y viven en colonias que normalmente se alojan en el envés de las hojas y en los brotes terminales. Tienen una reproducción rápida, capaz de dar nacimiento a partir de los 7 días. Tienen un aparato bucal chupador con el cual extraen savia de las plantas. Es importante detectarlos tempranamente porque son transmisores de virus; también producen una excreción azucarada sobre la que se desarrolla un hongo de color negro (fumagina) que dificulta la fotosíntesis.

Moscas blancas: Los adultos son pequeñas mosquitas blancas que vuelan activamente; los estados juveniles (ninfas) son de forma plana y traslúcidas y están fijas. Normalmente se ubican en el envés de las hojas. El ciclo completo puede durar entre 21 y 36 días. Tiene un aparato bucal chupador y produce como los pulgones una sustancia azucarada que facilita la aparición de la fumagina.

Acaros: Llamados comúnmente "arañuelas" siendo su apariencia la de pequeñas arañitas de coloración rojiza. Se ubican normalmente en el envés de las hojas, produciendo un moteado característico, especialmente a lo largo de la nervadura central. Se desarrollan en condiciones de altas temperaturas y baja humedad, Su ciclo es de 15 a 20 días pero en condiciones óptimas se completa en 7 días. Tiene un aparato bucal perforador- succionador. Hay especies que producen tela.

Trips: Son pequeños insectos de 1-2 mm de largo de coloración amarillenta, de rápidos movimientos. Se alimentan de tejidos tiernos (áreas descoloridas en la cara inferior de las hojas y brotes terminales) y también de inflorescencias a las que muchas veces producen daño o las hacen abortar. Su ciclo completo puede ser de 25 a 30 días; en invernáculo puede llegar a 12 generaciones. El aparato bucal es diferente al de otros insectos, están adaptados para roer la superficie de los tejidos provocando exudación de líquidos que después absorben. Es un eficiente vector de virus y otras enfermedades.

Coleópteros: Son pequeños cascarudos de 5 a 8 mm. que se alimentan del follaje,

de flores, de los frutos y de las raíces. El exponente más activo de este grupo es la llamada "vaquita de San Antonio" cuyo ciclo completo es de un mes; los adultos generalmente se los halla volando entre las plantas, y el invierno lo pasa en ese estado, en lugares protegidos.

Minadores: Son pequeñas mariposas y moscas de coloración verde blanquecinas de activo vuelo. Tienen un aparato bucal masticador - chupador. Las larvas comen el interior de la hoja (mesófilo) formando caminos o áreas necrosadas.

TRATAMIENTO DE SUELOS

Las producciones intensivas como la horticultura y la floricultura se van comprometiendo en su potencial productivo cuando se suceden cultivos ininterrumpidos, debido fundamentalmente al deterioro de las condiciones químicas y físicas del suelo, además del incremento de patógenos agravado en muchas oportunidades por el monocultivo

La necesidad de asegurar la producción y su calidad, así como mejorar su rentabilidad son algunos de los objetivos que se deben plantear en un sistema productivo sustentable.

Entre los problemas más frecuentes que se presentan en estos suelos se pude mencionar la pérdida de estructura, aumento de la conductividad y pH, el incremento de agentes patógenos como bacterias (*Xantomonas, Corynebacterium, Erwinia*, etc.), hongos (*Pythium, Phytophthora, Fusarium; Verticillium; Sclerotinia; Botritris; Rhizoctonia*, etc.) plagas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos) y malezas.

Las medidas a implementar pueden enfocarse bajo el punto de vista preventivo o curativo dependiendo de cada caso específico y teniendo como premisas: obtención de alimentos sanos, el cuidado del medio ambiente y la rentabilidad para todos los actores de la cadena. Estas premisas están consideradas en los sistemas productivos denominados "producción integrada" basados en prácticas racionales de control y además debe responder a los requerimientos sociales.

Considerando el control como un conjunto de factores y su interacción, todos los aspectos deberán tenerse en cuenta. La ingeniería genética está contribuyendo para la resolución de diversos problemas; el mayor impacto en biotecnología agrícola se ha conseguido mediante la incorporación de resistencia a diferentes agentes que producen daño a los cultivos. En el campo de la horticultura el impacto está dado por la aparición de cultivares con resistencia a determinadas enfermedades, y en la actualidad se está trabajando para lograr materiales genéticos resistentes a hongos patógenos, nematodos, insectos y virus.

En estas propuestas de producción sustentable se contemplan medidas de control biológico, químico, cultural y mecánico; éstas constituyen una respuesta al hecho de que los métodos tradicionales de protección de cultivos, incluyendo a los agroquímicos, con frecuencia no proveen un control satisfactorio. Muchos de sus componentes no son nuevos; entre ellos están las prácticas culturales, rotaciones, cultivares resistentes, uso de productos químicos y enemigos naturales.

El cultivo, el establecimiento o la región se deberán ver como un agrosistema con muchas interacciones que afectan a las plantas, a las plagas y a los enemigos naturales de éstas.

El monitoreo periódico permite encontrar soluciones alternativas previniendo daños económicamente significativos. La información disponible juega un rol importante en este sistema y la investigación, la experimentación, el entrenamiento y accionar de los profesionales y productores en cada zona, dará resultados concretos y permitirá definir un protocolo específico de manejo por especie y sistema productivo. En éstos se pueden controlar ciertos factores que inciden sobre la producción; regulando dichos factores se pueden prevenir además la ocurrencia de plagas y enfermedades, fundamentalmente en los cultivos protegidos donde la temperatura y la humedad juegan un papel preponderante en el desarrollo de las mismas. Por lo tanto, cuando consideramos "manejo" estamos direccionando los factores que actúan positivamente en el resultado del cultivo y negativamente en el desarrollo de agentes que lo afectan.

Muchas veces la imposibilidad de incluir la rotación con distintas especies dentro del sistema productivo deriva en la proliferación de patógenos, como por ejemplo Sclerotinia donde las gramíneas juegan un importante rol, interrumpiendo el ciclo de los patógenos.

En la actualidad el producto más difundido en la desinfección de suelos es el bromuro de metilo cuya efectividad en el control ha sido ampliamente probada, pero es una sustancia peligrosa para el medio ambiente y para el ser humano, ya que afecta la capa de ozono y puede dañar la salud de quienes lo manipulan. Se usa en la producción de frutilla, cultivos bajo cubierta, flores de corte y sustratos. Es un producto que se degrada con dificultad y puede acumularse en exceso, sobre órganos aprovechables de las plantas, pudiendo constituir un peligro para la salud. Además es un producto no selectivo que produce "vacío biológico" debido a la eliminación de organismos antagonistas de patógenos, incrementándose los perjudiciales (efecto "boomerang").

La necesidad de sustituir el bromuro de metilo como desinfectante de suelo por sus efectos indeseables hizo necesario que se estudien otras alternativas. Los conocimientos que se resumen a continuación son el resultado de trabajos realizados por el proyecto "Tierra Sana" implementado por el INTA en las principales regiones productoras del país.

En las experiencias se evaluaron alternativas físicas, biológicas y químicas; asimismo la combinación de ellos, en diferentes cultivos y sistemas productivos, donde se consideraron no sólo la efectividad en el control de plagas sino también sus efectos en el medio ambiente y el costo. Los resultados pueden variar, dependiendo fundamentalmente de las características del suelo, clima y sistema productivo; así como de los costos de los insumos utilizados y su implementación.

Al firmar nuestro país el "Protocolo de Montreal" (1987) se comprometió a reducir el uso de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, entre ellas el Bromuro de metilo. Se estableció un cronograma de reducción gradual hasta su reemplazo total en el año 2015.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial es la agencia implementadora y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es el

organismo argentino que lo ejecuta mediante el Proyecto "Tierra Sana", evaluando distintas alternativas: **químicas** como Metam Sodio, Agrocelone, Dazomet y otras; **Físicas**: Uso de Vapor de Agua, Solarización**; Biológicas**: Biofumigación.

El alto valor económico y la susceptibilidad de los cultivos a ciertos patógenos de suelo, justifican el tratamiento de los suelos, ya que éstos tienen como principal objetivo hacer viable, técnica y económicamente, las producciones de manera sustentable,

Otra de las causas por la cuales se realizan tratamientos de suelo, es la presencia del complejo de hongos que produce daños en almácigo.

Los elevados costos que en general tienen los tratamientos de suelo, limitan su uso a ciertas situaciones:

- ✓ Cultivos alto valor económico como frutilla, tomate, pimiento, flores de corte y algunas especies ornamentales,
- ✓ Suelos con elevada presión de patógenos
- ✓ Desinfección de sustratos para especies hortícolas, florícolas u ornamentales

En Argentina el uso de fumigantes químicos para la desinfección de suelos se distribuye de la siguiente manera:

- ✓ Producción de frutilla a campo: 25 a 45% (valor en ascenso)
- ✓ Cultivos bajo cubierta o invernáculos (principalmente tomate y pimiento): 65 a 48%.
- ✓ Flores de corte: 4.6 a 3% (valor en descenso).
- ✓ Viveros productores de plantas ornamentales: 1.7 a 2.8%.
- ✓ Viveros productores de plantines de frutilla: 4.5 a 0.5% (valor en descenso).

El riego por goteo es utilizado por la mayoría de los productores de frutilla y cultivos bajo cubierta que realizan tratamientos de suelo, lo que facilita la adopción de fumigantes químicos aplicados mediante este sistema.

Principales fumigantes de suelo y sus características:

Bromuro de Metilo

Biocida que tiene varios usos: desinfección de suelos, de frutas, de recintos cerrados (bodegas de barcos, almacenes, graneros) y también es usado en cuarentenas agrícolas.

La aparición del Bromuro de Metilo en la agricultura produjo el desplazamiento de otros métodos de desinfección utilizados hasta ese momento debido a su efectividad en el control de patógenos.

Metam Sodio, Potasio, Amonio

Son productos que se descompone en el suelo con humedad y se gasifican actuando sobre los organismos patógenos. Tienen la propiedad de permitir una rápida recuperación de la población de microorganismos benéficos y no afecta la capa de Ozono.

La aplicación puede hacerse mediante: riego por goteo, carro regador, regadera y por inyección. Requiere mayor tiempo entre aplicación y trasplante, en comparación con el demandado por el bromuro de metilo.

Agrocelone

Es un fumigante de suelo compuesto por un 60.8% de 1,3 dicloropropeno y un 33.3% de cloropicrina .No afecta la capa de Ozono.

Formas de aplicación: Mediante riego por goteo; inyección con bomba. el producto que ha logrado un comportamiento similar al Bromuro de Metilo en cuanto al control de nematodos, enfermedades fúngicas de suelo, vigor de las plantas y rendimiento, siendo sólo inferior a éste en lo que se refiere a su acción herbicida.

Al igual que el Metam Sodio presenta como aspecto desfavorable el período prolongado que debe transcurrir entre aplicación y plantación, y como ventaja la posibilidad de la aplicación en grandes superficies a través del sistema de fertirrigación.

El sistema de tratamiento mediante vapor de agua queda circunscripto al sector viverista para tratamiento de sustratos.

El siguiente cuadro resume las experiencias del PROYECTO "TIERRA SANA" que viene ejecutando el INTA desde el año 2.000.

Según los distintos GRADOS DE PRESIÓN de enfermedades de suelo y de nematodos, se indica el tratamiento adecuado. Esta variabilidad de Grados de Presión puede darse aún entre lotes de un mismo establecimiento.

GRADO		DEFINICIÓN	PRODUCTOS A UTILIZAR	OBSERVACIONES
	1	Alta presión de enfermedades fúngicas de suelo y nematodos	AGROCELONE	Se aplica por goteo o inyección. Período entre aplicación y trasplante: 15 a 20 días. Puede afectar el PVC.
			BROMURO DE METILO	
	2	Presión media de enfermedades fúngicas de suelo y nematodes	METAM SODIO + productos complementarios BASAMID + productos complementarios	<u>Complementación para nematodos</u>: ✓ <u>Antes del cultivo</u>: VERTIMEC (abamectina), SOLVIGO (abamectina + tiametoxan) o FURADÁN (Carbofuran). ✓ <u>Durante el cultivo</u>: VERTIMEC (abamectina), SOLVIGO (abamectina + tiametoxan). <u>Complementación Enfermedades fúngicas de suelo:</u> ✓ ALIETTE (Fosetil aluminio): aplicación foliar (sistémico). ✓ CARBENDAZIM: por goteo. ✓ PREVICUR (Propamocarb): por goteo (Sistémico) o al cuello de la planta. ✓ RIDOMIL GOLD (Mancozeb + Metalaxil): Por goteo (Sistémico y de contacto).
	3	Baja presión de enfermedades fúngicas de suelo y nematodes	Mezcla de Funguicidas + Nematicidas	<u>Enfermedades de suelo</u>: CAPTAN + PENCLOR (PCNB)+ CERCOBIN (tiofanato metil): aplicar al lomo y/o al agujero de plantación ó CAPTAN + PENCLOR (PCNB) + PREVICUR (Propamocarb). Para nematodos, los mismos productos indicados en Grado 2.

PRODUCCION INTEGRADA DE HORTALIZAS

Un nuevo escenario a nivel mundial con implicancias locales

En la producción actual se presenta toda una gama de posibilidades que dependen, básicamente, de la responsabilidad de los productores y de los controles que se apliquen, desde el uso indiscriminado e irracional de productos fitosanitarios hasta la negativa a utilizar agroquímicos en la producción orgánica. Si bien el concepto de PRODUCCION INTEGRADA no es nuevo, cada vez con mayor frecuencia se lo comienza a escuchar en diferentes ámbitos ligados al sector. La filosofía de la PRODUCCION INTEGRADA se basa en el aprovechamiento al máximo de los recursos con el mínimo daño al medio ambiente, garantizando inocuidad para el consumidor. Esto podría convertirse en una solución que medie entre las posiciones extremas mencionadas.

Definición

La Organización Internacional de Lucha Biológica e Integrada define a la PRODUCCIÓN INTEGRADA como: *"Un sistema agrícola de producción de alimentos que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de regulación naturales y asegura a largo plazo, una agricultura viable. En ella los métodos biológicos, culturales, químicos y demás técnicas son cuidadosamente elegidos y equilibrados, teniendo en cuenta el medio ambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales"*. La protección del medio ambiente y el cuidado de la salud, son objetivos de la Política Agraria de la Unión Europea. Esta forma de producir garantiza el respeto por el medio y la salud de los productores y consumidores. La enunciación mencionada, una de las más completas y abarcativas, ha sido incorporada en la mayoría de las disposiciones oficiales de las comunidades o regiones de los principales países europeos y la han adaptado a sus necesidades particulares.

De ella se desprenden varios aspectos que merecen ser destacados:

- ✓ La concepción de la producción de alimentos como un sistema agrícola y no como un factor aislado, ya que se interrelaciona con los diferentes tipos de producción. En alguna medida, son concurrentes dado que su resultado afecta a los demás en forma directa o indirecta.

- ✓ La utilización al máximo de los recursos ya que éstos son escasos o de alto valor y su combinación con los mecanismos de regulación naturales de manera de aprovechar las ventajas que cada uno ofrece, estableciendo la mejor combinación para obtener los resultados deseados y aumentar la productividad. No descarta ningún método de control de plagas o enfermedades mientras éstos respeten el medio ambiente. El establecimiento de umbrales de daño, por sobre los cuales son necesarias las intervenciones con productos químicos específicos, en dosis y momentos adecuados, permite conservar la fauna benéfica y bajar los costos de producción.

- ✓ La sustentabilidad del sistema agrícola, teniendo en cuenta que se trata de una actividad que debe continuar en el tiempo y permitir que tanto los actuales consumidores como los nuevos que se incorporen al mercado en el futuro, puedan satisfacer sus crecientes necesidades.

- ✓ Tiene en cuenta el aspecto económico. La rentabilidad es necesaria para mantener la actividad y de ella depende la permanencia en el sistema de todos los integrantes de la cadena de producción y comercialización. En una organización política donde se privilegia el arraigo frente a la migración hacia los grandes centros de concentración de población, este aspecto es especialmente importante.

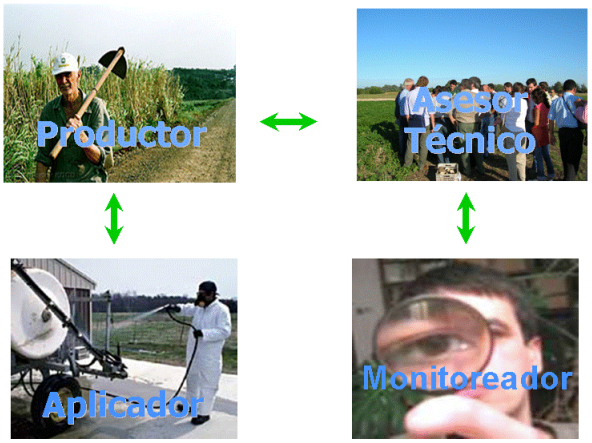
- ✓ Incorpora el concepto de exigencias sociales. Hoy en día, los consumidores reclaman un mayor grado de compromiso por parte de los proveedores en cuanto a la inocuidad de los productos, estando dispuestos, en algunos casos, a pagar más si ello implica cuidar su salud.

ORIGEN

La PRODUCCION INTEGRADA tiene su origen en la Protección Integrada de los cultivos frente a las diferentes plagas y enfermedades que los afectan. Desde que el hombre comenzó a cultivar sus alimentos, fue desarrollando diferentes métodos para protegerlos. A partir del uso del fuego para destruir plantas enfermas, pasando por la siembra en líneas para controlar las malezas, la utilización del Caldo Bordelés, la síntesis de insecticidas y hasta el desarrollo masivo de los diferentes plaguicidas y las herramientas para aplicarlos, siempre existió la preocupación por encontrar formas de combinar los métodos artificiales con los biológicos (controladores naturales, avances genéticos, entre otros). La protección integrada se preocupa más por el control del problema agronómico, pero no siempre se logran los efectos globales necesarios para garantizar la continuidad a largo plazo. Al incorporar los conceptos mencionados en la definición de Producción Integrada, se llega a una solución armónica que garantiza el resultado buscado.

Principales actores

Para que la PRODUCCION INTEGRADA pueda llevarse adelante, deben participar diferentes actores del proceso productivo y comercial. Los principales, aunque no los únicos son:



- ❖ **Productor:** Quien toma las decisiones con respecto al cultivo y que debe estar compenetrado con la filosofía de producción bajo las normas adecuadas.

- ❖ **Asesor Técnico:** que debe conocer y poder transmitir al productor las necesidades del cultivo y los procedimientos a seguir para cumplir con la reglamentación específica.

- **Monitoreador:** profesional o técnico agrónomo entrenado que realiza las recorridas periódicas por los lotes de producción, detecta las plagas o enfermedades e informa al productor o al Asesor sobre las novedades.

- **Aplicador:** empresa o personal del establecimiento que efectúa los tratamientos fitosanitarios y que debe estar capacitado para dicha función.

- **Institutos de Investigación y Desarrollo:** con profesionales especializados para validar localmente las técnicas a aplicar y evaluar permanentemente el funcionamiento del sistema, desarrollar nuevas tecnologías, difundir los resultados en el medio y brindar cursos de capacitación a los involucrados en el proceso.

- **Asociaciones de productores:** que comprendan y defiendan las ventajas de este tipo de producción y armonicen las relaciones entre los agricultores, como así también ejercer la representación de los mismos para proponer los cambios necesarios a distintos niveles.

- **Organismos estatales:** que dicten y unifiquen las normas y directrices para establecer el modelo productivo a seguir. Las Normas Técnicas de Producción Integrada establecen prácticas de producción, elaboración o manipulación para cada producto, clasificándolas en obligatorias, prohibidas y recomendadas. Asimismo, especificarán toda aquella información que se considere necesaria para garantizar la trazabilidad.

- **Distribuidor y consumidor:** que exigen calidad e inocuidad en los productos.

Perspectiva mundial

Según expertos europeos, en los próximos años, la producción integrada será uno de sistemas de cultivo que presentará el crecimiento más elevado. La preocupación de los proveedores y distribuidores, del consumidor y de las administraciones públicas por conseguir productos de calidad que aporten garantías sobre su seguridad o que se obtengan con procesos respetuosos con la naturaleza, será la componente clave de la demanda en el futuro, que a corto plazo producirá un importante cambio de los sistemas productivos.

A su vez, se abren nuevas oportunidades comerciales por la obtención de un producto diferenciado que puede permitir el acceso a nuevos mercados, cada vez más demandantes de alimentos sanos y nutritivos.

Perspectiva Regional

A nivel local, se ha estado trabajando para obtener la información preliminar necesaria a fin de adaptar a las condiciones locales las recomendaciones generales que marcan los protocolos de Producción Integrada.
Uno de los desafíos para el futuro de la producción regional es la incorporación de las prácticas mencionadas, para ello, el CERBAS (Centro Regional Buenos Aires Sur) del INTA, lleva adelante acciones en ese sentido en proyectos donde se contemplan diferentes acciones en lo que hace al manejo de los principales cultivos hortícolas, cosecha y poscosecha. Dichas acciones tienden fundamentalmente al desarrollo de tecnología y protocolos de manejo (cultivares, suelos, aguas de riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, etc.) que minimicen el uso de agroquímicos

COSECHA Y POSCOSECHA

COSECHA

Es la operación mediante la cual los productos cultivados (frutos, hojas, raíces, bulbos, vainas, etc.) son recolectados para su consumo, teniendo en cuenta factores como madurez, sabor, frescura, presentación, rendimiento, etc.

La cosecha se hará con sumo cuidado, para no provocar lesiones, machucones, cortes, etc., que no sólo son entrada de patógenos, sino que deterioran la presentación del producto. Cortes y heridas provocan una mayor respiración y producción de etileno que traen como resultado una senescencia acelerada. Daños mecánicos se producen a lo largo de todo el proceso: desde la cosecha, manipuleo, embalaje, transporte, etc.

Para introducir cambios que amortigüen un manipuleo cuidadoso se deben tener en cuenta:

Forma de realizar la cosecha

El modo que se realiza la cosecha varía con la especie, destino del producto, perecibilidad, disponibilidad de mano de obra, sistema de comercialización, etc.

Por el tipo de cosecha distinguimos entre las:

- ✓ Hortalizas de cosecha simultánea o sea de una sola vez: lechuga, apio, cebolla verdeo, etc.
- ✓ De cosecha escalonada: como ser el tomate, arveja verde, poroto chaucha, zapallito, achicoria de corte; es decir que se van haciendo varias pasadas.
- ✓ Cosecha mixta; se hacen pasadas y luego en una última pasada se recoge la totalidad: acelga, rabanito, remolacha.

En la zona la cosecha de hortalizas de hoja, tallos, inflorescencias es generalmente manual. Utilizándose la de tipo mecánica o semi- mecánica para el caso de cultivos extensivos de papa, batata, remolacha, arveja para industria.

La cosecha mecánica requiere que las plantas tengan una madurez uniforme para lograr así una calidad pareja, además en el caso del tomate para industria, por ej., utilizar variedades tipo determinadas. En el caso de especies muy susceptibles las pérdidas por manipuleo, por ej: lechuga, existen máquinas que asisten en la recolección (los operarios hacen el corte de las cabezas de lechuga, poniéndolas sobre una cinta transportadora que las conduce al acoplado o plataforma donde son embaladas directamente en las cajas.

La etapa inmediatamente posterior a la cosecha en muchos productos, fundamentalmente de fruto, está totalmente mecanizada: lavado, aplicación de ceras, secado, clasificación, embalado.

Hora del día en que se cosecha: las fluctuaciones de temperatura a lo largo del día son bien conocidas; también como varía el intercambio gaseoso entre las horas de luz oscuridad (principalmente en las C_3). Se ha observado que lechugas cosechadas muy

temprano en la mañana colocadas en containers presentan manchas color café por la elevada concentración de CO_2.

Asimismo, en productos cosechados durante la fase de activo crecimiento, como por ejemplo arvejas, es preferible la cosecha en horas tempranas porque la baja temperatura atrasa el metabolismo vegetal y, además, se reducen los gastos de preenfriado.

FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA COSECHA

El momento de cosecha de la mayoría de las hortalizas se determina a partir del momento en que alcanzan el tamaño y la apariencia esperados en relación con el destino de la producción y de acuerdo a las características de calidad del producto.

Si el objetivo es una determinada calidad organoléptica o cuando es necesario hacer siembras escalonadas con el fin de asegurar un abastecimiento continuo al mercado sólo con observar el tamaño no basta para asegurar que el producto reúna las condiciones esperadas, por ello se han desarrollado distintos índices de madurez comercial.

Índices de madurez de algunas hortalizas

INDICE	HORTALIZAS	
Unidades de calor	arveja, choclo, tomate	
Desarrollo de zona de absición	Algunos	
Morfología y estructura superficial:		
- desarrollo de cutícula	tomate	
- desarrollo de reticulación	algunos melones	
tamaño	la mayoría de las hortalizas	
gravedad específica	papa, sandía	
grado de compactación	brócoli, col, lechuga, coliflor	
	col de Bruselas	
textura	arveja	
color externo	la mayoría de las hortalizas	
color y estructura interna	hortaliza de fruto	
Factores composicionales:	- almidón	papa
	- sólidos solubles	melón, sandía, tomate
	- azúcares	melón, sandía

Durante la maduración de los frutos se producen cambios muy importantes: maduración de las semillas, variación del color, modificación de la velocidad de la tasa respiratoria, aumento de la permeabilidad, cambio de la textura del fruto y producción de ácidos orgánicos, proteínas y azúcares que son responsables del aroma y sabor del producto.

La cosecha comercial de las hortalizas no siempre coincide en los conceptos de madurez comercial y madurez fisiológica, ya que en algunos casos se cosecha cuando el producto alcanza cierto tamaño, por ej.: pepinos, poroto chaucha, arveja verde, y en otros se espera hasta que ciertos síntomas indican que la planta ha iniciado su proceso de madurez fisiológica. Pasado el periodo de madurez, la planta o parte de planta inicia un proceso de senescencia o envejecimiento, con pérdida de la calidad del producto a cosechar hasta su pérdida total. Por lo tanto en algunos casos la madurez fisiológica puede coincidir o no con la madurez comercial.

En el caso de los frutos, estos pueden presentar patrones respiratorios, de producción y respuesta al etileno de tipo climatérico o no climatérico. Los climatéricos tienen la capacidad de completar la síntesis y adquisición de las características organolépticas apropiadas para el consumo luego de la cosecha si esta se hubiera efectuado anticipadamente. Un ejemplo es el tomate donde puede reconocerse 4-5 estadíos durante el desarrollo del fruto: verde inmaduro, verde maduro, pintón y maduro.

Si se cosecha al estadio verde inmaduro, es decir con máximo tamaño, pero sin completar fisiológicamente la segunda etapa, el fruto no madurará y permanecerá verde. En cambio cosechado en la etapa siguiente, es decir con su máximo tamaño, color verde pero fisiológicamente maduro, (lo que se reconoce por ciertos signos internos y externos) los frutos completan en su desarrollo pasando al estadía pintón y maduro con el color característico de la variedad. Pasada esta etapa de su desarrollo si no se consume entrará en la senescencia con podredumbre acentuada por ruptura fisiológica.

El melón y la sandía son ejemplos de que la cosecha se debe realizar cuando se ha alcanzado la madurez fisiológica, es decir que si los frutos son separados de la planta no desarrollarán más aroma, sabor, etc. Por lo tanto la madurez comercial coincide en este caso con la fisiológica.

Algunos signos externos y la experiencia del productor indican el mejor momento para la cosecha cuando el destino es el mercado fresco; citamos algunos ejemplos:

Arveja (verde): al alcanzar la vaina cierta medida y su color verde intenso.

Pimiento: se puede cosechar en dos estados: verde o rojo. El primero coincide con el máximo desarrollo de tamaño y el segundo con la madurez fisiológica (pleno desarrollo de las semillas, secas y adheridas a la placenta).

El caso de repollo, lechuga, por citar algunos ejemplos el tamaño determina el momento de cosecha, de acuerdo con la variedad involucrada y el tiempo aproximado transcurrido de su ciclo (son los elementos que el productor utiliza para fijar la fecha de cosecha, además del precio). Pasado este momento oportuno se corre el riesgo de la sobremadurez, con el desarrollo de tejidos leñosos o duros, o como se dice vulgarmente el producto "se pasa" y es rechazado o sufre baja en su cotización en el mercado.

En brócoli y coliflor el tamaño y compacidad de la pella son indicativos del momento de cosecha.

POSCOSECHA

La estacionalidad y regionalización de las producciones hortícolas, junto a la necesidad de extender los períodos de oferta en los mercados con óptimas características de calidad, hacen necesaria la conservación de los productos desde el momento de la cosecha hasta el consumo (fresco o como materia prima de alguna industria).

CALIDAD

El concepto de calidad instintivamente lo relacionamos con algo agradable, bueno, de excelencia; comúnmente asociado a típico, genuino, fresco, etc. Hay varias definiciones de calidad ya que no es una característica fija, constante, estática de un determinado producto. Se modifica con relación a la evolución del gusto del consumidor y de las posibilidades de la industria de transformación. La calidad en el mercado interno generalmente mejora a partir de la instalación de estructuras productivas con destino a la exportación.

Además, la apreciación de la calidad por parte del mercado no es automática. A veces el consumidor no aprecia la calidad y no reconoce el valor de un producto, sino que es necesario cierto entrenamiento o preparación para ello. Por dar un ejemplo es el caso del vino, aceite de oliva y ciertos quesos.

El concepto de calidad muchas veces surge o se afirma a partir de una sostenida acción promocional que mediante técnicas apropiadas permite atraer la atención del mercado. Por ejemplo la imposición del Kiwi para el consumo en la zona de Mar del Plata. En este caso fue necesario que la calidad exprese características intrínsecas del producto (no observables) y extrínsecas que permiten la identificación en el mercado.

Dentro del ciclo producción-distribución-consumo, hay diversos protagonistas interesados en torno al concepto de calidad, sobre el cual ejercen su acción sin tener oportunidad de discutir sus propios criterios y expectativas con los demás actores de la cadena. Por esto es necesario que la calidad de un producto sea un concepto global. Por ej: ¿qué se puede entender por una manzana de calidad? Para un productor medio (que busca sobretodo disminuir el costo de producción) una buena manzana es la de gran tamaño (para reducir el costo de cosecha), que en estado inmaduro desarrolle color (con lo que disminuye el período de permanencia en el campo y posibles daños precosecha), permaneciendo dura durante un período más prolongado y así permitir un manipuleo no tan cuidadoso y tal vez presentarla como primicia, etc. Para los encargados de la conservación y distribución del producto, en cambio, los frutos muy grandes no son considerados de calidad porque tienen más problemas para la conservación, en tanto que los de tamaño mediano a pequeño son más fáciles de manipular y manejar en las cámaras.

Pero, ¿qué ocurre cuando estos productos llegan al consumidor? ¿Pueden ser consideradas esas manzanas como de buena calidad? Seguramente el consumidor

estará dispuesto a pagar cierto precio de acuerdo al aspecto general del producto: su homogeneidad, apariencia, si la ha probado previamente tendrá en cuenta si ese tipo de manzana es o no harinosa, dulce, etc.

Estas diferencias de apreciación son más notables con la creciente separación espacial entre sistemas productivos y consumidores, específicamente en el caso del comercio internacional donde cada vez son más las exigencias del consumidor en conocer las condiciones de cultivo y producción del producto.

La determinación del nivel de calidad de un producto a través de parámetros medibles es una exigencia satisfecha solamente en un número limitado de productos, entre los que están los hortofrutícolas.

La codificación de las características de los productos hortícolas y su presentación es una actividad de organismos públicos con el objeto de facilitar el intercambio económico entre las partes.

Existen a tal fin grados y estándares.

Grados: sistema de clasificación de los productos según una escala creciente ó decreciente de sus características cuali y cuantitativas (forma, color, sabor, contenido de sustancias nutritivas o utilizables) de forma de darle un valor (cualitativo y económico) en función de un destino específico.

Según el estándar vigente grado de selección: "Denomínase a todo agrupamiento que reúna las mismas condiciones de calidad comercial".

Los estándares o normas de tipificación contienen las especificaciones de los grados de selección más adecuados para la comercialización y los términos específicos de referencia.

Los estándares o normas pueden ser hechos por organismos públicos o por empresas privadas. Cuando son determinados en el ámbito privado es en el contexto de proyección de producto y consisten en una estrategia de marketing de la empresa. En tanto que en el ámbito público asumen las características de una certificación o garantía de las características de calidad de un producto.

Los estándares públicos son fundamentales para garantizar al comerciante las características del producto y al productor acerca del valor comercial del producto.

Es importante separar o establecer la diferencia que hay entre normas o estándar y marca. Las marcas son mecanismos comerciales con los que una empresa diferencia su propio producto, el que puede provenir de un único sistema productivo o de diversos; es decir que las características que posee pueden variar en el tiempo (un consumidor no tiene la garantía que las últimas manzanas marca "trulala" tengan las mismas características que las que consumió hace un mes).

Ligado al comercio de frutas hay empresas que comercializan con 2 o más marcas distintas diferenciándolas de acuerdo a los grados de calidad.

El concepto de calidad está en constante evolución y las pautas que la definen también. Además de los estándares de tipificación (que podríamos considerarlo el primer eslabón) existen las normas ISO que regulan el proceso integral de producción de un

determinado producto y en el extremo de máximo compromiso con la calidad el concepto de Calidad Total.

Esta gradación de compromiso con la calidad ciertamente es un objetivo a transitar por los sistemas productivos, aunque indudablemente en los casos en que las exigencias del mercado son mínimas o inexistentes sin diferenciación de precios por tipo de producto la evolución es muy lenta.

Si bien dentro de la tecnología de poscosecha se encuadran todos los tratamientos físico y químicos a que se somete un producto desde que es recolectado, durante su acondicionamiento, conservación, traslado, envase, etc.; los tipos de tratamientos en si dependerán del destino del producto y características morfo-fisiológicas del mismo.

La manutención de la calidad lograda durante el cultivo y el retardo del deterioro, a partir de la cosecha es el gran desafío para la tecnología de poscosecha.

OBJETIVOS DE LA POSCOSECHA

1. Conservar el producto para épocas de escasez.
2. Conservar y mantener el nivel de pérdidas en un mínimo. En este sentido las estadísticas de la FAO aseguran que las pérdidas luego de la cosecha en los países desarrollados comprometen entre el 5 al 25 % de la producción, mientras que, en los países subdesarrollados representan entre el 20 al 50 %.
3. Mantener la calidad nutricional y visual del producto.
4. Proveer las condiciones necesarias para regular y completar la maduración óptima en aquellos productos que así lo requieran.

Las hortalizas están compuestas por tejidos vivos y por ende con metabolismo activo. Durante la etapa de cultivo las condiciones agroecológicas de las plantas son muy importantes en la determinación de la calidad del producto. Al momento de la cosecha se interrumpe la homeostasis de la planta y el producto cosechado comienza con procesos de alta o baja actividad metabólica (según el tipo de producto del que se trate), pero conducentes a la degradación y senescencia.

En general las características de calidad que un producto ha desarrollado durante su etapa de cultivo se hacen evidentes al mismo momento de la cosecha (forma, tamaño, color, ausencia de daños por plagas o enfermedades, etc.); mientras que otras comienzan a manifestarse más tardíamente durante la conservación o cuando se los utiliza como materia prima en un proceso industrial.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN POSCOSECHA

Durante el período de tiempo que transcurre entre que el producto es cosechado y consumido transcurren cambios en la composición de la hortaliza que pueden afectar su valor nutritivo y calidad, ya que al ser sistemas vivos las partes comestibles, están sujetas a cambios, producto de su propio metabolismo, es decir, prosiguen respirando, lo que a su vez ocasiona transformaciones internas y externas no siempre deseables, lo que se

traduce en pérdidas de distinta significación de acuerdo a las hortalizas. Por lo tanto es importante el conocimiento de los principales factores que pueden afectar la conservación de lo cosechado, para que llegue con la máxima frescura a su consumo.

Factores bióticos y abióticos:

Son aquellos propios del metabolismo de un vegetal fresco: la respiración, la producción de etileno, los cambios en la composición, el crecimiento poscosecha (fundamentalmente la brotación), la transpiración, la desorganización de los tejidos y posterior descomposición de los productos por razones fisiológicas o patológicas y el daño físico por manipuleo. En cambio los abióticos comprenden a la temperatura, la humedad relativa, la composición atmosférica, la presencia de etileno, la luz, etc. durante la conservación.

FISIOLOGIA y MANEJO DE POSCOSECHA

Es muy importante remarcar que no todos los cambios que se observan en los productos luego de la cosecha provocan una pérdida de la calidad; algunos son necesarios para que el producto alcance los niveles de calidad necesarios para el consumo. Por ejemplo el tomate que se cosecha en estados inmaduros.

La pérdida de calidad puede ser debida a diversos factores: factores metabólicos, transpiración, daños mecánicos y de microorganismos.

Entre los factores fisiológicos o metabólicos podemos incluir los que son producto del normal desarrollo de la senescencia como de los que se originan a partir de desórdenes fisiológicos producto del manipuleo. La transpiración es muy importante en las hortalizas con elevada relación superficie/volumen (hojas), en las que la pérdida de humedad provoca la deshidratación y pérdida de valor comercial. Los daños mecánicos desmerecen la calidad visual y son fuente de pérdidas por aumento de transpiración y ataque de patógenos.

¿Cómo controlar el deterioro?

Mediante el control del ambiente en que se desplazan las hortalizas en su manipuleo:

A. Control de temperatura, humedad y atmósfera.

B. Control de podredumbre o ataques de parásitos mediante tratamientos químicos, gaseosos u otros.

Transpiración

El efecto más importante es la pérdida de peso ya que como la mayoría de las hortalizas están compuestas en un 85-95% de agua, la pérdida de este elemento se traduce enseguida en pérdida de peso y marchitez (verdura de hoja).

Si pierde 0-5% no se advierte en forma significativa, de 5-10% hay una marchitez acentuada y del 10-15% hay una marchitez y arrugamiento muy severo.

Se corrige regulando la humedad en los ambientes en donde se manipulea la hortaliza y tratando de que la humedad relativa se integre al nivel correcto dependiendo de cada especie. Evitando que la mercadería quede expuesta al sol o en corrientes de aire que disminuyen la humedad relativa ambiente provocando así una mayor evaporación.

Pérdida de agua de algunos productos hortícolas durante la cosecha

Producto	Temperatura (ºC)	Humedad relativa (%) y x mbar de VPD	Pérdida de agua (% peso inicial x gr)
Espinaca	15	45-65	11
Brócoli	15	45-65	7.5
Espárrago	10	60-75	3.6
R. de Brusellas	15	45-65	3
Coliflor	15	45-65	1.9
Cebolla	10	60-75	0.02
Papa	10	83	0.01

Respiración

Luego de la cosecha los tejidos permanecen metabólicamente activos y prosiguen respirando dando como elemento final el $C0_2$ + H_20 más 673 kgs/calorías.

Lógicamente para conservar las hortalizas debe bajarse la temperatura al cosechar para reducir su calor de campo y además retardar la respiración que produce calor y acelera los procesos vitales. Por lo tanto hay que disminuir el calor que da el producto fresco, mediante refrigeración o bajando la temperatura adecuadamente y mantenerlo en esas condiciones en los depósitos donde se procederá a su manipuleo y conservación.

La respiración cambia con el tiempo y a este proceso se le llama comportamiento climatérico, que se produce en tomates, bananas o manzanas. Se produce un cambio en la vida de la hortaliza desde madurez hasta senescencia.

Las hortalizas en este sentido pertenecen a 4 modelos de comportamiento:

- Hortalizas altamente perecederas: arvejas verdes.
- Hortalizas de gran conservación: cebollas, papas.
- Hortalizas que se cosechan inmaduras: chauchas
- Frutas maduras: tomate.

Los factores que afectan el ritmo respiratorio de una hortaliza son:

A. Factores internos (tipo de tejido, meristemas, etc.)
B. La madurez relativa de la hortaliza, según cuando se coseche
C. Factores ambientales: la respiración se duplica por cada 10 C en la temperatura.

Pero no es constante y esa proporción variará en función de la temperatura:

Entre	0-10ºC = 3
Entre	10-20ºC = 2.5
Entre	20-30ºC = 2
Entre	30-40ºC = 2

Otro factor ambiental de control de la respiración es disminuyendo la concentración de oxígeno disponible. Al limitar la cantidad de este elemento disponible se reduce el ritmo respiratorio. En este caso es indispensable tener en cuenta que si la eliminación del oxígeno ($O_{2)}$ por alguna razón fuera casi total se produce anaerobiosis con alto riesgo de desarrollo de patógenos perjudiciales y procesos fermentativos que ponen en riesgo la salud del consumidor y/o desmerecen la calidad del producto. Entre las tecnologías utilizadas para disminuir la concentración de O_2 están: uso de papel encerado, ceras, atmósfera controlada, atmósfera modificada, etc.

CAMBIOS COMPOSICIONALES

Durante la maduración de las hortalizas se producen cambios en su composición química que la afectan en su período de poscosecha.

De acuerdo a la temperatura el cambio de azúcar a almidón se acelerará, por lo tanto es conveniente refrigerar de inmediato a cosecha.

En el caso del tomate la temperatura influirá en la aceleración de este proceso. A temperaturas superiores a 30 ºC predominará una pigmentación amarillenta en lugar - del rojo o rosado, debido a que se inhibe el licopeno y se desarrolla el caroteno.

Las mejores temperaturas de madurez están entre 15-20 ºC, alcanzando el tomate su color pleno, manteniéndose en condiciones comerciales durante 2-3 semanas, a partir - del verde maduro. Si se desea apurar la madurez se aumentará la temperatura.

PREPARACION PARA EL MERCADO Y CALIDAD

Para lograr una mejor presentación y conservación del producto se considerarán fundamentalmente la limpieza, clasificación y tipo de empaque.

El grado de exigencia de los consumidores respecto a la calidad de los alimentos en el ámbito mundial se ha acrecentado, fundamentalmente en lo referente a frutas y verduras, y el mercado interno sigue la misma tendencia. La información, la diversidad de la oferta, los cambios culturales, el incremento del turismo, etc. han ocasionado modificaciones respecto de las necesidades de los consumidores y consecuentemente en la calidad de los alimentos.

Muchos factores influyen en la calidad de un producto incluyendo elementos objetivos y subjetivos. En las frutas y hortalizas frescas, la calidad puede agrupar conceptos como sabor, aroma, frescura, valor nutricional, seguridad, o cualquier otro atributo o característica que se considere importante. El concepto calidad en los vegetales frescos requiere la integración de variados factores, así como la armonización de información desde el productor al consumidor.

La existencia de una oferta en el mercado de infinidad de especies y presentaciones de frutas y hortalizas frescas, confiere a la actividad una complejidad que hace necesario definir atributos y parámetros comunes a este particular y multicolor grupo de alimentos, además, al ser estos productos seres vivos, altamente perecibles, es natural que se produzca cierto grado de deterioro luego de su cosecha.

El estado de calidad es un "estado momentáneo", un proceso continuo de cambios en la calidad y la definición de ésta necesariamente debe referirse a un momento y a un lugar. Por otra parte, para un mismo producto, en un mismo circuito comercial, pueden realizarse distintas definiciones del término calidad dependiendo del agente comercial involucrado, productor, mayorista, minorista, consumidor, etc. lo cual le confiere al tema mayor complejidad.

Existen en el colectivo social elementos comunes que permiten evaluar la calidad, si bien la ponderación final de cada uno de ellos resulta azarosa y decidida por los compradores (individuos, empresas, instituciones, etc.), y se concreta cuando éstos se enfrentan con el producto. Un producto será de buena calidad si cubre los requisitos establecidos por el cliente, que a su vez no permanece estático sino que está en constante evolución y cambio.

La calidad de las frutas y hortalizas podemos desglosarla en función de componentes intrínsecos y extrínsecos, objetivos (parámetros) y subjetivos (atributos), internos ó externos.

Factores organolépticos o sensoriales

La evaluación para este grupo de componentes de la calidad se realiza básicamente por los sentidos, percibiéndose a través de las distintas sensaciones que recibe el consumidor, desde el producto.

Calidad sensorial externa e interna

La externa son aquellos atributos o parámetros que primero se observan y evalúan; representan en general los elementos de más gravitación en la toma de decisión del comprador. En cambio, la calidad interna, exceptuando el aroma, sólo se perciben al cortar o morder el producto razón por la cual su influencia en el acto de compra es posterior y se vincula con la decisión del comprador de repetir o no la compra del producto.

Higiénico – sanitario - nutricionales

Este tipo de apreciación refiere a la inocuidad, a la garantía de que un "*alimento no provocará perjuicios al consumidor cuando se prepara y/o consume de acuerdo con su uso previsto".* Incluye consideraciones de orden microbiológico, en especial ausencia de microorganismos patógenos y químico, con énfasis en residuos de plaguicidas, ausencia de minerales (por ejemplo nitratos), metales pesados, etc. Conforman un grupo de propiedades que cada día está cobrando más relevancia en la consideración de los aspectos de calidad.
En el aspecto nutricional, se incluye el contenido en vitaminas, fibras, minerales, antioxidantes y sustancias que previenen algunas enfermedades humanas.

CLASIFICACION Y/O TIPIFICACION DE LAS HORTALIZAS

La estandarización o normalización hace referencia a *"la aceptación común de la práctica de clasificar el producto y ofrecerlo para la venta en términos de calidad previamente establecidos*".(Stefanía Díaz, S.; Gargiulo, M.; Gemelli, F.; Pacheco, P.; Oscar Rodríguez, O.; Sallé, M.; Pérez Zuzich, A. 2009. Manual de Procedimientos). Puede ser un simple acuerdo de partes en una transacción comercial o conformar un cuerpo normativo o reglamentario de un país o una región.
Una norma es un documento escrito, de público acceso, que representa el marco de acuerdo de las partes interesadas, relativas a directrices y especificaciones técnicas relativos a los atributos de calidad de observancia obligatoria para definir unas reglas de juego par el beneficio óptimo de la comunidad (FAO).
Las normas y documentos normativos se vuelven documentos reglamentarios cuando son adoptados por los países dentro de su legislación como una manera de proteger al consumidor. (FAO)

Se trata del ordenamiento o adaptación de los productos a un patrón de un modelo o norma común: Requisitos mínimos de calidad de frutas y hortalizas – tipificación (Artículo 10 del Decreto 402/2008).

ENVASES

Se utilizan distintos envases en forma, tamaño, componente, de acuerdo a la mercadería. Así encontramos envases en forma y capacidades diferentes (cajones, jaulas, bolsas de plástico, etc.), como también hortalizas que no vienen embaladas sino solamente atadas en manojos para su venta en algunos mercados locales.

TECNOLOGIAS DE POSCOSECHA

PREENFRIADO

El preenfriado o "precooling" es el proceso mediante el cual se reduce rápidamente la temperatura "de campo" del producto recién cosechado y previo a su almacenamiento, transporte refrigerado o procesamiento industrial. Puede ser por agua, por aire o por vacío:

Agua: Hidroenfriado: puede realizarse por inmersión o aspersión. No todos los productos se adaptan a este método: deben tolerar el remojado y no estar sujetos a la infiltración del agua dentro del fruto.

Aire: Por aire pasivo en cámaras: es un método simple en diseño y operación y el producto puede ser enfriado y almacenado en el mismo lugar. La principal desventaja es la lenta remoción del calor. En cambio por aire forzado se produce por la creación de un gradiente de presión. Este sistema es lento comparado con el hidroenfriado, pero es conveniente para aquellos productos que requieren una rápida remoción del calor, pero que no pueden ser enfriados por vacío, ni humedecidos y no estar sujetos a la infiltración del agua dentro del fruto.

Por vacío: La temperatura baja por el pasaje del agua del estado líquido al gaseoso a presión 4,5 mm de mercurio.

Sólo se usa en productos con alta relación superficie/volumen. El refrescado se produce por el agua que el producto evapora entonces, el tiempo es más largo y en consecuencia, la pérdida de peso depende de las características del producto, de la temperatura inicial y del tipo de embalaje. Para disminuir la pérdida de peso se recurre al remojado del producto.

DAÑO POR ENFRIAMIENTO

Ciertas hortalizas que se cultivan en la época primavero-estival, es decir que son susceptibles a heladas, están sujetas a un daño fisiológico cuando se las somete a temperaturas entre 1-10ºC, es decir que no llegan a temperaturas de helada.

Bioquímicamente el daño por frío es consecuencia del pasaje de las porciones lipídicas de las membranas celulares de un estado líquido cristalino a una estructura gel-sólido con la consiguiente pérdida de fluidez. Inmediatamente después del cambio de fluidez de la membrana se manifiestan otras alteraciones en el metabolismo celular. Lógicamente el daño será proporcional al tiempo en que los productos son expuestos a esa baja temperatura y la intensidad de la misma.

El daño por frío también conlleva a un comportamiento anómalo cuando el producto es llevado a temperatura ambiente, produciéndose la liberación de etileno, un aumento en la tasa respiratoria y liberación de sustancias tóxicas que conllevan a la senescencia y deterioro acelerado.

Entre los síntomas generales por daños por frío podemos identificar: lesiones superficiales, acumulación de líquido bajo la epidermis (áreas traslúcidas), oscurecimiento de la pulpa y ennegrecimiento de las semillas (morrones, tomates, etc.), maduración incompleta, desarrollo acelerado de hongos, oscurecimiento vascular, modificaciones organolépticas, incapacidad de continuar con el crecimiento (repollito de Bruselas).

En tomates también puede producirse daño por enfriamiento en el campo si las temperaturas bajan por debajo de 10ºC día y noche durante los 7 días previos a la cosecha superando las 115 horas de exposición. Si la suma de horas por debajo de 10 C no supera las 20 horas no habrá problemas.

Podemos clasificar a las hortalizas por su susceptibilidad al daño por enfriamiento en:

Alta: pepinos, berenjena, melón, batata, tomate verde, maduro

Moderada: chaucha, calabaza, sandía, pimiento.

Baja: espárrago, melones maduros.

Ninguna: hortalizas de hoja: lechuga, repollos, etc.

La excepción más notable estaría dada por el maíz dulce que requiere frío para mantener una mejor palatabilidad, como ya fue explicado.

DAÑO POR CONGELAMIENTO

Bajar la temperatura del producto por debajo del punto de congelamiento provoca la aparición de síntomas sobre todo cuando el producto es llevado a temperatura ambiente: frutos aguachentos, con manchas traslúcidas en la superficie, presencia de agua debajo de la epidermis, etc.

El mecanismo por el que se manifiesta el daño es muy complejo. Inmediatamente después que el producto baja de cero grado tiene la capacidad de sobreenfriamiento no formando cristales de hielo de forma inmediata. De hecho si permanece en esas condiciones un tiempo breve puede no observarse ningún tipo de daño. Pero si por el contrario las condiciones se mantienen en el tiempo el nivel de daño tiene relación directa con el tamaño de los cristales de hielo que se formen y donde se localicen: en el interior de la célula, en los espacios intercelulares, etc. La tasa de producción de etileno y etano nos permiten saber si hubo daño por congelamiento: cuando se da el daño la producción de etileno cae, en tanto que la de etano se mantiene.

El daño provoca no solo pérdida de turgencia, también puede conllevar la síntesis de algunos compuestos volátiles que confieren olor desagradable.

La susceptibilidad a daño por congelamiento tiene relación con la especie, variedad, cultivar, etc. La única regla observable es que los frutos, como la uva, con altos contenidos de azúcares simples tienen mayor resistencia.

Punto de congelamiento de algunos productos hortícolas

Producto	Punto de cong. ºC
Apio	-0.09 a -0.08
Cebolla	-1.3 a –0.9
Lechuga	-0.6 a –0.3
Papa	**-1.8 a -1.7**
Tomate	**-1.3 a -0.7**
Espárrago	**-2.2 a -2**

MODIFICACIÓN DE LA ATMÓSFERA

La composición normal de la atmósfera a nivel del mar es 78,08% de nitrógeno, 20,95% oxígeno y 0,03% anhídrido carbónico. Una "atmósfera controlada" o "modificada" es cuando la composición gaseosa donde el producto se halla almacenado es diferente a la normal. La diferencia entre ambos términos radica en que para "atmósferas controladas", se mantiene exactamente la composición gaseosa deseada y normalmente se utiliza con productos en un almacenamiento muy largo en instalaciones fijas (por ejemplo: manzanas), para "atmósferas modificadas", el almacenaje es realizado normalmente en recipientes con permeabilidad diferencial a los gases (films) y por períodos cortos, la composición gaseosa, en este caso no es exactamente controlada.

Cuando se modifica la proporción del aire o atmósfera que se halla en los depósitos se dice que se están conservando las hortalizas en atmósferas controladas: O_2 entre 3-6% y CO_2 entre 1-5%.

Atmósfera controlada: se realizan a baja temperatura para reducir la velocidad de las reacciones enzimáticas, con control de la humedad relativa para evitar la pérdidas por transpiración.

La composición gaseosa depende de cada producto en particular pero en general se recomienda 2-5% de oxígeno y 3-10% de anhídrido carbónico.

Requiere de cámaras especialmente construidas, ya que los gases tienen comportamiento diferencial de acuerdo a la temperatura y presión atmosférica.

También requieren de sistemas de monitoreo y control ambiental automatizado y externo a las cámaras.

Atmósfera modificada: se utilizan películas con permeabilidad diferencial a los gases. El producto genera la atmósfera con su respiración, y de acuerdo a la capacidad de permeabilidad de la película. En general las películas son más permeables al CO_2 que al O_2 de manera que la tasa de acumulación de CO_2 es menor que la del agotamiento del O_2 . Algunas veces se impone una concentración inicial de gases a partir de la cual con la actividad metabólica propia del producto sufre modificaciones. En este caso la atmósfera que rodea al producto almacenado depende de su tasa respiratoria, de la composición de la mezcla gaseosa adicionada y de la temperatura de almacenamiento.

Almacenamiento hipobárico o de baja presión: El producto es colocado en cámaras refrigeradas bajo un vacío parcial, el aire es evacuado hasta una presión subatmosférica en el rango de 10-80 mm Hg. Cuando se alcanza la presión deseada, el aire fresco es introducido a través de un regulador de presión y humificado, el producto es continuamente ventilado, facilitando la remoción de CO_2, etileno y otros volátiles.

En algunos productos, como es el caso de la banana, tomate, etc., es necesario provocar la maduración para lo cual se utilizan cámaras donde se dosifica etileno en condiciones de temperatura media.

Existen diversos tipos de embalajes adaptados para el transportes marítimos, terrestres y aéreos que permiten hacer alguno o combinación de varios de los tratamientos antes expuestos con el objeto de preservar o lograr la calidad adecuada para el consumo.

Clasificación de los productos según su elaboración

En el Mercado Internacional se han determinado 5 gamas, cada una constituida por productos con distinto grado de elaboración:

- ✓ Primera gama: hortalizas frescas, con o sin marca.
- ✓ Segunda gama: conservas esterilizadas por el calor, envasadas en frascos o latas.
- ✓ Tercera gama: congelados.
- ✓ Cuarta gama: hortalizas frescas, lavadas, cortadas, centrifugadas, envasadas y refrigeradas, sin aditivos, salvo el lavado con agua clorinada. El objetivo es que permanezcan entre 7 y 14 días en las heladeras hogareñas. Necesitan condimento y/o cocción antes de ser consumidas.

- ✓ Quinta gama: aquellas que han recibido doble pasteurización o esterilización (mediante autoclave en donde se somete a la materia prima a alta temperatura, dándole luego un golpe de frío). Se presentan envasadas al vacío, en un film o en bandejas y listas para consumir. Con la pasteurización el producto refrigerado es de calidad superior, al no haber sido sometido a temperaturas demasiados elevadas. Mediante la esterilización la vida del producto es mayor, pero la calidad alimenticia disminuye (la consistencia no es la misma y se produce pérdida del valor nutricional).

TERMINOLOGIA

- ✓ MADURACION: Puede ser definida como la secuencia de cambios de color, sabor y textura, que hacen que el "producto" sea aceptable para consumo humano.
- ✓ MADUREZ FISIOLOGICA: Se habla de madurez fisiológica en frutos, cuando las semillas adquieren viabilidad para germinar; por ejemplo zapallos.
- ✓ MADUREZ COMERCIAL: Estado en que una planta o parte de ella alcanza las características de "producto comercial"; por ejemplo zapallito redondo de tronco.
- ✓ MADURACION ORGANOLÉPTICA: Conjunto de procesos que ocurren durante los últimos estadíos del crecimiento y desarrollo e inicio de la senescencia, que resultan en características estéticas y/o nutritivas evidenciado por cambios en la composición, color, textura y otros atributos.
- ✓ ENVEJECIMIENTO: Incremento de tiempo que puede ir acompañado o no de un cambio fisiológico.
- ✓ SENESCENCIA: Procesos que siguen a la madurez fisiológica o comercial y que conducen a la muerte del tejido.

APLICACIÓN A TRES CULTIVOS HORTICOLAS

LECHUGA, TOMATE Y PIMIENTO BAJO CUBIERTA EN LA ZONA DE MAR DEL PLATA

LECHUGA

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una planta herbácea de las familias de las Compuestas, de origen no muy definido, pues algunos sostienen que es originaria de Europa Meridional y otros de Asia. El nombre lactuca deriva de la raíz Lac, que significa "leche" (presencia de látex) y sativa porque es cultivada.

Se la cultiva en todo el país, en diferentes condiciones climáticas y edáficas; está presente en casi todos los cinturones verdes, con algunos problemas productivos en zonas con condiciones climáticas extremas. Las dificultades para su producción en invierno y verano en otras regiones, contribuyeron al desarrollo de zonas como Mar del Plata, La Plata y Gran Buenos Aires que cultivan todo el año y zonas como Santiago del Estero que permiten su cultivo en invierno. En cuanto a superficie cultivada con hortalizas, ocupa el cuarto lugar con unas 13.000 ha. y un volumen de producción de 200.000 toneladas. En lo que se refiere al consumo, si bien no existen datos actualizados, ocupa el tercer lugar después de la papa y el tomate (Cacace, E. y Huarte, M. 1996). Es previsible un aumento del consumo por ser una hortaliza que se va incorporando a la dieta sana por sus características: fresca, de bajas calorías, con vitaminas y de fácil preparación. En el Mercado Central de Buenos Aires, durante el año 2010 se comercializaron 22.933,7 t. de lechuga, y ocupó el 6to lugar del ranking de ingreso de las hortalizas más comercializadas en este mercado, con una participación del 2,9 % dentro del volumen total de hortalizas.

La superficie total cultivada con lechuga en el sudeste bonaerense se estima entre 2000 a 2800 ha, con una producción de alrededor de 75.000 tn. De la producción total, ocupa el 96,5% a campo, con rendimientos de 25 tn/ha y el 3,1% bajo cubierta con rendimientos de 35 tn/ha.

La lechuga cultivada en invernadero, principalmente en La Plata, Mar del Plata y algunas zonas del Litoral, generalmente ocupa un lugar en la rotación, cubriendo cortos períodos.

Su cultivo bajo cubierta le otorga las siguientes características:

- ✓ Aumento de la calidad comercial, pues se obtienen plantas sanas, limpias, tiernas, grandes, de buen aspecto y con larga vida poscosecha, factores fundamentales para estimular el consumo de esta hortaliza.
- ✓ Continuidad de la producción, debido a la protección, el cultivo no es afectado por heladas, lluvias, granizo, etc. lo que permite su cultivo durante todo el año. La continuidad tiene un valor estratégico en el esquema de comercialización (comercialización directa, a supermercados, grandes verdulerías, etc.).
- ✓ Elevada productividad, no sólo por el mayor rendimiento sino también por el acortamiento del ciclo productivo y con ello se pueden efectuar mayor número de cultivos durante el año.
- ✓ Bajos costos (ciclo corto, menores costos financieros, menores riesgos respecto a otros cultivos, pues no es tan afectada por los accidentes climáticos). También es posible reducir los costos de inversión de las estructuras de forzado.
- ✓ Dado su corto ciclo de producción (40 días en algunos casos), es posible cubrir periodos sin producción en algunas épocas del año.

Manejo del cultivo

Suelo: Exigencias Edáficas y Nutricionales

Condiciones del suelo:

- ✓ Textura media.
- ✓ Buen drenaje.
- ✓ Alto contenido de materia orgánica.
- ✓ Buena capacidad de retención de agua
- ✓ pH entre 6 a 7.5

En cuanto al contenido de sales, la lechuga es medianamente resistente a la salinidad. En la producción en invernáculo los problemas pueden agravarse por las fuertes fertilizaciones que se realizan y la ausencia de lavado por el agua de lluvia.

La presencia de sales en el suelo aumenta la sensibilidad a las altas temperaturas y reduce el tamaño de las plantas.

Previamente a la plantación es importante el abonado con enmiendas orgánicas para mantener el suelo mullido, principalmente para suelos pesados. El más utilizado en la zona hortícola de Mar del Plata es el de ave (cama de pollo parrillero o ponedoras), se emplean 2-3 Kg por metro cuadrado, se incorpora (rastras de discos, arado rotativo, etc.) generalmente en otoño-invierno. Un exceso de abono nitrogenado favorece el desarrollo de enfermedades, produce un cogollo flojo y necrosamiento de los bordes.

Además, al igual que otras hortalizas, un exceso de nitratos en las hojas es perjudicial para la salud humana.

Necesidades nutricionales:

Una cosecha de 18 a 50 tn/ha puede extraer:

- ✓ 2,5 a 3,5 Kg de N
- ✓ O,6 a 1,2 Kg de P2O5
- ✓ 4 a 5 Kg de OK2

Una adecuada relación de N/K, deberá ser de 1:3 a 1:4 según el cultivo sea de primavera o verano.

Preparación del suelo

Un suelo correctamente preparado, trabajado en profundidad, para lograr un buen drenaje y favorecer el lavado de las sales del agua de riego y de la fertilización, con una buena nivelación para evitar el encharcamiento que favorecería la aparición de enfermedades como Sclerotinia, son las condiciones requeridas para iniciar el cultivo.

En la producción bajo invernáculo, este problema se reduce debido a la ausencia de precipitaciones y por el riego localizado.

Requerimientos climáticos

La Lechuga requiere climas templados frescos, con temperaturas promedios mensuales comprendidas entre 13º y 18 ºC.

El excesivo calor acelera la aparición de la etapa de floración y produce quemaduras de los extremos de las hojas; éstas se tornan más amargas (acumulación de látex) y forman cabezas poco compactas. También se produce la aparición del "tipburn" o quemadura del borde de la hoja.

Para conseguir un buen acogollado, desarrollo y compacidad de las cabezas en lechugas capuchinas son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17 y 28 ºC y temperaturas nocturnas entre 3 y 12 ºC.

Entre los factores que participan en la formación de las cabezas son importantes la luz y la temperatura; cuando menor es la luminosidad menor es la temperatura para esta etapa.

Las temperaturas bajas y aún las heladas de escasa magnitud no producen daños en las plantas pequeñas; en cambio, en las plantas que se encuentran en madurez comercial, las hojas externas y a veces las internas resultan muy dañadas. Estos daños favorecen la aparición de enfermedades, disminuyen la calidad y el rendimiento comercial.

	ºC
Se hiela la planta	– 6
Se detiene su desarrollo	6 y 30
Germinación: Temp. Mínima	3 a 5
Temp. Óptima	15 a 20
Temp. Máxima	25 a 30
Crecimiento en almácigo: Dia	15
Noche	10
Desarrollo: Día	14 a 18
Noche	5 a 8
Formación de cabeza: Día	12
Noche	3 a 5

Fuente: Z. Cerrano Cermeño .1979

La humedad relativa ambiente adecuada para el desarrollo está comprendida entre el 60 y 80%; excesiva humedad favorece el desarrollo de enfermedades principalmente cuando se cultiva en invernáculo.

En cuanto al fotoperíodo, días cortos favorecen la formación de cabezas y días largos la floración, aunque esta respuesta depende de los cultivares.

Producción bajo cubierta

Las protecciones para el cultivo pueden ser las siguientes:

- ✓ Túnel bajo.
- ✓ Túnel alto.
- ✓ Medias sombras.
- ✓ Invernadero calefaccionado (No se utilizan en esta zona).
- ✓ Invernadero frío.

Túneles bajos: Son estructuras de aproximadamente 1m de ancho, 50 cm de alto y largo variable, se cultivan aproximadamente 4 hileras sobre platabanda, regadas con 2 mangueras de riego por goteo. Los túneles son de bajo costo de inversión, pero de mayor costo operativo (mano de obra para abrir y cerrar diariamente) y además es necesario amortizarlos en un menor tiempo de uso. Las oscilaciones de temperatura y humedad son más bruscas que las de un invernadero y

la protección de heladas no es tan efectiva. Sin embargo es un sistema que permite obtener mayor calidad de producción, en base a una mayor protección de la planta contra los vientos, la lluvia, etc.

Túneles altos: estructuras intermedias entre los túneles bajos y los invernaderos, en lo que respecta a la inversión necesaria y a la protección de los cultivos. Son de aproximadamente 3.5 m de ancho, 1.8 de alto, largo variable, cubiertos con polietileno de 100 -150 micrones de espesor y permite la circulación interior de operarios y maquinarias para la realización de las labranzas. Es posible sistematizar el terreno en platabandas o en lomos, cultivando de 8 a 10 hileras de plantas.

Medias sombras: Se utilizan en zonas cálidas para la producción de vegetales de hoja. Estas son estructuras construidas precariamente (con cañas, ramas, etc.) o con materiales especiales (medias sombras), con el objetivo de reducir la radiación, la temperatura a nivel de hojas, la evapotranspiración, aumentar la humedad relativa del ambiente y regular la humedad a nivel del suelo.

Las medias sombras probablemente tengan un importante desarrollo, aún para zonas templadas, dado la reducción de los costos de inversión respecto a un invernadero, y la posibilidad de lograr mejores condiciones de cultivo en verano. Sin embargo es necesario continuar ensayándolas con el fin de extender su utilización a otras épocas del año.

Invernaderos fríos: Son estructuras más anchas y altas que los túneles altos (mayor volumen de aire), de mejores condiciones ambientales (humedad y temperatura). Estas estructuras deben ser capaces de tener una elevada capacidad de renovación de aire (ventilación) para evitar temperaturas muy altas y versátiles que permitan prevenir descensos térmicos críticos que afecten las plantas. Para ello pueden estar dotadas de equipos precarios de calefacción antiheladas (tachos con carbón) o recurrir a métodos pasivos, tales como el doble techo o la pantalla aluminizada. En inviernos normales, con estas estructuras no existen problemas en la producción.

Técnicas de cultivo en invernáculo

La siembra puede ser en forma directa, pero es conveniente el trasplante con pan de tierra. Esta última tiene lar siguientes ventajas:

- ✓ Un acortamiento del tiempo de ocupación de los invernaderos, factor de gran importancia teniendo en cuenta la elevada inversión por m^2 de superficie cubierta.
- ✓ Mayor uniformidad de plantas a la cosecha, ello se explica por la mayor uniformidad y mejor distribución de las plantas en el lote de cultivo.
- ✓ Disminución de los costos por menor cantidad de semilla utilizada.
- ✓ El trasplante con pan de tierra tiene la ventaja de evitar el estrés, en comparación al trasplante a raíz desnuda.

Almácigo para producción de plantines a raíz desnuda

Es conveniente hacerlo sobre platabandas elevadas para poder manejar convenientemente la humedad, incorporar enmienda orgánica bien descompuesta con suficiente anticipación, desinfectar el suelo para evitar problemas de enfermedades y de malezas y sembrar en líneas separadas a 8 cm, se debe utilizar una dosis de aproximadamente 1 a 1.5 g de semilla/m2 de almácigo, para obtener de 800 a 1000 plantines/m2. La cobertura del almácigo dependerá de la época en que se efectúe, en invierno será conveniente aumentar la temperatura del suelo con un túnel bajo y en verano será necesario sombrearlo.

Almácigo para la producción de plantines con pan de tierra

Se utilizan bandejas con celdas de capacidad variable, en general 25 a 50 cm^3 de capacidad por unidad, con ello se obtiene un plantín suficientemente grande y fuerte y de costo reducido. El sustrato puede ser preparado con distintos materiales.

La siembra puede efectuarse manual o mecánicamente, en el primer caso un operario puede sembrar de 6.000 a 10.000 celdas por jornal, realizando la tarea completa: llenar las celdas de sustrato, sembrar, tapar colocar las

bandejas en sala de germinación (la semilla peletizada puede facilitar la tarea).

Luego de la siembra es conveniente colocar las bandejas en una "sala de germinación", la que consiste en una habitación con varias pilas de estantes para ubicar las bandejas y con control de la temperatura y de la humedad relativa. Las bandejas deben retirarse de la sala y colocarse en la almaciguera antes de que se produzca la emergencia. Con esta técnica, al otorgarle condiciones óptimas, se logra rapidez y principalmente uniformidad de la emergencia, factor de gran importancia para obtener plantines de calidad y uniformes.

Las almacigueras deberán permitir el control de las bajas y altas temperaturas y en lo posible contarán con mallas para limitar la entrada de insectos, tales como trips, pulgones, etc., la cantidad de plantines a cultivarse por m^2 de almaciguero es de 300 a 800 en función al tamaño de la celda utilizada.

La producción de plantines en verano presenta dificultades mayores que en invierno, pues bajar la temperatura por debajo de 28-30 ºC se dificulta; la ventilación no es suficiente, más aún si se utilizan mallas protectoras contra insectos. El plantín debe tener adecuado ritmo de crecimiento, pues cualquier situación de estrés (falta de humedad y elevada temperatura) provocará que la planta se estimule a florecer antes de llegar al estado comercial. Un control adecuado del clima del almácigo permitirá obtener una mayor cantidad de plantas con calidad comercial.

Los riegos se pueden hacer por microaspersión o por subirrigación, en este último caso las bandejas deben estar ubicadas dentro de bateas perfectamente niveladas para que el riego sea lo más uniforme posible.

Trasplante

Para el trasplante a raíz desnuda es necesario que las plantas tengan de 8 a 10 cm de altura y 5-6 hojas verdaderas, regar el almácigo con 1 día de anticipación y sacar los plantines con gran cuidado para que tengan la mayor cantidad de raíces posibles, siendo necesario descartar las plantas muy débiles. La plantación se realiza con plantadores (estaca aguzada en el extremo), zapines, etc. Es necesario regar después de la plantación para producir un adecuado asentamiento del suelo sobre las raíces.

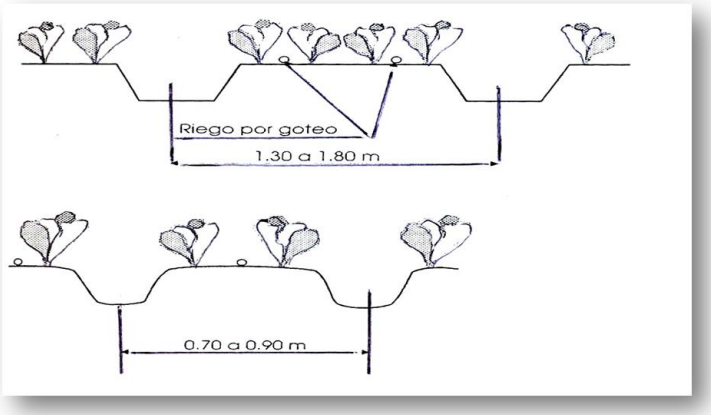
El trasplante con pan de tierra se efectúa entre los 15 a 35 días de la siembra, en función al tamaño de la celda utilizada y de las condiciones climáticas.

Para plantar es necesario que el suelo se haya regado con anticipación, de modo que no se encuentre excesivamente mojado. La operación de trasplante con pan de tierra se realiza con herramienta o elementos adecuados, con el fin de que el pan de tierra no se rompa.

La desventaja del trasplante es el costo de mano de obra (representa alrededor del 20 % del costo de producción) ya que un operario difícilmente pueda trasplantar más de 2000 plantines con pan de tierra por día y la lechuga tiene una alta densidad de plantación en relación a otros cultivos. Una opción es la mecanización de la plantación, con la utilización de trasplantadoras automotrices o traccionadas.

Una de las formas de plantar es sobre platabandas de ancho variable (1 a 2 m), en hilera distanciadas a 25 a 55 cm entre cada una de ellas y de 20 a 30 cm entre planta sobre la hilera, con este sistema de plantación es necesario contar con riego por microaspersión o goteo. También se puede plantar sobre lomos de 0,6 a 0.8 m de ancho, con una hilera de plantas a cada lado del lomo. Las plantaciones en canteros, con riego por inundación no es aconsejable para este cultivo en invernadero, principalmente en suelos pesados y climas húmedos.

La densidad de plantación oscila de 6 a 20 pl/m2, en función a la época del año y al cultivar. Así la lechuga de hoja, cultivada en verano tendrá que plantarse a la mayor densidad para obtener rendimientos aceptables, mientras que una variedad vigorosa, de gran porte, para un cultivo invernal se podrá plantar con la menor densidad sin que se afecte la productividad y con la obtención de una planta de mayor peso.



Labores

Carpida y Raleo: En los casos donde el cultivo se inicia con el trasplante y la presencia de malezas no incide mayormente, esta operación tiene poca relevancia o no se práctica.

Riegos: Es necesario tener el suelo con una humedad constante, para mantener a la planta con un crecimiento ininterrumpido. Sin embargo deberá estar seco en superficie para evitar enfermedades del cuello y de las hojas que están en contacto con el suelo, principalmente en condiciones que favorecen la aparición enfermedades como "esclerotinia" y “mildiu”.

El riego por goteo es ideal para este cultivo, instalando una cinta o manguera de riego cada 2 líneas. No obstante, para la primer etapa postrasplante, en épocas de calor y para la técnica de siembra directa es necesario contar con un riego por microaspersión, con el fin de mojar uniformemente el suelo, favorecer la nascencia o arraigue y aumentar la humedad relativa. Otra forma de riego es por surco o infiltración,

adecuado para la producción en estaciones cálidas pero no para el invierno, dado la alta humedad relativa en el interior de los invernaderos.

Plagas y enfermedades

Malezas y su control: Las malezas tienen una gran importancia en el cultivo de lechuga al aire libre; sin embargo bajo invernadero, en rotación con cultivos tradicionales (pimiento, tomate, etc.) y muchas de ellos fumigados, estos suelos en general no presentan demasiados problemas de malezas.

Es recomendable no utilizar herbicidas en cultivos protegidos, fundamentalmente por el efecto de los productos residuales en los próximos cultivos a instalar en el invernadero.

Principales Plagas y su control

Pulgones: Varios pulgones atacan a la lechuga, dentro de ellos el más importante es el *Myzus persicae* (pulgón verde del duraznero), el daño principal es por la transmisión del virus del mosaico, pero también por causar daños por si mismo como reducción del rendimiento de las plantas y secreción de sustancias azucaradas que producen fumaginas que deterioran la calidad.

Trips: La lechuga es muy atacada por esta plaga, principalmente durante los meses de verano, provocando en las hojas manchas cloróticas y una decoloración generalizada con una disminución del tamaño y la calidad de la planta, agravado por la acción del virus de la "peste negra" (TSWV) transmitido por esta plaga. Si ataca a las plantas pequeñas puede ocasionar la muerte de las mismas. La dificultad del control se produce por la localizaci6n de este insecto en lugares donde es difícil llegar con la pulverización, por ello es necesario realizar controles con insecticidas específicos con atrayentes como azúcar, desde la aparición de la plaga, desde los estados iniciales del cultivo.

Mosca blanca: es una plaga que está tomando importancia, si bien la lechuga no es su hospedante preferido. Al igual que en el caso anterior la dificultad está en su ubicación (envés de las hojas). Para el control se pueden utilizar productos autorizados que reduzcan la presencia de esta plaga.

Otras plagas que atacan ocasionalmente son: los gusanos cortadores (*Agrostis sp*, y otros), chinches (*Edesa sp.* y *Nezara sp),* y minadoras de hojas (*Liriomiza sp.*) Para el primero es necesario efectuar tratamientos dirigidos al suelo.

El control se debe realizar con insecticidas específicos autorizados, en dosis indicadas, teniendo en cuenta todas las indicaciones que figuran en

el marbete. Un aspecto importante para facilitar el control, es pulverizar con la presión y el caudal de agua necesario para llegar a todas partes de las plantas.

Principales enfermedades y su control

Caída o marchitamiento:(*Sclerotinia sclerotiorum* y *S. minor*). Ambas enfermedades tienen síntomas similares y pueden atacar a la lechuga en sus distintos estadíos y especialmente cuando las plantas se encuentran próximas a la madurez comercial. Es una enfermedad muy importante en otoño e invierno. La infección se produce en el tallo a nivel del suelo, las hojas seniles de plantas maduras sirven de sustrato para la colonización de los hongos. La planta se marchita, primero las hojas exteriores, luego las centrales y finalmente muere toda la planta. Por medio de los esclerocitos los hongos pueden persistir en la tierra por varios años.

- El control de esta enfermedad se debe efectuar de la siguiente forma: controlar las condiciones que generan alta humedad a nivel del cuello de las plantas, tales como: alta densidad, mala nivelación, exceso de riego, poca aireación de los invernaderos, malezas, etc.,
- Desinfección del suelo: con métodos químicos (Bromuro de metilo, Metan sodio, Dazomet) o no químicos (vapor, biofumigación).
- Labranzas profundas para enterrar los esclerocios evitando la germinación de los mismos.
- Rotación de cultivos con acelga, espinaca o cebolla.

Podredumbre gris (*Botritis cinerea*): Aunque los daños son similares a la Sclerotinia, Botritis es un parásito de origen externo, no un hongo procedente del suelo. Para entrar a la planta necesita de heridas o de tejido muerto (hojas senescentes, otras enfermedades, etc.). El micelio gris es lo que diferencia a esta enfermedad con la anterior.

Mildiu o Bremia: (*Bremia lactucae*) Ataca especialmente a las hojas exteriores, desmejorando la calidad comercial.

Los primeros síntomas aparecen sobre la cara superior de las hojas, en forma de manchas angulosas, amarillo pálido de tamaño y forma variable que pueden permanecer aisladas o hacerse confluentes abarcando grandes zonas de la superficie foliar; en el envés de las hojas y en correspondencia con las zonas cloróticas puede observarse una eflorescencia blanca pulverulenta (conidios). Se presenta en condiciones de clima fresco y húmedo. Los cultivares resistentes a esta enfermedad tienen buen comportamiento, sin embargo el problema es la aparición de nuevas razas.

Para el control de esta enfermedad es necesario tener en cuenta:

- Buena ventilación de los invernaderos.

- No implantar nuevos cultivos en suelos con antecedentes de la enfermedad.

Mancha de la hoja: (*Cercospora longissima*). Enfermedad señalada por la E.E.A. INTA de San Pedro, afectando cultivos de lechuga bajo invernadero, en cultivos muy densos y en tiempo caluroso y húmedo desarrolla sobre las hojas exteriores diminutas manchas castaño oscuro con centro claro y bordes cloróticos. El patógeno puede sobrevivir en rastrojos y en la semilla,

El control de esta enfermedad consiste en: sembrar la semilla libre de patógenos, eliminación de los restos de cosecha.

Pseudomonas marginalis: es una bacteriosis que suele aparecer en determinados momentos como importante; esta enfermedad ataca a las hojas exteriores de las plantas próximas a la cosecha, provocando una podredumbre húmeda. Las condiciones que predisponen son las lluvias abundantes o los riegos por aspersión o alta humedad y temperaturas elevadas (27 o a 30ºC), también penetra a través de heridas de modo que son peligrosas las heladas, daños mecánicos, etc. Como prácticas para controlar esta enfermedad se recomienda evitar el riego por aspersión en la última etapa del cultivo y el uso de nitrógeno en cantidades excesivas.

Las virosis más importantes son:

Virus del mosaico de la lechuga (VML): Es una enfermedad muy importante que causa grandes daños económicos. Se manifiesta por un leve moteado clorótico, encrespamiento de las hojas, mosaico y raramente necrosis. Las hojas toman una coloración opaca, puede detectarse un enanismo y una mala formación de la cabeza. Los vectores de esta enfermedad son los áfidos (*Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*) También se transmite por semillas.

En la Argentina el tema ha sido objeto de estudios en la E.E.A. del INTA La Consulta, donde se desarrollaron los trabajos de selección de los principales cultivares de lechuga para nuestro país.

El control de esta enfermedad consiste en eliminar las plantas enfermas, siembra de semilla libre del patógeno, control de los áfidos vectores y la utilización de cultivares resistentes.

Peste negra (Tomato Spotted Wilt Virus): Las plantas jóvenes muestran amarillamiento, marchitez y muerte; las más grandes clorosis, deformación de hojas y necrosis que puede atacar la parte central y que hace ver a las plantas como encorvadas. Es trasmitida por *Trips sp* y *Frankliniella sp* y sobrevive en numerosas plantas cultivadas y malezas. Una medida importante es la producción de plantines en almácigos

controlados, para evitar la entrada de transmisores, el control de los trips y eliminación de cultivos afectados.

Enfermedades fisiológicas

Necrosis marginal, Quemadura apical o Tipburn: Es una alteración nutricional relacionada al metabolismo del calcio, que causa necrosis en los bordes de las hojas, tejido que posteriormente es invadido por enfermedades. Se pueden utilizar materiales resistentes.

COSECHA, EMPAQUE, POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

La cosecha de lechuga normalmente se realiza en forma manual, representando esta operación, un porcentaje elevado de los costos del cultivo.

La operación de cosecha consiste realizar un corte a ras del suelo, se eliminan las hojas exteriores y las que están en mal estado, y se corta el tronco enrasando al nivel de las hojas exteriores (prolijado), cuidando de que las mismas queden limpias de tierra y se empacan directamente.

Los rendimientos comerciales de lechuga bajo invernadero oscilan de 20,000 a 50.000 kg/ha, en función del tipo de lechuga, estado del cultivo y a la época del año.

Normalmente la lechuga en nuestro país se empaca en cajones lechugueros o jaulas.

Las lechugas de invernadero, de mayor calidad comercial, suele utilizarse envases y presentaciones en relación a la calidad obtenida; una alternativa es utilizar bandejas y si es posible colocar cada planta en bolsas de polietileno, esta práctica disminuye los daños físicos de las cabezas y las pudriciones.

Una vez cosechadas es importante enfriarlas rápidamente y continuar con la cadena de frío hasta la comercialización.

La calidad, a diferencia de algunas frutas, no mejora en poscosecha, sólo declina, por lo tanto es necesario mantener esta tasa de deterioro lo más bajo posible y la temperatura es el factor más importante para el mantenimiento de la calidad.

Para obtener la mayor duración poscosecha las plantas deberían ser enfriadas inmediatamente después de la cosecha y mantenerlas a una temperatura de 0ºC y con una humedad relativa del 95 al 98 %. En la práctica el preenfriado dentro de 1 a 3 horas después de la cosecha generalmente mantiene la calidad, a menos que la temperatura de la planta sea superior a los 25ºC. La temperatura debe ser mantenida entre 0 y 3ºC si el período de conservación es largo y de 0 y 5ºC si es más corto.

Un aspecto muy importante es la sensibilidad de la lechuga al etileno, por ello nunca debe ser almacenada o transportada con frutas que emitan este gas.

La lechuga de cabeza compacta admite muy bien casi todos los métodos de enfriado, resultando altamente favorable el enfriamiento al vacío. Este método es rápido, requiriendo cerca de 25 minutos para bajar la temperatura entre 0 y 2.5ºC, independientemente de la temperatura inicial (hasta cerca de 30ºC). Es necesario tener en cuenta que para bajar de 20 a 4ºC las hojas pierden el 3.6 % de agua y hasta la pérdida del 5 % no se marchitan. Pero si la temperatura de la planta es muy alta es necesario rociar las lechugas antes de enfriarlas, de este modo parte del agua que se pierde proviene del agua agregada y no de las hojas.

TOMATE

Su cultivo en diferentes zonas productoras del país hace posible una oferta de tomate fresco durante todo el año, con la lógica fluctuación debido a la estacionalidad.

Las áreas productoras se han ampliado considerablemente, con la aparición de variedades e híbridos adaptados a diferentes condiciones ecológicas y la difusión de los sistemas de producción bajo cubierta (invernáculos). Las principales zonas productoras de este cultivo con destino al mercado fresco son: Salta, Jujuy, Santa Fe, Corrientes, San Juan, Mendoza, Gran Buenos Aires y Mar del Plata.

En la última década hubo una importante evolución, donde se introdujeron grandes cambios tales como los materiales híbridos, resistencia a enfermedades y plagas, diagnósticos de suelo y fertilización, eficiencia en el riego, riego por goteo, fertirriego, aplicación de plaguicidas y hormonales específicos, producción de plantines en bandejas y planificación en el manejo del cultivo. Un aspecto a remarcar es el uso de plantines con pan de tierra en reemplazo de los plantines a raíz desnuda.

Estas novedades han permitido elevar los rendimientos y lograr cosechas más seguras.

La superficie cultivada con tomate en el país se estima en 30.000 hectáreas con una producción de 760.000 toneladas. De la producción total alrededor del 60% se destina al mercado en fresco y el 40% a la industria, utilizándose para éste último fin, tomate tipo perita. En el Sudeste de la provincia de Buenos Aires se produce para mercado fresco.

Hasta fines de 1980 predominaba la variedad Platense, con buen comportamiento sanitario principalmente ante el virus de la "peste negra" y buen sabor; cada productor hacía su propia semilla con tomate de su selección, pero la producción era baja y tenía un rápido deterioro después de la cosecha. Con la aparición de variedades mejoradas y los híbridos, coincidentemente con el desarrollo de los invernáculos, se abre rápidamente una nueva etapa.

En el quinquenio 1994-99, la superficie de tomate bajo cubierta marplatense se incrementa de 7 a 80 hectáreas, llegando en la campaña 2007 a unas 240 hectáreas, cultivadas exclusivamente con híbridos; en cambio el cultivado al aire libre se reduce de 650 hectáreas (60% variedades y 40% híbridos) a 180.

En lo referente a los rendimientos se destaca su incremento, pasando en cultivos al aire libre de 35 toneladas por hectárea al doble; en cambio bajo cubierta los rendimientos ascienden a 150 toneladas; además se logra mayor uniformidad y presentación, también menor porcentaje de descarte.

Por el hábito de crecimiento los cultivares (variedades o híbridos) se pueden clasificar en determinados (plantas bajas) e indeterminados (plantas altas), lo que define el modo de conducción (poda) y el tutoraje; en cultivos al aire libre se usan cañas como elemento de sostén, en cambio, bajo cubierta se utiliza una cinta plástica que pende de la estructura.

Como los cultivares se expresan de distinto modo al aire libre o bajo cubierta, el comportamiento es diferente en cada sistema. En cultivos bajo cubierta, se adoptaron aquellos materiales genéticos de buen rendimiento, buena sanidad, buen sabor y con buena conservación (larga vida estructurales). Asimismo se observa una tendencia al consumo de peritas grandes. El panorama varietal se puede dividir en tres grandes grupos: tomates de hábito indeterminado (Badro, Superman, Bigua, Rosso, etc.); de hábito determinado (El valle, Miconos, STM5206, Tarija, Rodas, etc.) y peritas (Zorzal, Colibrí, Diabolic, etc.). Los tomates "cherry" participan del sector de demanda de las minihortalizas.

Manejo del cultivo

Estos temas son comunes a los cultivos de tomate y pimiento; las particularidades serán tratadas en cada caso.

Las exigencias edáficas y nutricionales requeridas por el cultivo son:

- **Suelos de**
  - ✓ Textura media.
  - ✓ Buena profundidad del horizonte superficial.
  - ✓ Buen drenaje.
  - ✓ Alto contenido de materia orgánica.
  - ✓ Disponibilidad de nutrientes.
  - ✓ pH entre 6,2 y 7.0

Esta especie es medianamente tolerante a la salinidad. En su estado más sensible (primeras etapas de su ciclo) desarrolla bien en un rango de 1,4 a 2,1 mmhoms/cm (25ºC).

Los requerimientos nutricionales del tomate son bastante elevados, y varían de acuerdo a diferentes factores: variedad (cultivar), sistema productivo, condiciones ambientales, época del año, rendimiento esperado, etc.

La extracción de los principales nutrientes por cada 1.000 kg. de tomate producido puede estimarse en:

- ✓ 2,70 Kg de N.
- ✓ 1,02 Kg de P_2O_5
- ✓ 4,60 Kg de OK_2

Por lo tanto, una buena producción de tomate bajo cubierta (150 tn/ha) extrae:

- ✓ 405 Kg/ha de N
- ✓ 153 Kg/ha de P_2O_5
- ✓ 690 Kg/ha de OK_2

- **Requerimientos climáticos**

El tomate es una especie de clima cálido que no tolera excesiva humedad o períodos prolongados de temperaturas por debajo de 12 ºC.

Algunos autores citan valores de temperaturas críticas del tomate según las exigencias térmicas de las diferentes etapas del ciclo fenológico:

Estadío fenológico	ºC
Se hiela la planta	- 2
Se detiene su desarrollo	10 a 12
Mayor desarrollo	20 a 24
Desarrollo normal (media mensual)	16 a 27
Germinación: Temp. Mínima Temp. Óptima Temp. Máxima	10 25 a 30 35
Nacimiento	18
Primeras hojas	12
Desarrollo: Día Noche	18 a 21 13 a 16
Temperatura del suelo: Mínima Óptima Máxima	12 20 a 24 34

Fuente: Z. Serrano Cermeño y E Sganzerla. 1990

De acuerdo a los datos precedentes se puede inferir que esta especie es muy sensible a la acción del frío. A temperaturas de 10 – 12 ºC la planta de tomate presenta detención del desarrollo, clorosis, pocas flores y estériles ya que el polen producido no es viable. A menos de 10 ºC se nota una detención de la actividad vegetativa, siendo la floración la primera en afectarse. Con temperaturas más severas la planta se hiela, siendo más sensibles los brotes tiernos.

Respecto a la humedad ambiental, la óptima para el tomate es del 50–60% (inferior a la del pimiento); con mayor humedad relativa la polinización se dificulta y se favorece el desarrollo de enfermedades.

En cuanto a la luz, si bien es una especie indiferente al fotoperíodo, la condición de días largos tiene un efecto favorable sobre el crecimiento vegetativo. La saturación luminosa se alcanza con valores relativamente bajos. Durante la época invernal se encuentra un

bajo número de frutos, aun manteniendo un ambiente calefaccionado acorde a los requerimientos térmicos del cultivo.

Obtención de plantines

Los plantines son producidos por el propio productor o provistos por firmas especializadas; la semilla se siembra en bandejas (speedling) con sustratos especiales, lo que redunda en ciertas ventajas como la uniformidad en el desarrollo del cultivo; además se evita la entrada de patógenos por las heridas provocadas en las raíces, en la modalidad raíz desnuda. El uso del speedling está muy difundido para la producción de plantines debido a la cantidad producida por unidad de superficie, menor cantidad de sustrato utilizado y por su facilidad en el transporte. No obstante se debe tener cuidado de no retrasar el momento del trasplante (primer par de hojas verdaderas y asomando la tercera).

Previo a la siembra es conveniente efectuar la desinfección del sustrato (algunos de los provistos por empresas vienen tratados). Dado el valor de la semilla híbrida es conveniente depositar una semilla por cavidad.

Estimación de cantidad de semilla

El cálculo se realiza en base a la densidad de plantación (plantas por metro cuadrado), tamaño de la semilla (Nº de semillas /gr.) y del poder germinativo (PG) + porcentaje de reposición. Por ejemplo, para un invernáculo de 1.000 metros cuadrados, con una densidad de 2,5 plantas por m^2, 250 semillas/gr. y un PG del 100%; considerando un 10% de reposición, necesitaríamos: 2500/250=10 gr. + 10%= 11gr.

Desarrollo y calidad de plantín

Los factores que inciden en el desarrollo del plantín son:

Temperatura, luz, agua y nutrientes. Para estimar la fecha de siembra de los almácigos se considera, para la primavera de esta zona, unos 45 días el período entre siembra y trasplante.

Para lograr buena emergencia y desarrollo del plantín se deberá tener en cuenta la profundidad de siembra (no mayor de 2 veces el tamaño de la semilla) y el riego desde la siembra al trasplante (abundante hasta la emergencia).

Un plantín de calidad es aquel que cumple con los siguientes requisitos: identidad varietal, uniformidad, fisiológicamente jóvenes y sanos.

Implantación y manejo del cultivo

A continuación se tratarán las prácticas correspondientes al desarrollo del cultivo.

- ✓ Preparación del suelo - Alomado
- ✓ Cobertura plástica (mulch)
- ✓ Riego
- ✓ Trasplante
- ✓ Tutorado
- ✓ Poda
- ✓ Aplicación de fitoreguladores
- ✓ Deshoje
- ✓ Poda apical
- ✓ Cosecha

Preparación del suelo – Alomado

La preparación del suelo se debe hacer con suficiente antelación, previendo el control de malezas perennes o tratamientos específicos cuando se han detectado problemas en el cultivo antecesor.

Como primera labor, para la remoción de la capa superficial donde tendrá lugar el desarrollo de la mayor proporción de las raíces del tomate se recurre al arado de rejas o cinceles. Previo al trasplante se podrán aplicar los fertilizantes de base, de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, incorporándolos con rastra de discos o motocultivador.

El cultivo podrá hacerse en plano o sobre lomo o camellón; en este último caso, para superficies reducidas se marcan los surcos y con pala se levanta el lomo sacando suelo de los entresurcos. En grandes extensiones se los realiza en forma mecánica utilizando discos alomadores.

En los casos que sea necesario realizar el tratamiento del suelo (aplicación de Metam Sodio, Bromuro de Metilo, etc.) se utiliza el esquema de las cintas de riego por goteo, dispuestas sobre el lomo y cubiertas con polietileno.

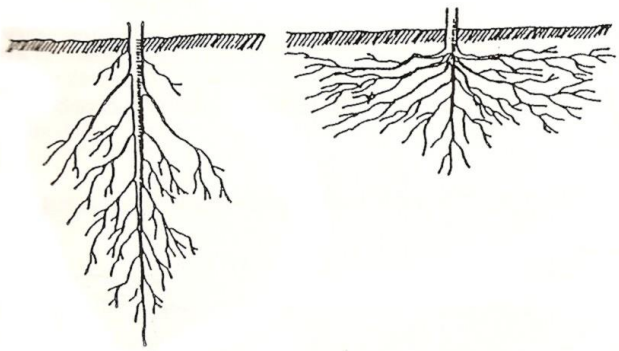
Cobertura plástica o mulch

La cobertura del suelo con película plástica tiene como principales finalidades: evitar pérdida de humedad y el crecimiento de malezas, podredumbre de frutos en contacto con el suelo y mantener la temperatura de la zona radicular, lo que redunda en un incremento del rendimiento y calidad de los frutos. El tipo de plástico utilizado es de color negro de 50 micrones. Se han hecho algunas experiencias con otros colores, como por ejemplo el naranja, pero no se han observado ventajas.

Trasplante

El momento del trasplante depende de las condiciones climáticas y del estado de desarrollo del plantín. El volumen del recipiente que contiene al plantín (speedling) y el nivel de nutrición determinarán el tiempo que éstos podrán permanecer en la bandeja. Se tomará como referencia el estado de dos a tres hojas verdaderas. Si se retrasa el trasplante se produce un envejecimiento fisiológico del plantín que afecta el posterior crecimiento.

Stress hídrico



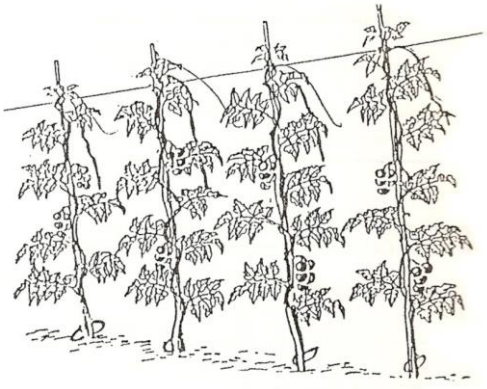
Previo al trasplante e inmediatamente después, es conveniente regar abundantemente y no volver a hacerlo hasta que las plantas muestren síntomas de falta de agua (unos 30 días). Mediante esta práctica se logra un abundante desarrollo de raíces en profundidad, con lo que se obtiene un mejor balance entre área foliar y radicular, mejor aprovechamiento de la humedad y nutrientes del suelo y menor incidencia de frutos con "punta seca" (blossom-end rot).

Densidad

El diseño de la distribución de plantas puede variar con el tipo de planta, manejo, tipo de tutoraje, luminosidad, etc. Una opción es la plantación a 0,50 m. entre plantas y en surcos apareados a 0,50 metros dejando calles de 1 m. para facilitar el paso de los operarios durante las labores y cosecha del cultivo. Otra forma es la plantación a 0,25 m. entre plantas en un solo surco y luego se tutoran las plantas abriéndolas en forma de V (quedaría la 1º inclinada hacia una calle y la 2º hacia la otra, y así sucesivamente).

La densidad incide sobre el estado sanitario del cultivo, el tamaño de fruto, la calidad y el rendimiento.

Tutorado

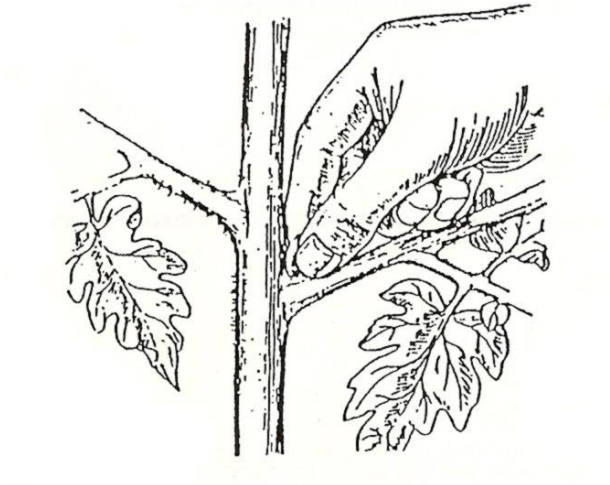


Cuando las plantas alcanzan unos 30 a 40 centímetros de altura, coincidiendo con el primer desbrote, se procede a tutorarlas. Esta práctica consiste en mantener la planta en forma vertical. Se utiliza una cinta de polipropileno atando un extremo en la base de la planta haciendo un nudo que no se ciña; la misma es colocada en forma espiralada alrededor del tallo a medida que éste crece, evitando dañar los racimos. El otro extremo de la cinta se ata a un alambre dispuesto en la parte superior, con un excedente para permitir el "bajado de plantas" cuando su altura supera el alambre. Estos alambres son sujetados a postes terminales o cuando es posible, directamente a la estructura del invernáculo.

Una práctica aconsejable es el volcado de las plantas desatando las cintas de tutoraje, cuando alcanzan una altura de 60-70 cm., por unos 10 días para producir una curva o codo al pie de la planta. Mediante esta operación se evita el quiebre del tallo en dicha operación.

Poda de brotes

Consiste en la eliminación de los brotes que nacen en las axilas de las hojas y el tallo. Éstos se deben quitar cuando son pequeños para evitar pérdidas de carbohidratos que tienen como destino el desarrollo de frutos.



En cultivares de hábito de crecimiento indeterminado, la conducción se realiza a un solo tallo; esta operación se realizará quebrándolo; no es aconsejable cortar con uña, cuchillo o tijera para evitar la transmisión de enfermedades (virus, bacterias, etc.) de plantas enfermas a las sanas.

En cultivares de crecimiento determinado, se pueden dejar dos o más tallos, para lo cual es necesario dejar además del tallo principal, tantos brotes axilares como tallos quiera.

Riego y fertirriego

Si bien el tomate puede regarse por surco, en cultivos protegidos se debe implementar el riego por goteo ya que con ello se logra: menor incidencia de enfermedades de raíz, cuello y enfermedades foliares, al evitar el exceso de humedad en el suelo y el ambiente; también habrá menor incidencia de desórdenes nutricionales, como por ejemplo "punta seca de los frutos"; se posibilita la administración de agua y nutrientes según el estado fenológico del cultivo; se obtiene mayor rendimiento y calidad de frutos.

La cantidad y frecuencia depende de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, etc.), estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo, etc.

Desde el trasplante hasta floración del primer racimo conviene mantener una disponibilidad hídrica baja (stress hídrico), con esto se induce a un desarrollo radicular mayor y en profundidad, lo que disminuye en gran medida el problema de "necrosis o podredumbre apical" (blossom-end rot), además de la formación más baja del primer racimo floral. Luego las necesidades hídricas se incrementan notablemente, absorbiendo alrededor del 85 % del total requerido por el cultivo (aumentan en relación al volumen de la parte aérea) siendo necesario mantener una continua y alta disponibilidad en la zona radicular.

Si bien las necesidades de agua y nutrientes son bajas en los primeros estadios de desarrollo, es necesario que el cultivo tenga buena disponibilidad de fósforo desde el comienzo. El fertirriego se inicia luego del cuaje del primer racimo incorporando principalmente nitrógeno y potasio y en cantidades menores calcio, magnesio, etc. y ciertos elementos menores por vía foliar.

Se deberá tener en cuenta la calidad del agua (limpia, pH, conductividad, etc.) y la cantidad, ya que la evapotranspiración diaria de un cultivo de tomate en plena producción en período estival es de aproximadamente 5 a 7 mm. lo que equivale a 5 a 7 litros de agua por metro cuadrado.

La aplicación de fertilizantes con el riego (fertirrigación) permite efectuar un suministro más eficiente y de acuerdo a las necesidades según el estado de desarrollo de las plantas.

Para lograr eficiencia en la fertirrigación se deberá tener en cuenta:

- ✓ Necesidades nutricionales totales del cultivo.
- ✓ Tasa de absorción según estados fenológicos del cultivo.
- ✓ Disponibilidad de nutrientes del suelo.
- ✓ Características y comportamiento de los nutrientes (movilidad en el suelo, estado para su absorción, etc.)
- ✓ Eficiencia de asimilación de los nutrientes.
- ✓ Calidad de agua de riego.
- ✓ Características de los fertilizantes a utilizar.

Para establecer un programa de fertilización, además del requerimiento total, es importante conocer las necesidades según el estado de desarrollo del cultivo.

Las cantidades de fertilizantes a aplicar se establecen en base a la relación entre los requerimientos del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la eficiencia de utilización de esos nutrientes.

Generalmente los suelos provenientes de cultivos hortícolas presentan una alta disponibilidad de fósforo y potasio, como consecuencia de la aplicación de estiércol y de fertilizantes químicos.

Algunos fertilizantes utilizados en fertirriego:

- ✓ Nitrato de amonio: 33,5 % N
- ✓ Urea cristalina: 46 % N
- ✓ Sulfato de amonio: 21 % N
- ✓ Acido fosfórico 85: 60 % P2O5
- ✓ Nitrato de potasio: 13 % N y 44 % K2

Suelo y "deficiencia de calcio"

El suelo puede ser causante de determinados problemas que afectan a las plantas o frutos; uno de ellos es la "podredumbre apical" de los frutos, produciendo una lesión que obliga a su descarte. La causa es una deficiencia temporaria de calcio inducido por condiciones ambientales adversas tales como:

- ✓ Alta temperatura
- ✓ Condiciones de estrés hídrico.
- ✓ Presencia de concentraciones altas de sales y/o de cationes antagónicos como potasio, amonio.

Algunas formas de disminuir la incidencia son:

- ✓ Estrés hídrico pos trasplante.
- ✓ Disminuir la temperatura ambiente.
- ✓ Mantener una disponibilidad hídrica del suelo.
- ✓ Evitar la aplicación excesiva de fertilizantes amoniacales y potásicos.
- ✓ No cultivar en suelos con concentración salina superiores al límite de tolerancia.
- ✓ Efectuar aplicaciones foliares con compuestos de calcio.

Aplicación de fitoreguladores

El tomate es una especie relativamente indiferente al fotoperíodo en cuanto a su floración, aunque la longitud del día influye en el crecimiento vegetativo.

Las flores se agrupan en inflorescencias compuestas (racimos), generalmente con más de cuatro flores y cada planta puede producir veinte o más racimos florales durante su ciclo productivo, de los cuales unos quince llegan a concretar su madurez. Las inflorescencias pueden ser en racimo sencillo, bifurcado o ramificado.

Esta especie es predominantemente autofecunda, habiendo un pequeño porcentaje de cruzamiento. La fecundación de flores en un cultivo en invernáculo se realiza con dificultad, debido fundamentalmente a estos factores: ausencia de movimiento de los racimos florales lo que dificulta el desprendimiento del polen, exceso de humedad ambiental que produce la aglomeración de los granos de polen y a las bajas temperaturas en determinados momentos.

Para solucionar estos inconvenientes se procederá a abrir los laterales del invernáculo para que el viento mueva las plantas; en ausencia de viento sacudir las plantas como mínimo día por medio durante la floración o utilizar vibradores. Además, una buena ventilación de los espacios cerrados hará descender la humedad.

Para condiciones de temperaturas desfavorables, además de los métodos mecánicos, se utilizan productos hormonales para ayudar a inducir la floración, reducir la caída de flores y aumentar la proporción de flores que fructifican. Uno de ellos es el ácido-2 naftil glicólico (Tomatosa) que se aplica en forma de neblina una sola vez sobre el racimo cuando la mayoría de las flores están abiertas y se repite en nuevas floraciones pero no más de tres veces. Es importante aplicar la dosis exacta porque la sobredosis produce anomalías y deformaciones en los frutos.

Raleo de frutos: para lograr tamaño y uniformidad de frutos se procede a eliminar los frutos deformados y pequeños. En aquéllos cultivares que logran un cuaje excesivo, se dejarán por ejemplo, cinco frutos por racimo y al final del ciclo, cuatro.

Deshojado

Es la operación mediante la cual se eliminan las hojas basales, con lo que se logra: mejorar el movimiento del aire, reducir la incidencia de enfermedades, descubrir los frutos, acelerar la maduración y facilitar la cosecha.

Dado que las hojas cumplen un ciclo desde desarrollo hasta que las hojas superiores interceptan mayor cantidad de luz incidente y el follaje inferior declina en su actividad fotosintética y envejece, se tendrá en cuenta el momento de eliminar el follaje. El racimo es alimentado por las hojas ubicadas inmediatamente por debajo y encima de éste, por lo tanto la defoliación se hará en el momento que ha completado el crecimiento de los frutos de ese racimo.

Poda apical

La poda apical o despunte consiste en la eliminación del ápice de crecimiento de la planta. El efecto de la poda apical se traduce en mayor rendimiento y un incremento en el tamaño de los frutos que permanecen en la planta ya que parte de la energía

destinada al crecimiento apical y producción de nuevos frutos es destinada a los frutos remanentes.

Para determinar el momento del "decapitado" se deberá calcular el tiempo que transcurrirá para la maduración del último racimo que permanece en la planta, dado que a partir de determinada fecha las condiciones climáticas no permiten completar su crecimiento y madurez; otro factor puede ser el precio que no justifica su comercialización.

Esta práctica se realiza en los tomates de hábito indeterminado. En el caso de los determinados no se justifica.

Cosecha y acondicionamiento

La cosecha se debe realizar cuando los frutos están fisiológicamente maduros. Esto implica que al desprenderlos de la planta, aunque estén verdes, pueden completar el proceso de maduración.

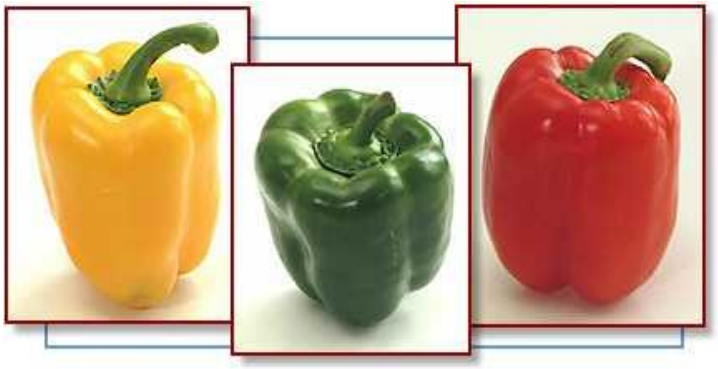
En general se cosecha al estado verde-maduro (pintón) ya que se prevé que transcurrirá unos 6 a 8 días hasta su consumo; el fruto pintón tiene un color verde amarillento, con el extremo distal rosado.

Cuando las condiciones térmicas no favorecen la maduración y se quiere aumentar la producción temprana (primicia), uniformar el color o anticipar la cosecha de los últimos frutos con suficiente color antes de las heladas, se puede utilizar un producto químico que actúa como regulador: el etefón (Ethrel, Teacher) que, en contacto con la planta o los frutos, se incorpora en los tejidos produciendo etileno, que es el responsable de la maduración de los frutos. Aplicado en pulverización durante el cultivo y en dosis bajas se acelera la madurez sin dañar el cultivo. En dosis altas se produce la defoliación y muerte de las plantas. También se pueden tratar los frutos cosechados, mediante el proceso de inmersión o en cámaras de maduración.

Los frutos maduros se conservan en cámara unos 15 días a 5ºC y 95-97% de HR. En estado de pintón puede conservarse durante un período mayor, con temperaturas comprendidas entre 10-12 ºC.

Habitualmente no se guarda en cámara; los tomates son cosechados e inmediatamente se los lleva al galpón de empaque, donde se procede a embalar en cajones, clasificándolo por tamaño, peso de la unidad (toritos de 20 kg. u otros), madurez, tipo de fruto, etc.

PIMIENTO



Respecto a pimiento se puede mencionar que en el país se cultivan unas 12.000 hectáreas con una producción de 132.000 toneladas. (Fuente S.A.G. y P. 1990). Los rendimientos actuales seguramente son muy superiores. En el S.E. de la Provincia de Buenos Aires se cultivan unas 150 hectáreas; 100 al aire libre con un rendimiento de 13 tn/ha y el resto bajo cubierta cuyo rendimiento es de 70 tn/ha.

El panorama varietal se diferencia en los dos sistemas mencionados; normalmente los cultivares se expresan de distinto modo al aire libre o bajo cubierta. Los más difundidos en producción bajo cubierta son: Yatasto, Platero, Gadir, Troyano, etc. Cada uno de ellos se impone por características diferenciales como resistencia a distintas enfermedades, rendimiento, uniformidad de frutos, etc.

Las condiciones climáticas del Sudeste son favorables para el desarrollo de estos cultivos. Las temperaturas son aptas para el crecimiento de estas especies (temperatura óptima del aire 21 a 24 ºC) aunque la humedad relativa promedio es excesiva (72,8 %), lo que incrementa los problemas fitosanitarios (fúngicos y bacterianos). Esta limitante, en la mayoría de los casos se soluciona con resistencia varietal y tratamientos preventivos.

En el sistema de cultivo bajo cubierta todo se potencia (en general para todos los cultivos), tanto el rendimiento como los problemas, debido al microclima que se produce en su interior; por lo tanto se debe prever prácticas de manejo adecuadas y prevenir la proliferación de plagas y enfermedades, debido a la rapidez con que se desarrollan.

Manejo del cultivo

Suelo: Exigencias Edáficas y Nutricionales

Condiciones del suelo:

- ✓ Textura media.
- ✓ Buena profundidad del horizonte superficial.
- ✓ Buen drenaje.
- ✓ Alto contenido de materia orgánica.
- ✓ Disponibilidad de nutrientes.
- ✓ pH entre 5,5 y 7.0

Esta especie tiene un sistema radicular relativamente poco desarrollado, por eso requiere una alta disponibilidad de nutrientes y buena provisión de agua a lo largo de

todo su ciclo. El pimiento es sensible a los suelos compactados y a excesos de agua (suelos saturados).

Los requerimientos nutricionales son mayores a los del tomate y dependen de varios factores: variedad (cultivar), sistema productivo, condiciones ambientales, época del año, estado de madurez del fruto al momento de cosecha: inmaduro (verde, violeta) maduro (rojo, amarillo, naranja), rendimiento esperado, etc.

La cantidad de nutrientes que es extraída por cada 1.000 Kg de fruto producido puede estimarse en:

- ✓ 3,70 Kg de N
- ✓ 1,04 Kg de P_2O_5
- ✓ 5,00 Kg de OK_2

La tasa de absorción de nutrientes varía con la fase fenológica; por ejemplo, al comienzo del ciclo hasta inicio de floración y cuajado de los primeros frutos, la absorción es baja (alrededor del 5% del total) en cambio durante el desarrollo de los frutos (45 a 60 días) la tasa es máxima:

- ✓ 4,3 Kg/ha/día de N
- ✓ 0,5 Kg/ha/día de P_2O_5
- ✓ 5,5 Kg/ha/día de OK_2

Preparación del suelo

Como primera labor, para la remoción de la capa superficial donde tendrá lugar el desarrollo de la mayor proporción de las raíces del pimiento se recurre al arado de rejas o cinceles. Previo al trasplante se podrán aplicar los fertilizantes de base, de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, incorporándolo con rastra de discos o motocultivador. Seguidamente se levantarán los lomos o camellones en forma mecánica (alomadora) o manualmente.

En los casos que sea necesario realizar el tratamiento del suelo (aplicación de Metam Sodio, Bromuro de Metilo, etc.) sobre el lomo se disponen las cintas de riego y se cubre con polietileno.

Suelo y “deficiencia de calcio”

El suelo puede ser causante de determinados problemas que afectan a las plantas o frutos. Uno de ellos es la “podredumbre seca del fruto”, que obliga a su descarte. La causa es una deficiencia temporaria de calcio inducido por condiciones ambientales adversas tales como:

- ✓ Alta temperatura
- ✓ Condiciones de estrés hídrico.

- ✓ Presencia de concentraciones altas de sales y/o de cationes antagónicos como potasio, amonio.

Algunas formas de disminuir la incidencia son:

- ✓ Estrés hídrico pos trasplante.
- ✓ Disminuir la temperatura ambiente.
- ✓ Mantener una disponibilidad hídrica del suelo.
- ✓ Evitar la aplicación excesiva de fertilizantes amoniacales y potásicos.
- ✓ No cultivar en suelos con concentración salina superiores al límite de tolerancia.
- ✓ Efectuar aplicaciones foliares con compuestos de calcio.

Requerimientos climáticos

Dado su origen de regiones cálidas, el pimiento requiere temperaturas altas, incluso más que el tomate. Necesita una temperatura mínima del aire de 13 ºC y una temperatura del suelo de 18ºC. Para lograr un buen desarrollo la temperatura diurna debe oscilar entre 20 y 27ºC y la nocturna entre 17 y 18ºC.

Cuando las diferencias de temperaturas son muy marcadas se produce la caída de flores, mientras que los daños de heladas se producen por debajo de 0ºC.

El pimiento tolera temperaturas elevadas, hasta 34-35ºC, pero con humedad relativa alta; en caso contrario se puede producir caída de flores y marchitamiento de hojas y frutos pequeños.

Respecto a la humedad relativa, la óptima oscila entre 50 y 70%; con valores mayores se provocan condiciones predisponentes para el desarrollo de enfermedades criptogámicas y se dificulta la polinización.

Durante su ciclo vegetativo, el pimiento es exigente en luz, y su falta produce alargamiento de entrenudos y tallos débiles.

Obtención de plantines

Los plantines son producidos por el propio productor o provistos por firmas especializadas; la semilla se siembra en bandejas (speedling) con sustratos especiales, lo que redunda en ciertas ventajas como la uniformidad en el desarrollo del cultivo. Además se evita la entrada de patógenos por las heridas provocadas en las raíces, en la modalidad raíz desnuda. El uso del speedling está muy difundido para la producción de plantines debido a la cantidad producida por unidad de superficie, menor cantidad de sustrato utilizado y por su facilidad en el transporte. No obstante se debe tener cuidado de no retrasar el momento del trasplante (primer par de hojas verdaderas y asomando la tercera).

Previo a la siembra es conveniente efectuar la desinfección del sustrato (algunos de los provistos por empresas vienen tratados).

Dado el valor de la semilla híbrida es conveniente depositar una semilla por cavidad.

La temperatura mínima de germinación es de 15ºC, la óptima de 25ºC y la máxima de 35ºC.

Estimación de cantidad de semilla

El cálculo se realiza en base a la densidad de plantación (plantas por metro cuadrado), tamaño de la semilla (Nº de semillas /gr.) y del poder germinativo (PG) + porcentaje de reposición. Por ejemplo, para un invernáculo de 1.000 metros cuadrados, con una densidad de 2,5 plantas por m^2, 100 semillas/gr. y un PG del 100%; considerando un 10% de reposición, necesitaríamos: 2500/100=25 gr. + 10%= 27,5gr.

Desarrollo y calidad de plantín

Los factores que inciden en el desarrollo del plantín son: temperatura, luz, agua y nutrientes. Para estimar la fecha de siembra de los almácigos se considera, para la primavera de esta zona, unos 65 -70 días el período entre siembra y trasplante. Si se realiza la pregerminación, mediante la técnica del remojado en soluciones salinas o mediante la imbibición en agua, este período puede reducirse.

Para lograr buena emergencia y desarrollo del plantín se deberá tener en cuenta la profundidad de siembra (no mayor de 2 veces el tamaño de la semilla) y el riego desde la siembra al trasplante (abundante hasta la emergencia). Cabe recordar que en la etapa de germinación se requiere agua, nutrientes, temperatura favorable, luz y adecuada protección contra patógenos, principalmente enfermedades de suelo ("damping-off")

Un plantín de calidad es aquel que cumple con los siguientes requisitos: identidad varietal, uniformidad, fisiológicamente jóvenes y sanos.

Implantación y manejo del cultivo

A continuación se tratarán las prácticas correspondientes al desarrollo del cultivo.

- ✓ Preparación del suelo - Alomado
- ✓ Cobertura plástica (mulch)
- ✓ Riego
- ✓ Trasplante
- ✓ Tutorado
- ✓ Poda
- ✓ Aplicación de fitoreguladores
- ✓ Deshoje
- ✓ Cosecha

Preparación del suelo – Alomado

La preparación del suelo se debe hacer con suficiente antelación, previendo el control de malezas perennes o tratamientos específicos cuando se han detectado problemas en el cultivo antecesor.

El cultivo podrá hacerse en plano o sobre lomo o camellón; en este último caso, para superficies reducidas se marcan los surcos y con pala se levanta el lomo sacando suelo de los entresurcos; en grandes extensiones se los realiza en forma mecánica utilizando discos alomadores.

Este cultivo no se puede aporcar, ya que el arrimado de suelo sobre el tallo produce enfermedades de cuello.

Cobertura o mulch

La cobertura del suelo con película plástica tiene como principales finalidades: evitar pérdida de humedad, el crecimiento de malezas, podredumbre de frutos en contacto con el suelo y mantener la temperatura de la zona radicular, lo que redunda en un incremento del rendimiento y calidad de los frutos.

El tipo de plástico utilizado es de color negro de 50 micrones; se ha hecho algunas experiencias con otros colores como por ejemplo el naranja pero no se ha observado ventajas.

Trasplante

El momento del trasplante depende de las condiciones climáticas y del estado de desarrollo del plantín. El volumen del recipiente utilizado para la siembra (speedling) y el nivel de nutrición definirán el tiempo que éstos podrán permanecer sin ser implantados en el lugar definitivo. Se podrá tomar como referencia el estado de dos a tres hojas verdaderas. Si se retrasa el trasplante se produce un envejecimiento fisiológico del plantín que afecta el posterior crecimiento.

Estrés hídrico

Previo al trasplante e inmediatamente después es conveniente regar abundantemente y no volver a hacerlo hasta que las plantas muestren síntomas de falta de agua (unos 30 días). Mediante esta práctica se provoca un abundante desarrollo de raíces en profundidad, con lo que se logra un mejor balance entre área foliar y radicular, mejor aprovechamiento de la humedad y nutrientes del suelo y menor incidencia de frutos con "necrosis de los frutos" (blossom-end rot).

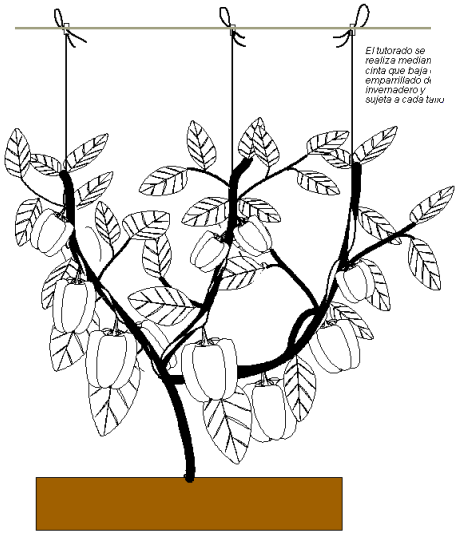
Densidad

El diseño de la distribución de plantas puede variar con el tipo de planta, manejo, tipo de tutoraje, luminosidad, etc. Una opción es la plantación a 0,50 m. entre plantas y en surcos apareados a 0,50 metros dejando calles de 1 m. para facilitar el pasaje de los operarios durante las labores y cosecha del cultivo.

La densidad incide sobre el estado sanitario del cultivo, el tamaño de fruto, la calidad y el rendimiento.

Tutoraje

Cuando las plantas alcanzan unos 30 a 40 centímetros de altura, coincidiendo con el primer desbrote, se procede a tutorarlas. Esta práctica consiste en mantener la planta en forma vertical; se utiliza una cinta de polipropileno atando un extremo en la base de la planta haciendo un nudo que no se ciña; la misma es colocada en forma espiralada alrededor de los tallos a medida que éstos crecen, evitando dañar las flores y frutos. El otro extremo de la cinta se ata a un alambre dispuesto en la parte superior. Estos alambres son sujetados a postes terminales o cuando es posible, directamente a la estructura del invernáculo.



Poda de brotes

Consiste en la eliminación de los brotes que nacen en las axilas de las hojas y el tallo; éstos se deben quitar cuando son pequeños para evitar pérdidas de carbohidratos que tienen como destino el desarrollo de frutos. Con el número de tallos se puede regular el tamaño de los frutos (competencia) y la sanidad del cultivo (aireación).

El pimiento normalmente se conduce a dos tallos; para cultivares que producen frutos de gran tamaño se podrán dejar 3 a 4 tallos (algunos sistemas de producción contemplan el manejo sin poda). Esta operación se realizará quebrando el brote tierno. No cortar con uña, cuchillo o tijera para evitar la transmisión de enfermedades (virus, bacterias, etc.) de plantas enfermas a las sanas.

Riego - fertirriego

Si bien el pimiento puede regarse por surco, en cultivos protegidos se debe implementar el riego por goteo ya que con ello se logra: menor incidencia de enfermedades de raíz, cuello y enfermedades foliares, al evitar el exceso de humedad en el suelo y el ambiente; también habrá menor incidencia de desórdenes nutricionales, como por ejemplo "necrosis de los frutos"; se posibilita la administración de agua y nutrientes según el estado fenológico del cultivo; se obtiene mayor rendimiento y calidad de frutos.

El pimiento, tal como se mencionara en tomate, es una especie que requiere una alta disponibilidad hídrica durante todo su ciclo; no es conveniente que la humedad descienda por debajo del 65 % de agua disponible.

Las necesidades hídricas en los cultivos bajo cubierta se cubren mediante el sistema de riego por goteo. La cantidad y frecuencia depende de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, etc.), estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo, etc.

Este cultivo tiene un crecimiento muy lento al comienzo de su ciclo y se acelera desde el momento del cuajado de los primeros frutos.

Desde el trasplante hasta floración del primer racimo conviene mantener una disponibilidad hídrica baja (estrés hídrico), con esto se induce a un desarrollo radicular mayor, lo que disminuye en gran medida el problema de "necrosis o podredumbre seca del fruto"; luego las necesidades hídricas aumentan en relación al volumen de la parte aérea, siendo necesario mantener una continua y alta disponibilidad en la zona radicular.

Se deberá tener en cuenta la calidad de agua (limpia, pH, conductividad, etc.) y la cantidad, ya que la evapotraspiración diaria de un cultivo en plena producción en período estival es de aproximadamente 5 mm/día lo que equivale a 5 litros de agua por metro cuadrado.

Las necesidades de agua y nutrientes son bajas en los primeros estadíos de desarrollo, pero sí es necesario tener buena disponibilidad de fósforo desde el comienzo del cultivo; se incrementa notablemente a partir del cuajado de las flores del primer racimo absorbiendo alrededor del 85 % del total requerido por el cultivo.

El fertirriego se inicia luego del cuaje de la primera flor, incorporando principalmente nitrógeno y potasio y en cantidades menores calcio, magnesio, etc. y ciertos elementos menores por vía foliar.

La aplicación de fertilizantes con el riego (fertirrigación) permite efectuar un suministro más eficiente y de acuerdo a las necesidades según el estado de desarrollo de las plantas.

Para establecer un programa de fertilización, además del requerimiento total, es importante conocer las necesidades según el estado de desarrollo del cultivo.

Las cantidades de fertilizantes a aplicar se establecen en base a la relación entre los requerimientos del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la eficiencia de utilización de esos nutrientes. Generalmente los suelos provenientes de cultivos hortícolas presentan una alta disponibilidad de fósforo y potasio, como consecuencia de la aplicación de estiércol y de fertilizantes químicos.

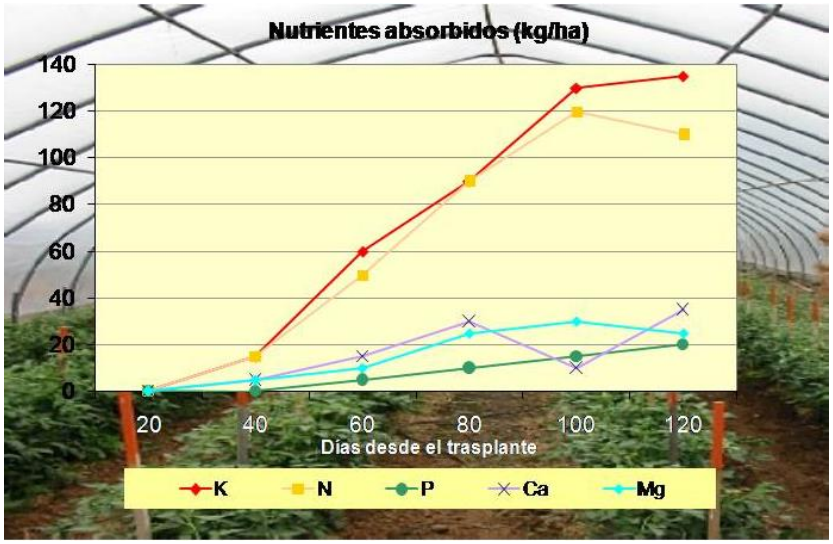
Para lograr eficiencia en la fertirrigación se deberá tener en cuenta:

- ✓ Necesidades nutricionales totales del cultivo.
- ✓ Tasa de absorción según estados fenológicos del cultivo.
- ✓ Disponibilidad de nutrientes del suelo.
- ✓ Características y comportamiento de los nutrientes (movilidad en el suelo, estado para su absorción, etc.)
- ✓ Eficiencia de asimilación de los nutrientes.
- ✓ Calidad de agua de riego.
- ✓ Características de los fertilizantes a utilizar

Algunos fertilizantes utilizados en fertirriego:

- ✓ Nitrato de amonio: 33,5 % N
- ✓ Urea cristalina: 46 % N
- ✓ Sulfato de amonio: 21 % N
- ✓ Acido fosfórico 85: 60 % P_2O_5
- ✓ Nitrato de potasio: 13 % N y 44 % K_2

Para establecer un programa de fertilización, además del requerimiento total, es importante conocer las necesidades según el estado de desarrollo del cultivo.



Fuente: AVANCES EN HORTICULTURA 2(1) 1997

La curva de absorción muestra que a partir del comienzo del desarrollo de los frutos del primer y segundo racimo productivo, la tasa aumenta marcadamente; la tasa máxima coincide con el período de desarrollo de los frutos. Desde el momento de desarrollo de los frutos del primero y segundo racimo hasta el final de la cosecha se absorbe alrededor del 85 % del total de nutrientes requerido por el cultivo.

Cuajado y raleo de frutos

En la floración del pimiento intervienen varios factores, entre ellos el número de hojas (entre 8 y 12), luz y temperatura. Es una planta exigente en luminosidad, especialmente durante la floración.

El pimiento es una especie que es predominantemente autofecunda, habiendo un porcentaje de cruzamiento. La fecundación de flores en un cultivo en invernáculo se realiza con dificultad, debido fundamentalmente a estos factores: ausencia de movimiento de los racimos florales lo que dificulta el desprendimiento del polen, exceso de humedad ambiental que produce la aglomeración de los granos de polen y a las bajas temperaturas en determinados momentos.

Para solucionar estos inconvenientes se procederá a abrir los laterales del invernáculo para que el viento mueva las plantas; en ausencia de esta posibilidad se procede a sacudir las plantas como mínimo día por medio durante la floración o utilizar vibradores; además una buena ventilación de los espacios cerrados hará descender la humedad.

Para condiciones de temperaturas desfavorables, además de los métodos mecánicos, se pueden utilizar productos hormonales para ayudar a inducir la floración, reducir la caída de flores y aumentar la proporción de flores que fructifican; uno de ellos es el ácido-2 naftil glicólico (Tomatosa). Se aplica en forma de neblina sobre las flores abiertas y se repite en nuevas floraciones pero no más de tres veces. Es importante aplicar la dosis exacta porque la sobredosis produce anomalías y deformaciones en los frutos.

Raleo de frutos: para lograr tamaño y uniformidad de frutos se proceden a eliminar los frutos deformados y pequeños.

Deshojado

Es la operación mediante la cual se eliminan las hojas basales, con lo cual se logra: mejorar el movimiento del aire, reducir la incidencia de enfermedades, descubrir los frutos, acelerar la maduración y facilitar la cosecha.

Dado que las hojas cumplen un ciclo desde desarrollo hasta que las hojas superiores interceptan mayor cantidad de luz incidente y el follaje inferior declina en su actividad fotosintética y envejece, por eso se tendrá en cuenta el momento de eliminar el follaje.

Cosecha y acondicionamiento

La cosecha se puede realizar en distintos estados de fisiológicos: inmaduros (verde, violeta) o maduros (rojo, amarillo, naranja).

El uso de productos químicos para acelerar la madurez es una herramienta que se puede utilizar en esta especie. En el cultivo, se procede a mojar el pecíolo del fruto con una solución concentrada de Etefón. Los frutos cosechados se colocan en cámara de maduración donde se procede a nebulizar con dicho producto.

Estas prácticas se realizan con el fin de descargar la planta para evitar la caída de flores, anticipar la cosecha o para uniformar el color de los frutos. El Etefón (Ethrel, Teacher) que, en contacto con la planta o los frutos, se incorpora en los tejidos produciendo etileno que es el responsable de la maduración de los frutos.

Los frutos se pueden conservar en cámara durante 2 a 3 semanas entre 7 y 13ºC y 90-95% de HR. Habitualmente no se guarda en cámara.

Los pimientos son cosechados e inmediatamente se los lleva al galpón de empaque, donde se procede a embalar en cajones u otros envases de distintos pesos, clasificándolos por tamaño, color, madurez, tipo de fruto, etc.

ANEXO I

Como ejemplo se incluye el ANÁLISIS ECONÍMICO DE LOS CULTIVOS DE LECHUGA Y TOMATE PRODUCIDOS BAJO CUBIERTA EN EL CINTURÓN HORTÍCOLA DE MAR DEL PLATA. (2010/2011)

LECHUGA: composición del costo directo y margen bruto:

Mediería	%
	30

Precio del producto	$/kg.	$/jaula
	0,80	8

Producción	peso por jaula (kilos)	Rendimiento	
		tn/ha	cajones
	10	*198*	19.800

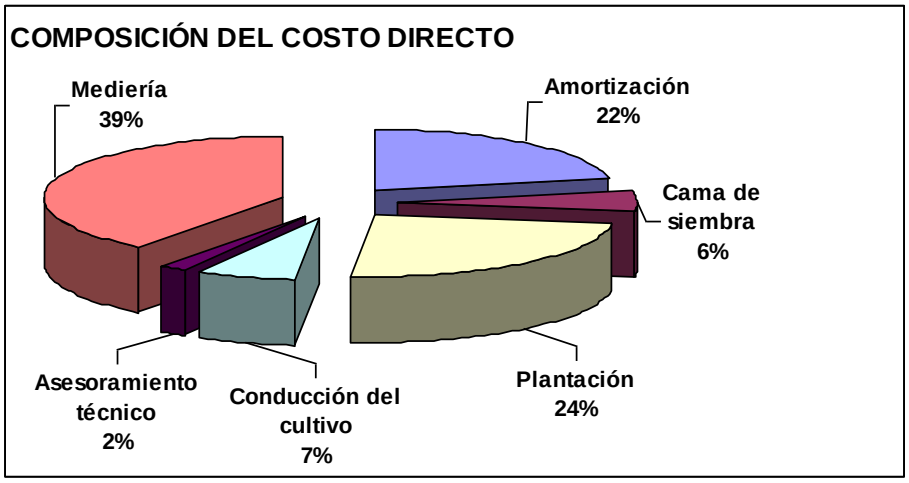
	$/ha	$/cajón	%IB	
Ingreso Bruto	**158.400**	**8**	**100**	%CD
Amortización	25.800	1,3	16,3	22
Cama de siembra	6.715	0,3	4,2	6
Plantación	29.190	1,5	18,4	24
Conducción del cultivo	7.998	0,4	5,0	7
Asesoramiento técnico	2.400	0,1	2	2
Mediería	47.520	2,4	30	40
Costo directo	**119.623**	**6,0**	**75,5**	**100**

	$/ha	$/cajón	%
Margen Bruto	**38.777**	**2,0**	**24,5**

		Productor	Totales
Rendimiento de indiferencia	cajones/ha	**14.953**	**19.439**

		Bruto
Valor de la mano de obra	$/ha	**47.520**

	$/$
Retorno por peso gastado	1,32



Los valores y tratamientos utilizados en este trabajo son orientativos y tienen como finalidad servir de base para el cálculo económico. El costo de las labores se calculó para maquinaria propia.

TOMATE: Composición del costo directo y margen bruto:

Mediería	%	Bultos
	20	1684
Precio del producto	$/kg	$/cajón
	1,50	28,5

Producción	peso por cajón (kilos)	Rendimiento (comercial)	
		kg/ha	cajones
	19	*160.000*	8421

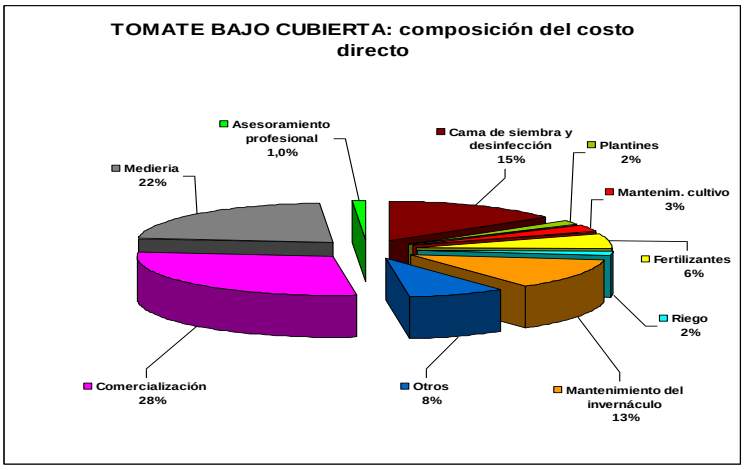
	$/ha	$/cajón	% del IB	% del CD
Ingreso Bruto	**240.000**	**28,5**	**100**	
Cama de siembra y desinfección	32.792	3,9	13,7	15,2
Plantines	4.370	0,5	1,8	2,0
Agroquímicos	5.868	0,7	2,4	2,7
Fertilizantes	11.222	1,3	4,7	5,2
Riego	4.640	0,6	1,9	2,1
Amortización Invernáculo	27.029	3,2	11,3	12,5
Otros	17.336	2,1	7,2	8,0
Comercialización	62.105	7,4	25,9	28,7

Asesoramiento profesional	2.700	0,3	1,1	1,2
Mediería	48.000	5,7	20	22,2
Costo directo	**216.061**	**25,7**	**90,0**	**100**
Márgen Bruto	**23.939**	**3,6**	**10,0**	

		Rendimiento Indiferencia
Rendimiento de indiferencia	cajones/ha	**7.288**

		Neto	Bruto
Valor de la mano de obra	$/ha	**35.579**	**48.000**

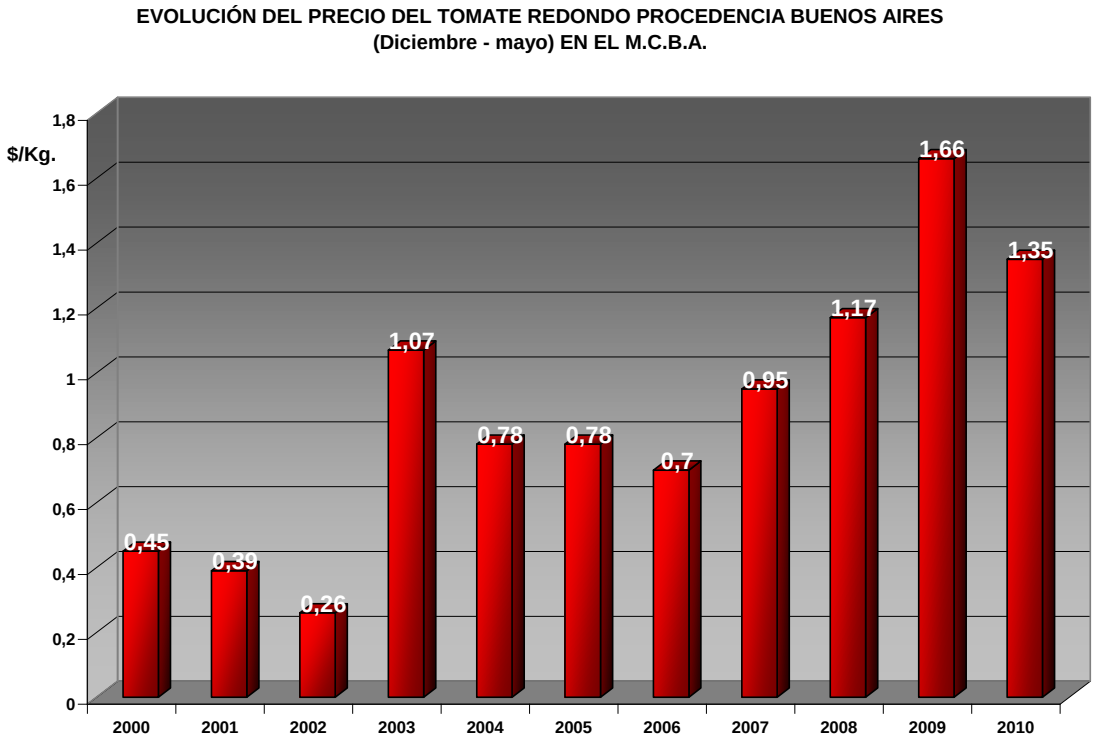
Retorno por peso gastado	$/$	**1,16**



ANEXO II

TOMATE. Evolución del precio de venta:

A continuación se presenta la evolución del precio de venta de tomate de procedencia Buenos Aires registrado Mercado Central Buenos Aires en los meses de oferta de tomate bajo cubierta del Cinturón Hortícola de Mar del Plata.



Bibliografía:

Adlercreutz, E. Análisis económico del cultivo de tomate bajo cubierta. Visión Rural Nº 66. INTA 2.007.

Adlercreutz, E. Alternativas Químicas al Bromuro de Metilo. UNIDO – INTA. 2009.

Apuntes de la Cátedra de Horticultura. F.C.A. Balcarce. U. N. .M.d.P. 2.000.

Apuntes de la Cátedra de Climatología. F.C.A. Balcarce. U. N. M.d.P. 1.970.

Apuntes de la Cátedra de Tecnología de Suelos. F.C.A. Balcarce. U.N.M.d.P. 1.972.

Buckman, H. y Brady, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1977. Montaner y Simón S. A. Barcelona.

COLHOR. Avances en Horticultura 2 (1) 1997.

Díaz, S.; Gargiulo, M.; Gemelli, F.; Pacheco, P.; Rodríguez, O.; Sallé, M.; Pérez Zuzich, A.. Manual de Procedimientos y Referencias Técnicas por producto para la tipificación de la calidad de las frutas y hortalizas frescas. La formación de los precios en frutas y hortalizas frescas. Intendencia Municipal de Montevideo. Comisión Administradora del Mercado Modelo. 2009.

Huarte, R.D. Invernaderos: Localización y construcción. Circular IV.1. INTA – CERBAS. 1992.

Huarte, R.D. Invernaderos: Costo de inversión para diferentes estructuras. Circular IV.2. INTA – CERBAS. 1992.

Huarte, R.D. Producción de Pimiento bajo cubierta plástica. Circular IV.3. INTA – CERBAS. 1992.

Huarte, R.D. y Szczesny, A. Pimiento. Principales enfermedades y plagas. Métodos de control. Manual. INTA – CERBAS. 1993.

Huarte, R.D. y Szczesny, A. Tomate. Principales enfermedades y plagas. Métodos de control. Manual. INTA – CERBAS. 1993.

Huarte, R. D. Hacia la producción integrada de hortalizas. Visión Rural Nº 60. INTA 2.006.

Leskovar, D. Producción y Ecofisiología del trasplante hortícola. 1998. Posgrado Producción Vegetal. FCA Balcarce.

Manzo, E. Fertirriego. Visión Rural Nº 44. INTA 2.001.

Maroto, J.V. Horticultura Herbácea especial. 1986. Ed. Mundi Prensa. España.

Polack, L. A.; Mitidieri, M. Producción de Tomate diferenciado: Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. INTA EEA San Pedro. v. 2002.

Polack, L. A.; Mitidieri, M. Producción de Pimiento diferenciado: Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. INTA EEA San Pedro. v. 2005.

PROCADIS. Producción de Hortalizas en Invernáculo. INTA. 1995.

Sarli, A.E. Tratado de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. R. Argentina. 1980.

Szczesny, A. y Huarte, R.D. Lechuga. Principales enfermedades y plagas. Métodos de control. Manual. INTA – CERBAS. 1993.

Szczesny, A. Cultivos Intensivos. Producción en invernáculo. Visión Rural Nº 34. INTA 1998.

Szczesny, A. Producción de Tomate y Pimiento en el S.E. bonaerense. Visión Rural Nº 38. INTA 2.000.

Szczesny, A. Control de plagas y enfermedes en el S.E. bonaerense. Visión Rural Nº 40. INTA 2.000.

Szczesny, A. Producción de Lechuga en el sudeste bonaerense. Visión Rural Nº 42. INTA 2.001.

Szczesny, A. Manejo de cultivos hortícolas bajo cubierta. Visión Rural Nº 45. INTA 2.002.

Vigliola, M. I. Manual de Horticultura. 1986. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. R. Argentina.

ISBN 978-987-521-458-3

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Estación Experimental Agropecuaria Balcarce
AER INTA Mar del Plata