



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Curso de Horticultura y Floricultura

Año 2023 Plan 8i

GUÍA DE ESTUDIO CLASE 1 B: INICIACIÓN DEL MANEJO DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS Y FLORÍCOLAS

Grupo Docente:

Prof. Titular: Dra Ing Agr Susana Martínez

Prof. Adjunto: Ing Agr Walter Chale

JTP: Dr Mg Sc Ing Agr Andres Nico

JTP:Mg Sc Ing Agr Mariana del Pino

Ayud. Dipl.: Ing. Agr Georgina Granitto

Ayud. Dipl.: Ing Agr Liliana Scelzo

Ayud. Dipl : Ing Agr Adriana Vanina

Ayud Dipl : Armando Castro

Adscripta: Ing Agr Julieta Peñalba

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Diferenciar las variables y los factores que se relacionan con la sistematización y la preparación del terreno hortícola.
- Identificar las formas de propagación según las especies botánicas.
- Definir los diversos tipos de siembra que se puedan usar en función del modelo y del sistema productivo.
- Definir los sustratos usados en horticultura en base a las características físico-químicas
- Labores culturales generales y específicas

INTRODUCCION:

Iniciar un cultivo de cualquier especie hortícola o florícola, consiste en implantarlo. La importancia de esta etapa está considerada en función de las diferentes características que tienen las distintas especies. La técnica de iniciar un cultivo de hortalizas, ofrece dificultades en su manejo por la dificultad de germinación, la difícil obtención de plantas o el elevado costo de las semillas o del órgano vegetativo.

LA SEMILLA

Según Font Quer, la semilla es un embrión en estado de vida latente o amortiguado, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por la episperma. Según la Ley N° 20.247 de Semillas y Creaciones Fitogenéticas es toda estructura vegetal destinada a la siembra o propagación. En algunas plantas hortícolas parte del fruto queda unido a la semilla en forma tal que fruto y semilla se manejan juntos como semilla. Estos conceptos son desde el punto de vista estrictamente botánicos. En cambio, desde un punto de vista más amplio se considera también semilla a todo órgano de multiplicación agámica útil para iniciar un cultivo. Esto nos lleva a establecer una clasificación de las semillas hortícolas:

1. Semillas propiamente dichas o sea provenientes de la fecundación	1.a. Las semillas presentan partes del fruto adheridas	Cariopse: maíz Aquenio: frutilla, lechuga, escarola Esquizocarpo: Umbelíferas Utrículo: acelga, remolacha, espinaca
	2.b. Las semillas no presentan partes de fruto adheridas	Cucurbitáceas, Leguminosas, Liliáceas, Solanáceas.
2. Semillas vegetativas o propágulos		Trozos de tubérculo: papa Bulbo: ajo Trozos de tallo: Batata Estolones: frutilla Raíz tuberosa: Batata Esquejes: Clavel, Crisantemo.

Para evaluar una partida de semillas hortícolas y florícolas se deben tener en cuenta las siguientes propiedades:

1. Capacidad germinativa: es la aptitud de desarrollar, en buenas condiciones de campo, pequeñas plantas. Existen normas específicas para evaluar esta germinabilidad.

2. Pureza: Toda partida de semillas debe reunir un mínimo de pureza a nivel específico y varietal. Para ser considerada como de calidad apta comercialmente, debe tener entre un 95 a 98%.
3. Vigor: El vigor se evalúa por el poder germinativo de las semillas, no en condiciones óptimas, sino en condiciones favorables. Existen numerosos factores que pueden influir sobre el vigor de una determinada partida de semillas, como los genéticos; los relativos a las condiciones ambientales y nutritivas de la planta madre, el envejecimiento, los patógenos, etc
4. Tamaño, peso específico, calibre: El tamaño de una determinada semilla está directamente relacionado con el vigor. Existen factores genéticos determinantes del tamaño, como también las condiciones de cultivo en que se desarrolló la planta madre. El tamaño de las semillas, suele expresarse indicando el peso de 1000 semillas o el número aproximado de semillas en un gramo de peso. El calibrado de las semillas, es un aspecto muy apreciado en siembra de precisión para obtener una emergencia regular.
5. Estado sanitario: Las semillas deben estar exentas de todo tipo de plagas y enfermedades que puedan afectar al posterior desarrollo de las plántulas. Entre los parásitos que pueden transmitir las semillas y/ o atacarlas pueden citarse: gorgojos, polillas, etc. Hongos, bacterias y virus.
6. Color: Puede ser indicador de la edad de la semilla al variar el color con el tiempo (leguminosas). También sirve para identificar diferentes variedades o cultivares (leguminosas). Depende fundamentalmente de la semilla en sí y de las condiciones de almacenamiento.
7. Longevidad Para lograr una buena conservación se requiere:
 - a) temperatura de 0 a 10° C
 - b) humedad de 50 a 60 % en el ambiente y de 7 a 11 % en la semilla.
 En condiciones adecuadas de almacenamiento las semillas pueden agruparse en :
 - a) de poca longevidad (1 a 2 años) como cebolla, puerro, perejil.
 - b) de longevidad intermedia (2 a 3 años) como poroto, espárrago, arveja.
 - c) de buena longevidad (4 a 5 años) como cucurbitáceas, tomate.
8. Humedad La humedad de la semilla envasada herméticamente varía entre un 4 a 7 % según la especie.
9. Porcentaje de impurezas Se considera impureza a toda materia inerte que se encuentre en la semilla o semillas extrañas cuyos valores están entre 0 a 1,5 % como valores máximos.
10. Latencia Algunas semillas hortícolas u órganos de propagación presentan problemas de letargo, latencia o dormición, como el apio, lechuga, berro de agua, papa, etc. Por este fenómeno fisiológico la semilla no es capaz de germinar inmediatamente después de la cosecha, sino que debe transcurrir un cierto tiempo hasta que la semilla pueda germinar en forma normal. Para el éxito del cultivo es importante utilizar semilla de buena calidad y del tipo adecuado (cultivar o híbrido). Las semillas que se utilizan en el país son de origen nacional o importadas. Las semillas pueden encontrarse al estado natural, que solamente en su preparación han sido sometidas al secado, limpiado, desbarbado (zanahoria) clasificado, envasado o acondicionado por tratamientos como la pelletización.

SEMILLAS: CLASIFICACION SEGÚN SU COBERTURA

La modificación artificial de las semillas en mayor o menor grado, atienden el objetivo de hacer más eficiente el proceso de siembra y/o germinación. Existen diferentes tipos de tratamientos o recubrimientos favoreciendo uno u otro proceso.

1. SEMILLA DESNUDA: Semilla no recubierta, que presenta íntegros sus tegumentos naturales.

2. SEMILLA INOCULADA: Semilla que ha recibido el aporte de microorganismos útiles (Bradirhizobium, Micorrizas, etc.), con o sin aditivos para prolongar su viabilidad.
3. SEMILLA EMBEBIDA: Proceso por el cual la semilla es conducida a absorber agua, nutrientes, protectores fitosanitarios, reguladores del crecimiento u otras sustancias.
4. SEMILLA REVESTIDA: Recubierta con una fina capa, más o menos continua, manteniéndose individualizada. Apenas se modifica significativamente el peso y la forma original.
5. SEMILLA ENCOSTRADA: Se mantienen individualizadas con modificación importante del tamaño y peso inicial, pero no en su forma.
6. SEMILLA PELLETIZADA: Con la aplicación de materiales sólidos en cantidad suficiente para la formación de gránulos (esféricos o elípticos), con una o más semillas por unidad.
7. SEMILLA PILDORADA: Cada unidad contiene una semilla, cuyo tamaño y forma han sido modificados y no pueden individualizarse. Junto con el material inerte utilizado pueden añadirse nutrientes, pesticidas, colorantes u otros aditivos.
8. SEMILLAS EN TABLETAS: Semilla pildorada obtenida por compresión cuya forma final depende del molde utilizado (una semilla por unidad).
9. SEMILLA RECUBIERTA: Semilla pildorada obtenida por agitación en un tambor rotativo al que se le agrega alternativamente un aglutinante y el material inerte. La forma final suele ser esférica.

SISTEMATIZACION Y PREPARACION DEL SUELO

La preparación del suelo hortícola y florícola se efectúa con implementos específicos para las labores hortícolas y florícolas, o similares a los usados en agricultura extensiva. Los mismos pueden ser cincel, surcador, escardillo, etc.

Dentro de las actividades previas a la preparación del suelo propiamente dicha existen otras fundamentales para este tipo de establecimientos:

SISTEMATIZACIÓN Y NIVELACION: Los objetivos son la conducción racional del agua en la superficie, ya sea agua de riego o de lluvias dentro y fuera de los lotes; dimensionamiento de los lotes y su nivelación. Tanto en riego por inundación y por surco o infiltración, la nivelación es fundamental, dado que se el agua se moviliza por gravedad. En cambio, en los sistemas de riego por aspersión y localizado (goteo) no es tan importante, aunque también se deben tener en cuenta los excesos de agua.

ENMIENDAS: En la actividad hortícola, esta práctica es indispensable por el uso intensivo del suelo (entre 2 y cultivos por año). Su uso mejora principalmente las condiciones físicas o físico-químicas del suelo y secundariamente las químicas.

SIEMBRA

Desde el punto de vista agronómico, la siembra es considerada como una de las operaciones más importantes dentro del ciclo de un cultivo. Esto se debe a la dificultad que presenta su ejecución debido a su forma, tamaño, peso, falta de uniformidad en la germinación, presencia o ausencia de determinados reguladores del crecimiento, letargo, dormición u otras causas.

Se debe considerar que el costo de la semilla en la actualidad es cada vez más importante lo que requiere un cuidado aún mayor.

Los factores que influyen son:

- La calidad de la semilla (poder y energía germinativa, pureza, estado sanitario)
- El momento de su realización (condiciones climáticas, época de siembra, fertilidad del suelo, sistema de riego, etc.)
- Ejecución (cantidad adecuada de semilla, distribución uniforme, profundidad constante y adecuada de siembra, condiciones físicas de suelo, etc.).

De acuerdo al cultivo y el medio de que se trate, su implantación puede realizarse por siembra directa o de asiento y por la realización de almácigos y transplantes.

DISTINTOS TIPOS DE SIEMBRAS

1. De asiento o siembra definitiva	A voleo	a. A nivel	En plano	A chorrillo A golpe De precisión
		b. Sobre nivel	Platabanda Lomos	
		c. Bajo nivel	Canteros	
	En línea	a. A nivel	En plano	
		b. Sobre nivel	Platabanda Lomos	
		c. Bajo nivel	Canteros	
2. Almácigo y transplante	Protegido A campo	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre suelo • En speedlings (bandejas de germinación multicelda) 		

A. SIEMBRA DEFINITIVA O DE ASIENTO:

Es aquella que se realiza directamente en el lugar definitivo, donde se desarrollará la planta hasta completar su ciclo. Se realizará para cultivos cortos donde no se justifica esperar el tiempo que tarda la formación del plantín o bien por tratarse de cultivos que no toleran bien el transplante. Existen varios tipos de siembras de asiento que dependen de la zona en cuestión, el suelo (textura y estructura), disponibilidad de agua, sistema de riego a emplear, de la arquitectura de la planta y de las necesidades de control de plagas y enfermedades. Entre las especies hortícolas posibles de ser sembradas directamente se encuentran las lechugas, acelga, zanahoria, remolacha, rabanitos, zapallos, maíz.

VENTAJAS:

- Reducción de costos por menor uso de mano de obra.
- Adelanto de la cosecha, en determinados casos.

DESVENTAJAS

- En algunos casos de deben realizar raleos, para dejar las plantas con su marco de plantación óptimo
- Se usa más semilla, si no se trata de siembra de precisión

A.1. SIEMBRA AL VOLEO: Cuando la semilla se esparce sobre la cama de siembra sin un orden determinado. Se sigue utilizando este sistema de siembra en algunas hortalizas de hoja (lechuga, radicheta, espinaca) o de raíz (remolacha, rabanito), aunque se está usando cada vez menos.

DESVENTAJAS:

- Difícil control de malezas
- Germinación irregular
- Desuniformidad en la siembra
- Se favorece el desarrollo de plagas y enfermedades
- Difícil raleo y mayor mano de obra
- Mayor gasto de semilla

A.2. SIEMBRA EN LINEAS A CHORRILLO: consiste en ir depositando sobre una línea de siembra un flujo continuo de semillas (perejil, acelga, remolacha, espinaca)

A.3. SIEMBRA A GOLPES: consiste en depositar a lo largo de las líneas de siembra, grupos de unas cuantas semillas, a una distancia prefijada (cucurbitáceas, maíz dulce)

VENTAJAS:

- Menor competencia entre plantas
- Desarrollo más uniforme

- Menor gasto de semillas
- Menor trabajo de raleo
- Mejor control de insectos, enfermedades y malezas.

En cualquier caso existe una cierta tendencia hacia las siembras de precisión, para lo cual las semillas deben estar convenientemente calibradas, utilizando en algunos casos semillas pildoradas.

Con las siembras de precisión, el ahorro en las cantidades de semilla a utilizar y la mano de obra para los raleos es realmente importante.

A.4. SIEMBRA EN LECHO FLUIDO: Consiste en depositar en cada golpe de siembra conjuntamente con la semilla, una sustancia gelatinosa, que asegure mayores condiciones nutritivas y ambientales para la germinación.

SIEMBRA SEGUN EL NIVEL

1) A NIVEL EN PLANO

Se siembra sobre el terreno en plano (manual o mecánicamente)

Se tapa la siembra con rastra de dientes

2) SOBRE NIVEL

2.1) EN LOMOS

Se siembra al voleo sobre superficie plana, posteriormente se forman los lomos con el aporcador y luego se decapitan con tablón, o rastra de dientes muy liviana.

Este sistema se utiliza en especies de hoja, cuyas semillas son de bajo costo. Una vez emergidas las plantas se eliminan las de la base del lomo, quedando sólo las que están sobre el lomo.

DESVENTAJAS:

- Mayor gasto de semillas
- Siembra desuniforme

Con este sistema también se puede sembrar en línea o a golpes.

Secuencia:

1. Formado de lomos con aporcador
2. Decapitado con tablón o rastra de dientes liviana
3. Siembra manual o mecánica sobre el lomo

2.2) SOBRE NIVEL EN PLATABANDA

El sistema de construcción es semejante al de los lomos, la diferencia se encuentra en que el ancho de la platabanda es mayor (0.80-0.90-1.20 metros), dependiendo del ancho de la trocha del tractor. Secuencia:

1. Formación de platabanda con aporcador, arado de vertederas o equipos especiales
2. Eliminación de las crestas de los bordes con tabloncillos, rastras livianas o equipos especiales formadores de la cama de siembra
3. Siembra en línea con o sin fertilización en forma simultánea

3) SISTEMA BAJO NIVEL EN CANTEROS

Muy utilizado en el Cinturón Hortícola de Rosario para gran cantidad de especies de hoja (lechuga) o de raíz (rabanito, remolacha).

DESVENTAJAS:

- Dificultad en el control de malezas
- Germinación irregular de las semillas
- Desuniformidad en la siembra
- Favorece el desarrollo de plagas y enfermedades
- Mayor dificultad para efectuar el raleo

Secuencia:

1. Formación de los canteros con arado de vertedera o surcador, las medidas dependen de la textura del suelo y la pendiente, oscilando entre 1 a 5 m de ancho y 5 a 10 m de largo.
2. Emparejar la parte contigua al lomo con rastra de dientes, arado de rotativo y/o tablón
3. Siembra al voleo en forma manual o mecánica
4. Tapado de la semilla con rastra de dientes, tablón, etc.

MAQUINAS SEMBRADORAS

1. PARA SIEMBRAS EN LINEA

A. A CHORRILLO

PLANET MANUAL

Posee como órgano de distribución una placa fija con perforaciones de distintos diámetros en función de las diferentes especies y de la densidad que se desee utilizar.

Al ser fija esta placa, la siembra se hace a chorrillo.

La tolva posee en su interior un removedor, que facilita la caída continua de la semilla, cuyo movimiento está dado por la rueda anterior.

Las otras partes son un azadón abresurco, formador del camellón que arrima tierra y una rueda compactadora, que va tapando la semilla depositada en el suelo.

PLANET MONTADA.

Sobre la barra porta-herramientas generalmente se colocan 4 a 6 cuerpos de la sembradora, cuya distancia puede regularse, enganchados al levante de tres puntos.

El funcionamiento es similar que la Planet manual, pero el movimiento del removedor está dado por la rueda compactadora posterior.

Actualmente pueden traer por delante del cuerpo sembrador, otro para distribución de fertilizante, con características similares a las del sembrador.

B. A GOLPE - GRANO GRUESO

Es la misma sembradora que se utiliza en agricultura extensiva para siembra de granos gruesos (soja, maíz) adaptándole diferentes placas de acuerdo a la especie a sembrar.

Se utiliza para siembra de Cucurbitáceas, maíz dulce, etc.

C. DE PRECISION

NEUMATICAS (MINIAIR)

Son sembradoras de disco vertical, en las que la alimentación de las semillas en lugar de efectuarse por efecto del propio peso de estas como ocurre en las tradicionales, se efectúa por succión.

El sistema neumático consta de un disco perforado que separa dos cámaras; una de ellas es la tolva de almacenamiento de semillas, que se encuentra a presión atmosférica, mientras que en la otra cámara se produce una depresión por medio de la succión ejercida por la turbina central. A consecuencia de esto, se produce una succión a través de los orificios, que hace que se adhieran a ellas las semillas. En un principio se adhieren varias y luego, por la acción del separador quedan reducidas a una sola.

Posteriormente la semilla, en su alvéolo, sigue descendiendo, hasta llegar a una zona en donde por presión positiva es forzada su expulsión (diferencia fundamental con las sembradoras neumáticas para agricultura extensiva).

Un sistema de engranajes regula la velocidad del disco perforado con lo cual se regula la densidad de siembra que distribuye semillas entre 2 y 25 cm.

Su sistema de dosificación no es afectado ni por el tamaño ni por la forma de la semilla.

DE CINTA (STANHAY)

De procedencia inglesa, se introduce al país principalmente para la siembra de tomate para industria en la zona de Cuyo.

Estas sembradoras distribuyen la semilla por medio de una correa sinfín de goma, con orificios. La semilla cae desde la tolva a la cámara de alimentación, penetra en los orificios y el dosificador rechaza el exceso de semillas que hayan podido caer en un mismo orificio. Después se produce la caída de la semilla al terreno por su propio peso.

La correa se desplaza en sentido contrario al de la marcha de la sembradora.

Es una sembradora muy precisa, pues tiene una altura de caída de la semilla de dos centímetros como máximo (de las más bajas que existen en el mercado). El inconveniente es que sólo puede circular a velocidades de 2 a 2.5 km/hs para que funcione bien. La densidad de siembra se regula variando la velocidad de la correa perforada.

Con el cambio de polea se logra la variación de la velocidad de la correa sembradora.

El cuerpo se encuentra apoyado sobre dos ruedas (anterior alisadora y posterior compactadora), que permiten que el cuerpo marche paralelo al suelo ante cualquier irregularidad de este.

Distancia mínima entre hileras, 20 cm simple surcador, 7.5 cm doble surcador. La máquina permite adosar un sistema de fertilización.

Posee un monitor electrónico que indica si alguna tolva se vacía o si se traba el mecanismo de dosificación. Necesita un tamaño uniforme de semillas.

2. EQUIPOS INTEGRADOS PARA SIEMBRA DIRECTA DE HORTALIZAS

Estos equipos realizan en forma simultánea las siguientes operaciones: surcado, rotocultivado del suelo, formado de la cama de siembra, siembra propiamente dicha y aplicación de herbicidas y fertilizantes. Sus partes componentes son: a) el tractor, b) tanque para herbicidas, c) una máquina formadora de camas con rotocultivador incorporado, d) un equipo de fertilización, e) una sembradora de precisión.

3. SIEMBRA FLUIDA

Para esta siembra se utiliza semilla germinada suspendida en un medio fluido (gel).

Los pasos son:

- Se provoca germinación en condiciones óptimas
- Se mezclan las semillas con un gel a base de agar o de silicato que protege la radícula de daños mecánicos o desecación
- Se siembra con sembradora especial que posee:
 - Una pequeña reja que surque levemente el terreno
 - Una bomba que accionada por la rueda extrae el gel con las semillas del depósito (bomba peristáltica)

La ventaja del sistema consiste en la reducción del tiempo entre siembra y emergencia de plántulas, disminuyendo los riesgos de implantación del cultivo. No se realiza en el país.

4. SIEMBRA CON CINTA

Consiste en desenrollar sobre un surco una cinta de material hidrosoluble con las semillas ya contenidas en ella a la distancia establecida. Permite siembra de precisión a gran velocidad. Tampoco se realiza en el país.

B) ALMACIGOS Y TRANSPLANTE

Los almácigos o semilleros son superficies reducidas de terreno al aire libre o bajo coberturas donde las plantas pasan sus primeros estadios de vida.

En general los almácigos ofrecen las siguientes ventajas y desventajas respecto a la siembra de asiento:

VENTAJAS:

1. Permite una esmerada preparación del terreno, lo cual es muy importante en aquellas especies de semillas pequeñas (apio), de lenta germinación (cebolla) o de alto costo (semilla híbrida)
2. Facilita toda labor cultural (raleos, riegos, etc.)
3. Se puede efectuar la siembra sin haberse preparado el terreno de asiento.
4. La semilla germina en condiciones más adecuadas (temperatura, humedad, sustrato)
5. Permite monitoreos y eventuales aplicaciones de productos fitosanitarios con mayor rapidez y economía
6. El terreno definitivo está menos tiempo ocupado
7. Se emplea menor cantidad de semillas
8. Permite seleccionar las plantas al momento del trasplante
9. Para la reposición de "fallos" se dispone de plantas desarrolladas
10. Las plantas pueden ser bien distribuidas en el cultivo, con el marco de plantación correspondiente
11. Facilita la obtención de primicias

DESVENTAJAS:

1. Mayor mano de obra
2. Interrupción del crecimiento de las plantas producido por el "shock del trasplante", salvo el caso de trasplante con pan de tierra

DISTINTOS TIPOS DE ALMACIGOS

1. DE ACUERDO A LA ESPECIE Y LA EPOCA DEL AÑO EN QUE SE REALIZAN

1.1. ALMACIGO PROTEGIDO: Para momentos con factores climáticos desfavorables. Se cultivan especies susceptibles al frío (tomate, pimiento, berenjena, albahaca), realizando la siembra en invierno y protegiendo a las plantas hasta la finalización del período de heladas. Puede realizarse sobre tierra aunque lo común es que se realice en speedlings con sustratos. Luego este trasplante será con el pan de sustrato incluido.

1.2. ALMACIGO AL AIRE LIBRE: Se cultivan por lo general plantas resistentes bajas temperaturas (cebolla, puerro, repollo, coliflor, brócoli, hinojo, etc.) o sensibles, pero que se siembran cuando han cesado los factores adversos. Estos almácigos cuando se efectúan en pleno verano, deben llevar una protección para evitar la fuerte incidencia de los rayos solares para lo cual se construye una media sombra de paja, caña o listones de madera. Este tipo de almácigo por lo general se realiza en suelo, y el trasplante por lo tanto será a raíz desnuda. Actualmente se dispone en el mercado de una malla plástica de color negro (SARAM) que proporciona un sombreado que varía desde 25 al 75%.

2. DE ACUERDO A LAS CONDICIONES ECOLOGICAS DE LA ZONA

2.1. ALMACIGO BAJO NIVEL (CANTERO): se realiza en zonas de escasas precipitaciones, con suelo suelto y baja humedad relativa. También se realiza en la zona de Rosario para el cultivo de apio en almácigos al aire libre por su alta exigencia en humedad.

2.2. ALMACIGOS SOBRE NIVEL (TABLONES O PATABANDAS): se realiza en zonas de precipitaciones abundantes con alta humedad relativa y suelos pesados.

3. DE ACUERDO AL TIPO DE SIEMBRA:

3.1. AL VOLEO

3.2. EN LINEA: TRANSVERSALES o LONGITUDINALES

Las líneas pueden efectuarse con marcadores especiales con surcos con distintas distancias entre sí.

COMPARACION ENTRE UNA SIEMBRA AL VOLEO Y UNA EN LINEA

	AL VOLEO	EN LINEAS
GERMINACION	Despareja	Uniforme
DESARROLLO DEL PLANTIN	Desuniforme	Uniforme
SUPERFICIE	Menor	Mayor
SEMILLA NECESARIA	Mayor	Menor
CONTROL DE MALEZAS	Difícil	Simple
SANIDAD	Menor	Mayor

DESINFECCION DE SUELO

La sanidad del plantín es una de las características más importantes a tener en cuenta antes del trasplante al terreno definitivo. Esta no solo depende de la presencia de agentes fitopatógenos durante el desarrollo del mismo, sino entre otros factores de la presencia de los mismos dentro del medio de cultivo donde se desarrollen los plantines, ya sea que se trate de suelo o de otro tipo de sustrato.

Para prever esta fuente potencial de inóculo, existen diferentes métodos de desinfección de suelo, que van desde métodos químicos con distinto grado de toxicidad hasta métodos físicos y biológicos.

METODOS QUIMICOS

Las alternativas químicas son tóxicas para el hombre y llevan implícitos riesgos de fitotoxicidad y/o residuos para las plantas cultivadas. Además producen cambios en la constitución física, química y biológica de los suelos, afectando su posterior estabilidad.

Las alternativas químicas hoy usadas son las siguientes:

- Bromuro de metilo (Es el producto más usado, pero actualmente prohibido en algunos países y en Argentina se restringe el uso para desinfección de suelo y sustrato a formulaciones con el 70% de este principio activo desde febrero del 2007 (Res. 77/06 SAGPyA, 22/2/2006).
- Dazomet
- Metam sodio

METODOS FISICOS

Vapor de agua

Solarización

Otros métodos físicos son: pasteurización, esterilización con vapor con presión negativa, atmósfera confinada, compostado (físico y biológico).

Existen también MÉTODOS BIOLÓGICOS usados hasta ahora solamente como experimentación en el país.

TRANSPLANTE

Es la operación o técnica mediante la cual se realiza la implantación de un cultivo en el lugar definitivo, utilizando plantines provenientes de un almácigo, o bien de distintos tipos de órganos de multiplicación asexual o clonal tales como hijuelos (alcaucil), trozos de tallos (batata), estolones (frutilla).

Los trasplantes pueden realizarse a raíz desnuda o con pan de tierra.

Con esta segunda modalidad, las plantas sufren menos y su crecimiento no se paraliza prácticamente nada. En cambio con el trasplante a raíz desnuda siempre hay roturas de raicillas y las plantas experimentan algún tipo de decaimiento, aunque sea pasajero. En

cualquier caso, después del trasplante se debe dar un riego inmediato y otro en un plazo breve para asegurarse de que las plantas han arraigado correctamente.

SECUENCIA DE OPERACIONES DURANTE EL TRANSPLANTE

1. Unos 10-15 días antes del trasplante, se procede a “endurecer” o “rusticar” los plantines de determinadas especies para que estos tengan mayor resistencia a condiciones adversas, como ser sequías, bajas temperaturas y excesiva insolación. Para ello y en forma paulatina se realizan las siguientes operaciones:
 - reducir los riegos
 - permitir una mayor insolación
 - dejar desprotegido al almácigo, excepto ante el peligro de heladas para las especies sensibles
2. Regar el almácigo abundantemente el día anterior de efectuar el trasplante a los efectos de facilitar el arranque, con la menor pérdida de raíces
3. Arranque en forma cuidadosa para evitar la ruptura de las raíces
4. Elegir las mejores plantas y las de buen tamaño
5. Evitar la deshidratación de las plantas embarrando las raíces y envolviéndolas con un género húmedo.
6. Hacer la plantación en los momentos de menor insolación e incidencia de vientos
7. Tener en cuenta la correcta colocación del plantín.
8. Emplear plantas de desarrollo y tamaño óptimo según la especie sembrada.
9. Disponer de plantas en cantidad suficiente para poder reponer las fallas después del trasplante. Esta operación se realiza a los 7-10 días. No conviene que transcurra mucho tiempo para que no haya diferencia en el desarrollo de las plantas, pero que tampoco sea inferior al mencionado, por no tener seguridad de un buen arraigue.

Existen algunos síntomas de envejecimiento del plantín que son: amarillamiento de las hojas basales, pérdida de cotiledones, ahilamiento del tallo.

Está demostrado que el tamaño del contenedor, la edad del plantín y las condiciones del trasplante, poseen influencia significativa en el rendimiento precoz del cultivo (Chiesa et al, 1994).

SUSTRATOS

Es todo material sólido distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, puro o mezclado, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando el rol de soporte de la planta.

Se acostumbra decir que **“No existe el sustrato ideal”**, sino que este debe cumplir con los requerimientos preestablecidos en cuanto a las propiedades físicas, químicas o biológicas. Además, la eficiencia de un sustrato está estrechamente asociada al tipo de contenedor donde se aloje y a las técnicas culturales que se apliquen, especialmente respecto al riego y a la fertilización.

El manejo de un sustrato debe permitir un ajuste óptimo entre los requerimientos del cultivo y los condicionantes climáticos y de la calidad de agua disponible.

Para valorar la calidad de un sustrato no basta con conocer las propiedades generales de sus principales componentes, sino que es necesario determinarlas para cada ingrediente o mezcla particular, ya que las variaciones suelen ser muy importantes (Ansorena Miner, 1994, citado por Elola et al, 1997).

Con respecto a este último punto, se debe destacar que existe un importante factor de interacción entre los materiales mezclados (Elola et al, 1997).

Existen sustratos orgánicos y no orgánicos. La diferencia entre los materiales orgánicos y los inorgánicos es que los primeros están sujetos a descomposición biológica. El polietileno, el poli estireno y el poliuretano son productos de la química orgánica y no están sujetos a descomposición biológica, por consiguiente, son considerados no orgánicos (Raviv, 1986, citado por Elola et al, 1997).

COMPOSICIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO

Además de servir de soporte o anclaje a la planta, el medio de cultivo tiene que suministrar a las raíces cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales. Si las proporciones de estos componentes no son adecuadas, el crecimiento de la planta podrá verse afectado por:

- *asfixia*
- *deshidratación*
- *exceso o carencia de nutrientes minerales*, o desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas;
- *enfermedades* producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque. (Ansorena Miner, 1994)

Los 3 principales componentes de un medio de cultivo son: la fase sólida, la solución acuosa y el aire.

1. La fase sólida

Una de las sustancias que mayor influencia tiene sobre las propiedades de los suelos y sustratos es el humus, ese residuo de materia orgánica muy descompuesta y estable, formado por una mezcla de varias sustancias (Ansorena Miner, 1994).

La mayoría de los materiales (subproductos y residuos orgánicos) han de sufrir descomposición microbiana (compostaje) antes de su empleo en sustratos. Si este proceso no se realiza en forma adecuada se pueden producir fenómenos de fitotoxicidad y de inmovilización de nitrógeno. Esto último se debe a que los tejidos de los microorganismos que se alimentan de la materia orgánica durante el proceso de compostaje, tienen una relación C/N del orden de 30. Por tanto, si descomponen y se alimentan de materiales con una relación C/N superior, es decir con mayor proporción de carbono, necesitarán para su crecimiento un aporte extra de nitrógeno presente en el medio de cultivo, compitiendo con las plantas (Ansorena Miner, 1994).

Por ello cuando se preparan mezclas con materiales orgánicos, es necesario tener en cuenta los valores de la relación C/N; cuanto más bajo sea el valor de este cociente, más mineralizado estará el material.

Los coloides del suelo (partículas que son capaces de permanecer indefinidamente en suspensión acuosa), pueden ser de naturaleza orgánica o mineral: humus o arcilla. Los coloides tienen valores muy altos de superficie específica (m²/g), que suelen encontrarse entre 10 y 800 m²/g para la arcilla y entre 800 y 900 m²/g para el humus, mientras que en el caso de la arena gruesa es del orden de 0,01 m²/g. La elevada área superficial de las partículas de arcilla y humus explica que cualquier propiedad ligada a la superficie, como la carga eléctrica, tenga una gran influencia en las propiedades de un suelo, y se manifieste, aunque las cantidades de arcilla y humus sean pequeñas (Ansorena Miner, 1994).

La mayor parte de los nutrientes minerales que se hallan disueltos en la solución del suelo como iones de carga positiva, son atraídos por las cargas eléctricas negativas de la arcilla y el humus, formando una capa difusa de cationes. Estos cationes son retenidos en la superficie del humus y las arcillas por fuerzas eléctricas débiles, por lo que pueden pasar de nuevo a la solución acuosa cuando la planta los necesita. Por esta razón, se llaman cationes intercambiables y al conjunto de sustancias que, como la arcilla y el humus, retienen los cationes y los intercambian con la solución acuosa, se le denomina complejo de cambio.

El complejo de cambio es una auténtica reserva de nutrientes, ya que éstos son retenidos, evitándose su pérdida por lavado o lixiviación, y pasando a la solución acuosa a medida que disminuye su concentración, como consecuencia de la absorción por la planta. La capacidad de un medio de cultivo para retener cationes nutrientes e intercambiarlos con la solución acuosa, se denomina Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y se expresa en miliequivalentes por unidad de peso o volumen del medio (meq/100g o meq/100cc) (Ansorena Miner, 1994).

2. La solución acuosa

Además de nutrientes, la fase sólida del medio de cultivo debe ser capaz de retener suficientes cantidades de agua y aire. Los sustratos en contenedor han de tener una elevada capacidad de retención de agua, ya que el volumen del medio de cultivo es pequeño en relación con las pérdidas de agua por evapotranspiración.

Las plantas no pueden tomar alimentos sólidos, y deben recibir los nutrientes minerales a través de la solución acuosa del suelo, disueltos en ella. Los mecanismos por los cuales la planta absorbe los minerales de la solución acuosa son de tres tipos: intercepción por las raíces, flujo de masas y difusión (Ansorena Miner, 1994).

En cultivos en contenedor, el sistema radicular ocupa un espacio limitado por el volumen del contenedor y la porosidad del sustrato, de lo que dependerán la capacidad de aireación y de absorción de agua. Contrariamente, las cantidades de elementos minerales que podrían almacenarse empleando formas concentradas de abonos serían muy elevadas, si no existiera una barrera o límite superior de concentración de minerales en la solución acuosa, por encima del cual se presenta la salinidad (Ansorena Miner, 1994).

3. El aire

Además de agua, las raíces de las plantas necesitan un suministro adecuado de aire, para mantener su metabolismo y crecimiento. También los microorganismos del medio de cultivo consumen oxígeno al respirar, por lo que al ser muy superior la población microbiana en un sustrato orgánico, las plantas cultivadas en este tipo de medio pueden necesitar hasta el doble de oxígeno que en un suelo mineral (Ansorena Miner, 1994).

En la respiración de las plantas y los microorganismos se produce anhídrido carbónico, por lo que la fase gaseosa del medio de cultivo cumple el doble objetivo de suministrar el aire necesario y evacuar el anhídrido carbónico producido. De todos los poros existentes en el medio de cultivo, el agua ocupa los más pequeños, estando los poros de mayor tamaño ocupados por la fase gaseosa. Por lo tanto, cualquier acción que reduzca el tamaño de los poros más grandes, disminuirá la proporción de aire en el medio. Esto es lo que ocurre con la compactación, ya que al presionar el medio de cultivo disminuye el tamaño de los poros grandes, reduciéndose el volumen de aire disponible y aumentando la cantidad de agua retenida, lo que puede llegar a limitar el crecimiento de las plantas. Un cierto grado de compactación del sustrato se produce inevitablemente de manera natural en el curso del cultivo, como consecuencia del riego.

Aunque una parte del oxígeno necesario lo pueden tomar las raíces de la solución acuosa en la que se halla disuelto, esta cantidad sólo representa una pequeña fracción del total que necesitan. Por esta razón, la mayor parte del oxígeno necesario tendrá que difundirse desde el exterior a través de los huecos vacíos de agua que posea el medio de cultivo y, finalmente, atravesar la delgada lámina de agua que rodea a las raíces. La velocidad de difusión del oxígeno a través de esta película líquida es unas diez mil veces más lenta que en el aire, por lo que cuanto mayor sea su espesor, menor será la concentración de oxígeno en la superficie de las raíces (Ansorena Miner, 1994).

En resumen, podemos decir que para que un sustrato se comporte de manera adecuada, con unas óptimas propiedades físicas y químicas, es necesario que posea un correcto reparto y composición de las fases sólida, líquida y gaseosa.

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE CULTIVO.

Según Raviv, (1986). para una buena germinación, enraizamiento y crecimiento, se requieren en el sustrato las siguientes características:

Propiedades físicas

- Alta retención de agua fácilmente disponible.
- Adecuado suplemento de aire.
- Una distribución del tamaño de partículas que mantengan las condiciones mencionadas arriba (Distribución del tamaño de poros y partículas)
- Baja densidad aparente de tal manera que sea un sustrato liviano, pero lo suficientemente pesado como para anclar la planta.
- Alta porosidad. (Porosidad total y densidad aparente)
- Estructura estable que prevenga la contracción o dilatación del sustrato.

Propiedades químicas

- Alta capacidad de intercambio catiónico.

- Adecuado nivel de nutrientes disponibles.
- Baja salinidad.
- Alta capacidad buffer.
- Mínima tasa de descomposición del sustrato.

Otras propiedades

- Libre de malezas, nemátodos y otros patógenos.
- Reproducible y disponible.
- Bajo costo.
- Fácil de preparar.
- Resistencia a cambios extremos de las condiciones físicas y químicas.

Propiedades biológicas

- tasa de descomposición
- efecto de los productos de descomposición

4. Propiedades físicas

Se entiende por propiedades físicas aquellas que podemos ver y sentir: granulometría, color, retención de agua y aireación. Por el contrario, las propiedades químicas influyen en el suministro de nutrientes, y no podemos apreciarlas con nuestros sentidos.

Generalmente suele darse más importancia a las propiedades físicas de los sustratos, ya que, una vez seleccionada una mezcla como medio de cultivo, apenas puede modificarse su estructura física, a diferencia de su composición química, que puede ser alterada durante el desarrollo de la planta mediante el riego y el abonado.

Para cumplir correctamente sus funciones de regulación del suministro de agua y aire, los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unidos a un drenaje rápido y una buena aireación (Ansorena Miner, 1994).

La aireación cobra mayor importancia en los medios donde el proceso de descomposición continúa, debido a una posible competencia por oxígeno entre la planta y los microorganismos (Raviv, et al., 1986).

Un ensayo muy ejemplificante de la influencia de las propiedades físicas en la calidad de un sustrato es el desarrollado por Klingaman et al. (1982). En dicho ensayo se comparó la germinación de 10 especies (ornamentales y hortícolas) en dos sustratos diferentes: uno basado en compost de corteza y otro basado en turba Sphagnum. Se observó una mejor germinación en el sustrato basado en turba. El resultado se debe, según estos investigadores, probablemente a la cantidad de agua disponible para la semilla durante la germinación. Mientras ésta transcurre, el agua debe ser repuesta desde el sustrato hacia la semilla. La cantidad de agua repuesta y la tasa de reposición dependen de la superficie de contacto entre la semilla y el sustrato y del potencial de matriz del sustrato, que es una función del número y tamaño de los poros capilares del medio. El sustrato basado en turba probablemente tiene mayor movimiento de agua capilar ya que posee una textura más fina que el basado en corteza.

En otro ensayo desarrollado por Bellé, et al. (1993), probando germinación de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. en sustratos en base a turba y diferentes mezclas con arena y cáscara de arroz quemada, el resultado fue similar. El mayor porcentaje y rapidez de germinación se obtuvo en los sustratos con granulometría más fina, debido a que esta cualidad favorece el contacto de la semilla con el medio y de esta forma mejora la disponibilidad de agua para la germinación.

Según Raviv, et al. (1986), los parámetros físicos más importantes de un sustrato son los siguientes:

- Distribución del tamaño de poros y partículas
- Porosidad total y densidad aparente
- Capacidad de retención de agua.

Distribución del tamaño de poros y partículas

La granulometría o distribución del tamaño de partículas es una característica de suma importancia ya que la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de partícula (Ansorena Miner, 1994).

La distribución del tamaño de poros y partículas determinan el balance entre el contenido de aire y agua a determinado contenido de humedad. Como regla general, cuanto más grandes las partículas, mayor es el contenido de aire y menor el de agua para determinada succión (Raviv, et al., 1986).

La presencia de partículas muy pequeñas hace que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que crece el número de microporos o huecos pequeños, que son los que retienen el agua. También se reducirá la porosidad ocupada por aire, al disminuir el volumen de los huecos entre partículas o macroporos, que son los de mayor tamaño (Ansorena Miner, 1994).

Según la distribución del tamaño de partículas los sustratos orgánicos se dividen en finos, medios y gruesos. Los grados texturales varían de un país a otro, pero se considera que los sustratos finos son mejores para la producción de plantines y los medios y gruesos para el cultivo en macetas o para enraizamiento (Raviv et al., 1986).

Se puede concluir que los materiales gruesos, con poros grandes, contienen bajos contenidos de agua mientras que el sustrato está muy bien aireado. En el otro extremo los materiales finos contienen grandes cantidades de agua difícilmente disponible y pobre aireación. Estas relaciones quedan de manifiesto en el siguiente cuadro:

Relación entre el tamaño de los poros y la economía del agua en turba

Grado Textural	Tamaño Poro	Potencial Matriz	Tamaño Partícula	Disp. Agua	Drenaje
muy grueso	mayor a 300	menor a 10	mayor a 2.6	APT	muy rápido
grueso	300 a 100	10 a 30	2.6 - 0.9	APT	rápido
medio	30 a 100	30 a 100	0.9 - 0.25	FD	medio
fino	100 a 1000	100 a 1000	0.25 - 0.025	PD	lento
muy fino	mayor a 1000	mayor a 1000	menor a 0.025	IN	muy lento

Referencias : APT: alta por poco tiempo, FD: fácilmente disponible, PD: poco disponible, IN: insignificante Unidades : Tamaño Poro: micrones, Pot Matriz : bar, Tam. Partícula : mm,

Fuente: Puustjarvi (1982) citado por Raviv et al. (1986).

Uno de los materiales orgánicos sobre los que existe más investigación en su uso como componente de los sustratos, es el compost de corteza de árbol. Con respecto a este, Hoitink y Poole (1980), señalan que todas las partículas deben atravesar una malla de 12,5 mm para que puedan ser utilizadas en un sustrato. Como norma las partículas deben ser lo suficientemente chicas como para evitar problemas de anclaje de las plantas, pero no se debe olvidar que también deben asegurar una buena porosidad. A su vez es necesario una buena cantidad de partículas finas para obtener una buena capacidad de intercambio catiónico y de retención de agua. Para mejorar el sustrato en base a compost de corteza, Hoitink y Poole (1980), recomiendan mezclarla con turba, perlita o piedra pomez.

Porosidad total y densidad aparente

La porosidad de un medio de cultivo es el porcentaje de su volumen que no se encuentra ocupado por fase sólida. Se calcula a partir de la medida de la densidad aparente, con la cual se encuentra inversamente relacionada (Ansorena Miner, 1994).

Es un parámetro que se debe considerar ya que a los efectos del anclaje. cuanto más alta es la planta, mayor debe ser la densidad aparente del sustrato (Raviv et al., 1986). La relación entre ambas es la siguiente:

$$P(\%)= 100 (1 - DA / DR)$$

Las medidas de densidad aparente y real dadas en la bibliografía para el mismo sustrato tienen gran variación, probablemente debido al uso de diferentes métodos de medición. Para los sustratos orgánicos, los valores de densidad aparente se encuentran comúnmente dentro de este rango: 0,05 a 0,3 g/cm³, y para la densidad real el rango es: 1,1 a 1,7 g/cm³ (Raviv et al., 1986).

Densidad aparente y real de algunos sustratos orgánicos

Material	Densidad real g/cm ³	Densidad aparente g/cm ³
turba	1,55	0,005 - 0,20
pinocha molida	1,90	0,10 - 0,25
corteza	2,00	0,10 - 0,30

Fuente: Wilson (1984) citado por Raviv et al. (1986).

El contenido de aire de un sustrato se define como la proporción del volumen que contiene aire después que este fue saturado con agua y dejado drenar, usualmente a una tensión de agua de 10 mbars. Las opiniones en torno al contenido de aire necesario varían según los investigadores. En general el rango óptimo va de 10 a 45% dependiendo del tipo de planta, el tamaño del contenedor y el sustrato.

Cuando se utilizan sustratos orgánicos que tienen tendencia a descomponerse y que requieren oxígeno para este proceso, se deben usar mezclas con contenido de aire relativamente alto (Raviv et al., 1986).

Al compactar un material, disminuye el volumen total, manteniéndose la masa, por consiguiente, aumentará la densidad aparente. La reducción del tamaño de los poros que se produce al aumentar la compactación hace que disminuya la porosidad ocupada por aire y aumente la retención de agua (Ansorena Miner, 1994).

El crecimiento de las plantas se inhibe si existen condiciones de escasa aireación. La absorción de agua y nutrientes decrece a niveles mínimos en ausencia de oxígeno. Si la textura y estructura del sustrato provocan que luego de un riego la mayoría de los poros se mantengan con agua, el suministro de oxígeno será restringido, se acumulará CO₂, puede ser producido etileno y como resultado se frenará el crecimiento y la planta se marchitará (Raviv et al., 1986).

Capacidad de retención de agua

Es deseable que el sustrato retenga una gran cantidad de agua, pero esta capacidad no debe ser nunca a expensas de una aireación adecuada. Las raíces requieren oxígeno para la respiración de la misma manera que las hojas u otros órganos de la planta. Luego del riego el sustrato debe mantener espacio con aire, de lo contrario las raíces sufrirán la falta de oxígeno y se reducirá el crecimiento. En suelos anegados o en condiciones anaeróbicas por 2-3 días, es posible encontrar etileno en concentraciones cercanas a 10 ppm que inhiben completamente el crecimiento (Bunt, 1976).

En estas condiciones la planta pierde turgencia inclusive cuando el sustrato tenga buen contenido de humedad. Cuando existe anegamiento en el suelo también ocurre reducción del manganeso a su forma divalente (más disponible) y se pueden desarrollar niveles tóxicos. Por consiguiente es necesaria una buena aireación para obtener una alta tasa de difusión gaseosa que reponga el oxígeno usado por las raíces y los microorganismos y que remueva el dióxido de carbono impidiendo que llegue a niveles tóxicos (Bunt, 1976).

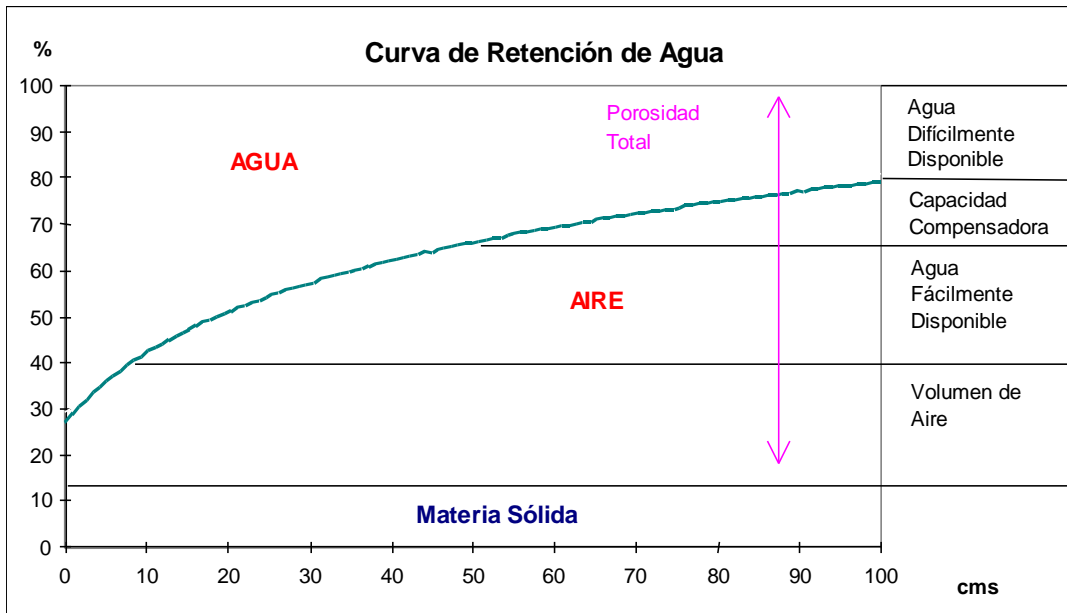
Una herramienta muy común para estudiar la dinámica del agua en cualquier suelo es la curva de retención de agua. Las curvas de retención de agua de suelo son usualmente medidas en un amplio rango de succiones (0-15 bars). Los puntos que generalmente se marcan son "capacidad de campo" (1/3 bar) y "punto de marchitez permanente" (15 bar). En los sustratos para usar en container se utiliza un rango más estrecho: 0 a 100 mbar o cm. Los puntos que son comúnmente referidos son 0, 50 y 100 cm.

La curva de retención de agua es la mejor presentación gráfica que demuestra la cantidad de agua retenida por un sustrato a varias tensiones. A partir de esta curva se pueden sacar conclusiones sobre las características físicas del sustrato y sobre la elección del método de riego a aplicar.

De Bodt y Verdonck citados por Raviv et al. (1986), definieron diferentes secciones de la curva (como porcentaje del volumen total vs. succión):

- contenido de humedad con 0 cm de succión como equivalente a el espacio poroso total (T. P. S.)

- volumen de material sólido se encuentra en las ordenadas a succión 0.
- volumen de aire en el sustrato a cualquier succión dada.
- volumen de agua en el sustrato a cualquier succión dada.



Fuente: Ansorena Miner (1994).

Estos investigadores introdujeron 3 nuevos términos que hoy son ampliamente aceptados (todos los valores se miden en base volumétrica) :

- porcentaje de volumen de aire luego de la irrigación (AIR): es la diferencia en volumen entre el espacio poroso total y la humedad volumétrica a 10 cm de succión.
- agua fácilmente disponible (EAW): es la cantidad de agua liberada por el material cuando la succión se incrementa desde 10 hasta 50 cm. (usualmente corresponde al 75-90% del total de agua disponible)
- capacidad buffer de suministro de agua (WBC): la cantidad de agua liberada cuando la succión se incrementa desde 50 hasta 100 cm (corresponde a la reserva de agua del sustrato).

Estos investigadores marcan como valores "ideales" para un sustrato, los que siguen (como porcentaje del volumen total):

- * T. P. S. = 85%
- * AIR = 10-30%
- * EAW = 20-30%
- * WBC = 4 - 10%

En el siguiente cuadro se presentan los valores de algunos sustratos orgánicos:

Propiedades físicas de algunos sustratos orgánicos de importancia

Sustrato	Densidad aparente	TPS	AIR	EAW	WBC
pinocha molida fresca	0,09-0,16	89-95	38-55	15-18	3-4
pinocha molida vieja	0,18-0,19	87-90	37-55	13-16	4-6
turba rubia	0,08-0,18	89-95	15-27	30-33	7-9
turba negra	0,11-0,20	86-92	14-17	16-25	4-6
corteza	0,12-0,27	81-95	38-61	3-6	0,5-2

Unidades: Densidad aparente en g/cm³. AIR, EAW y WBC en %

Fuente: Raviv et al. (1986).

Como se desprende del cuadro, algunas turbas pueden presentar pobre aireación luego del riego (AIR), por lo que puede resultar efectivo mezclarlas con algún "acondicionador". Tal es el caso de las pruebas hechas por Bellé et al. (1994), mezclando turba con cáscara de arroz quemada, que posee una mejor aireación. Los resultados obtenidos evidencian una notable mejoría en este parámetro al adicionar 33 % de cáscara. Además, con la cáscara se logra mejorar el pH (el de la turba es muy ácido) y se disminuye el nivel de sales solubles del sustrato (Ansorena Miner, 1994).

Es evidente que deben existir determinadas fuerzas que retienen el agua en los poros más pequeños del sustrato, venciendo la acción de la fuerza de la gravedad, que tiende a extraer el agua al exterior. Estas fuerzas son de dos tipos: capilares y osmóticas. Las fuerzas capilares son el resultado de la atracción del agua por las superficies. La fuerza de succión que deberá ejercer la planta para extraer el agua retenida por el sustrato será tanto mayor cuantos menores sean los poros: si se reduce diez veces el diámetro de los poros, la energía necesaria para extraer un volumen determinado de agua se multiplica por diez. Esta energía suele expresarse como potencial matricial. Además del potencial matricial, existe una componente química del potencial total del agua, que se llama osmótica y tiene su origen en la elevada salinidad o concentración de sales de la fase líquida. Cuanto mayor sea esta última, más elevada será la succión que debe aplicar la planta para extraer el agua del sustrato.

Como en los sustratos la concentración de nutrientes en solución suele ser elevada, existirá una componente osmótica que se opone al paso del agua a través de la membrana celular hacia el interior de las raíces, lo que reduce la disponibilidad de agua para las plantas. La presión osmótica será tanto mayor cuanto más concentrada sea la solución acuosa del medio de cultivo, pudiendo ser, en condiciones extremas de salinidad elevada, el factor limitante de la cantidad de agua disponible para la planta. Esto explica que los fabricantes tiendan a suministrar los sustratos comerciales con niveles bajos o moderados de abonado, suficientes para los primeros días de crecimiento de las plantas jóvenes, que son muy sensibles a la salinidad (Ansorena Miner, 1994).

Debemos resaltar que, cuanto más elevada sea la fuerza de succión que ha de ejercer la planta, mayor será el gasto energético del proceso. En consecuencia, disminuirá la energía disponible para la producción de materia seca, reduciéndose el rendimiento (Ansorena Miner, 1994).

Propiedades químicas

Junto a unas propiedades físicas adecuadas, que aseguren el anclaje de la planta y el suministro de aire y agua, el sustrato debe proporcionar los nutrientes minerales que, a través de las raíces, toma la planta de la solución del suelo (Ansorena Miner, 1994).

Según Raviv, et al. (1986), las características más importantes de los materiales utilizados como componentes para los sustratos son:

- capacidad de intercambio catiónico
- pH y capacidad buffer del sustrato
- cantidad y disponibilidad de nutrientes
- grado y tasa de descomposición

Asimismo, y aunque este autor no la incluya se analizará la salinidad como otra de las características de suma importancia a tener en cuenta.

Capacidad de intercambio catiónico

En general el medio de cultivo no es inerte, sino que interacciona con la solución nutritiva, actuando como reserva de nutrientes, a través de la Capacidad de Intercambio Catiónico (Ansorena Miner, 1994).

La CIC es consecuencia de la carga eléctrica negativa existente en la superficie de las partículas de arcilla y humus. Esta carga negativa puede ser permanente, es decir constante e independiente del pH del medio, como ocurre en ciertas arcillas. Pero algunos compuestos minerales y, sobre todo, los grupos ácidos del humus, pierden iones H⁺ a medida que aumenta el pH, dando lugar a un aumento de la carga eléctrica negativa a medida que crece el pH, es decir se produce una carga variable o dependiente del pH.

Por lo tanto, la CIC del medio de cultivo tendrá dos componentes: una procedente de la arcilla, que será permanente en su mayoría, la otra aportada por la materia orgánica y que

aumentará a medida que crece el pH. Es decir, la CIC total del medio de cultivo aumentará con el pH, siendo este aumento tanto mayor cuanto más elevado sea su contenido en materia orgánica (Ansorena Miner, 1994).

Es por esto que cuando se mide la CIC de un material orgánico se debe aclarar a que pH se realizó la medición (generalmente se mide a pH 7) (Raviv et al., 1986).

Helling et al. citados por Raviv et al. (1986), encontraron una correlación lineal entre la CIC de las sustancias húmicas y el pH. Ellos proponen la siguiente ecuación:

$$\text{CIC meq/100 gr de C orgánico} = -59 + 51\text{pH}$$

De acuerdo con esta ecuación, para un incremento de una unidad en el pH se espera un aumento en la CIC de 51 meq/100 gr. de C orgánico o lo que es lo mismo 30 meq/100 gr de materia orgánica. En arcillas, los mismos autores verificaron un aumento de solo 4,4 meq/100 gr considerando el incremento en una unidad del pH.

Se puede concluir que la CIC esta principalmente dominada por la presencia de sustancias húmicas que a su vez dependen del grado de descomposición de la materia orgánica del sustrato. Una alta CIC indica una buena reserva de nutrientes, mientras que materiales con baja CIC, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen pequeñas cantidades de nutrientes y requieren frecuentes aplicaciones de fertilizantes (Raviv et al., 1986).

Aunque en ocasiones se emplean sustratos que apenas tienen CIC (fertirrigación, abonos de liberación lenta), generalmente es más sencillo el manejo cuando el medio presenta cierta Capacidad de Intercambio Catiónico, ya que disminuyen los riesgos derivados de las pérdidas de nutrientes por lixiviación, a causa de los frecuentes e intensos riegos a que se someten muchas plantas cultivadas en contenedor (Ansorena Miner, 1994).

La mayoría de los nutrientes retenidos como reserva en el complejo de cambio serán cationes (calcio, potasio, magnesio, etc), aunque algunas arcillas desarrollan cargas eléctricas positivas y, por tanto, poseen una cierta Capacidad de Intercambio Aniónico (CIA). Igual que la CIC, aumenta con el pH, aunque generalmente adquiere valores muy inferiores. La CIA es máxima para el fosfato y mínima para los cloruros y nitratos, que son apenas retenidos, por lo que se lixivian; el sulfato ocupa una posición intermedia (Ansorena Miner, 1994).

El pH y la capacidad buffer del sustrato

La mayoría de las plantas pueden sobrevivir en un amplio rango de pH (4-8) sin sufrir desordenes fisiológicos de importancia, mientras que los nutrientes sean suministrados en formas disponibles. Sin embargo, la tasa de crecimiento y el desarrollo de la planta pueden frenarse si existen condiciones de extrema acidez o alcalinidad. Los efectos más importantes del pH se dan sobre la disponibilidad de nutrientes, la CIC y la actividad biológica. Una buena cantidad de sustancias húmicas brinda capacidad buffer bajo un amplio rango de pH. Esta capacidad es de gran relevancia práctica cuando se requiere un valor estable de pH (Raviv et al., 1986).

Cantidad y disponibilidad de nutrientes

En general los sustratos orgánicos como la turba, la corteza y las hojas molidas contienen pequeñas cantidades de nutrientes disponibles. Cuando se utilizan sustratos orgánicos en base a estiércol animal o basura de ciudades, algunos nutrientes pueden exhibir niveles altos, dependiendo del origen y del proceso de elaboración de dicho compost.

En todos los casos, siempre que se utilice un sustrato orgánico se deben agregar fertilizantes. La cantidad y la frecuencia de fertilización dependen de la CIC del sustrato y del régimen de riego. Altas CIC aumentan la eficiencia de adición de fertilizantes de base durante el proceso de manufactura del sustrato. Cuando se utilizan sustratos con baja CIC, conviene aplicar fertilizantes frecuentemente a través del riego (fertirrigación) (Raviv et al., 1986).

Algunos compuestos producidos en la descomposición de la materia orgánica (por ej. ácidos alifáticos, ácidos azucarados, amino ácidos y fenoles) y las sustancias húmicas, poseen la habilidad de transformar las formas de fase sólida de cationes micronutrientes como Fe³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ y Zn²⁺ en complejos metálicos solubles que son disponibles para las plantas. En contraste, algunos compuestos insolubles de alto peso molecular como la lignina y la humina, funcionan como una fosa de cationes polivalentes como el cadmio y el plomo, reduciendo así la peligrosa toxicidad de estos metales pesados (Raviv et al., 1986).

Grado y tasa de descomposición

La relación C/N es tradicionalmente usada como un indicador del origen de la materia orgánica, su madurez y estabilidad. La mayor causa de mal crecimiento de las plantas que crecen en sustratos con materia orgánica inmadura es la deficiencia de nitrógeno (provocada por la inmovilización microbiana) y la falta de oxígeno en la rizósfera. Esto es causado por microorganismos que descomponen la materia orgánica y utilizan el nitrógeno para la síntesis de proteínas celulares. El oxígeno es consumido en la actividad microbiana. El contenido de nitrógeno en los tejidos de los microorganismos varía de un grupo sistemático a otro. En general, la relación C/N varía desde 5 a 30. Es deseable una relación C/N menor a 20, ya que indica madurez y estabilidad en el sustrato (Raviv et al., 1986).

Si se preparan sustratos con materiales con alta relación C/N como corteza, paja o aserrín, se debe proveer nitrógeno durante la descomposición en forma de fertilizantes convencionales, como por ejemplo urea. Estas adiciones de nitrógeno se deben hacer con cuidado ya que con el tiempo la tasa de descomposición bajará, los microorganismos morirán y se liberará el nitrógeno a la solución del sustrato, pudiendo incrementar la salinidad del medio. Este problema puede ser solucionado mediante el "lavado" del sustrato (Raviv et al., 1986).

Un nuevo método para evaluar el grado de madurez de un compost fue recientemente desarrollado en Japón. Chanyasak y Kubota citados por Raviv et al. (1986), proponen la relación C/N orgánico medida en el extracto acuoso como índice de madurez. Teniendo en cuenta que la descomposición bioquímica de la materia orgánica se lleva a cabo por microorganismos en la fase líquida del material, estos investigadores plantean que los cambios pueden ser monitoreados y detectados en el extracto acuoso. Asimismo, encontraron que una relación C/N orgánico de 5-6 medida en el extracto acuoso, indica madurez del compost independientemente del tipo de material crudo de partida (Raviv et al., 1986).

Otros investigadores también japoneses (Harada et al., 1980), proponen medir la capacidad de intercambio catiónico del compost como un índice de su madurez, basándose en el aumento de la CIC junto con la madurez del compost. Para ello desarrollaron un nuevo método de medición ya que el comúnmente usado (método de Schollenberger) tiene algunos problemas para usarse con sustancias orgánicas. Por ejemplo, el reactivo principal (acetato de amonio) disuelve gran parte de la materia orgánica. Los valores obtenidos con el nuevo método tienen buena correlación con el índice de madurez de los compost.

Salinidad

A consecuencia del reducido volumen de medio de cultivo de que disponen las raíces de las plantas cultivadas en contenedor, la concentración de nutrientes en la solución acuosa suele ser elevada, muy superior a la que es habitual en cultivos de campo en suelos minerales. Con ello aumenta el riesgo de acumulación de niveles excesivos de sales disueltas, lo que se conoce como salinidad.

El efecto más común de la salinidad, es un retraso general en el crecimiento de la planta. A medida que la concentración de sales aumenta arriba de un nivel límite, la velocidad del crecimiento y el tamaño de la mayoría de las especies de plantas decrecen progresivamente. No todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz. Agronómicamente el único criterio significativo para establecer la tolerancia a las sales, es la producción comercial de los cultivos (Maas et al., 1977). Para controlar la salinidad de un medio de cultivo, se mide la conductividad de un extracto acuoso del mismo (Ansorena Miner, 1994).

Cuando se usan sustratos orgánicos que retienen gran cantidad de cationes y al mismo tiempo se descomponen y liberan nutrientes a la solución, pueden aparecer problemas de salinidad. Estos sustratos deben ser "lavados" antes de ser utilizados y en algunos casos también durante el período de crecimiento. La conductividad de la solución del sustrato no debería exceder los 3,0 mS/cm. Este límite debe ser menor cuando se siembran especies sensibles (Raviv et al., 1986).

El valor de la tensión osmótica es tanto mayor cuanto más elevada sea la concentración de iones disueltos, por lo que, si ésta se eleva excesivamente, la planta puede llegar a padecer un déficit hídrico, semejante al que se produce en condiciones de sequía (Ansorena Miner, 1994).

Las razones para que se produzca una acumulación excesiva de sales, que dé lugar a problemas de salinidad, pueden ser debidas a diferentes causas:

- a) presencia de concentraciones elevadas de sales en alguno de los componentes del sustrato
- b) aporte excesivo de nutrientes con los abonos o el agua de riego.
- c) mineralización incontrolada de determinados fertilizantes orgánicos o de liberación lenta (Ansorena Miner, 1994).

En este cuadro vemos que la turba comienza con niveles muy elevados de salinidad y la germinación no se inicia hasta el décimo día, en que la conductividad se reduce por lavado. A medida que disminuye la conductividad, aumenta el porcentaje de semillas que germinan, que no llega a sobrepasar el 30%. En el otro extremo, la germinación en arena lavada es muy superior, y se inicia al segundo día. En la mezcla de turba y arena al 50%, con niveles de salinidad intermedios, la germinación es también intermedia entre la de ambos ingredientes por separado, aunque muy próxima a la de la arena (Ansorena Miner, 1994).

2.3.4.3 Propiedades biológicas

Usualmente se establece que los únicos parámetros importantes en los medios de crecimiento son los físicos y los químicos. Sin embargo, en muchos casos factores biológicos poco estudiados o desconocidos pueden afectar en gran forma la performance del cultivo. Estos factores son los que llevaron a Acock y Overcash citados por Raviv et al., (1986), a sostener que "Ningún método puede ser considerado, salvo uno empírico (no considera teoría ni razonamiento, únicamente la experiencia) para testear la compatibilidad entre un medio de crecimiento y un cultivo". Quizás la frustración que encierra esta sentencia pueda ser levantada, en parte, mejorando o comprendiendo las características biológicas de cada sustrato (Raviv et al., 1986).

A continuación, se analizan 2 características biológicas de suma importancia: la tasa de descomposición y el efecto de los productos de la descomposición.

Tasa de descomposición

Todos los sustratos orgánicos, inclusive los relativamente estables son susceptibles a la continua degradación biológica. Este proceso se ve favorecido por las condiciones reinantes en los invernaderos. Varias poblaciones de bacterias y hongos son responsables de este proceso y su acción combinada puede causar deficiencias de oxígeno y nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del medio.

Por estas razones, el efecto neto de la descomposición de materia orgánica en el medio de crecimiento es negativo para el productor y se deben tomar precauciones para minimizar los daños sobre las plantas. La disponibilidad de compuestos biodegradables como carbohidratos, ácidos grasos y proteínas es el primer factor que determina la tasa de descomposición. El contenido de estas sustancias puede ser reducido en gran forma con un buen proceso de compostaje que incluya volteos de la pila y contenidos adecuados de agua y nitrógeno disponible. Las condiciones de crecimiento también deben ser tenidas en cuenta. En general cuanto más largo es el período de crecimiento y cuanto más intensivas son las prácticas de cultivo, mayor debe ser el cuidado. La temperatura del medio y el nivel la nutrición nitrogenada son los factores más importantes durante el período de crecimiento en relación con la tasa de descomposición.

En cualquier caso, la tasa de descomposición debe ser tenida en cuenta para asegurar las necesidades nutricionales y para prevenir una acumulación de sales solubles (Raviv et al., 1986).

Efecto de los productos de la descomposición

Muchos de los efectos de la materia orgánica en los suelos y en los medios de crecimiento son atribuidas a los ácidos húmicos y fúlvicos que son los productos finales de la degradación de la lignina, la celulosa y la hemicelulosa. Una amplia variedad de funciones de la planta tanto a nivel de órganos como a nivel celular son afectadas por los ácidos húmicos y fúlvicos. Las sustancias húmicas han sido mencionadas también como fuente de micronutrientes (Raviv et al., 1986).

Efecto De Los Abonos Orgánicos Sobre Los Patógenos Del Suelo.

Las propiedades de los materiales orgánicos que afectan su utilización como sustratos pueden ser divididas en 3 categorías mayores: químicas, físicas y biológicas. Un cambio en una de ellas frecuentemente tiene efectos en el resto de las características del medio. Por ejemplo, cambios en el tamaño de las partículas del sustrato debido a descomposición de un componente orgánico pueden cambiar su aireación, y como consecuencia, afectar el crecimiento de la planta, de la microflora e influir en la interacción de estos componentes biológicos.

En cuanto a los mecanismos de supresión de los patógenos que poseen los sustratos con compost orgánicos, la bibliografía no es clara y es un aspecto que evidentemente debe ser más estudiado. Por ejemplo, Hoitink (1980), sugiere 3 mecanismos de acción del compost de corteza en los sustratos:

- a) las partículas de corteza son generalmente gruesas y provocan una mejoría en la aireación del sustrato.
- b) estos compost poseen gran cantidad de microorganismos antagonistas y fagocíticos
- c) los extractos de compost de corteza tienen propiedades fungicidas.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE ALGUNOS SUSTRATOS

VERMICULITA

Se obtiene por exfoliación de micas sometidas a temperaturas elevadas (90-100° C), que aumentan considerablemente su volumen. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 1 a 4 mm para uso hortícola. Puede retener 350 litros de agua por m³ y posee buena capacidad de aireación, aunque con el paso del tiempo tiende a compactarse y por lo tanto pierde su estructura.

Existe también la vermiculita enriquecida, que se logra mediante procesos que permiten la absorción de macro y micro nutrientes en forma química u orgánica, los cuales son liberados durante el cultivo por interacción con las raíces de las plantas.

El pH es neutro o alcalino, dependiendo de donde se la extrajo.

PERLITA

Es un silicato de alúmina de origen volcánico. A temperaturas de 1000 ° C y bajo presión se obtiene un agregado de ligera composición con una estructura tupida y sólida en forma de partículas blancas, siendo la más usadas en horticultura las partículas dentro de los 3 a 5 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; Su pH es generalmente neutro y presenta un comportamiento casi inerte. Se la usa como enmienda física en los sustratos, y en Horticultura y Floricultura se la emplea para mezclas destinadas a cultivos en contenedores y en cultivos hidropónicos. El inconveniente que presenta es que se rompe fácilmente y por lo tanto no se la recomienda para cultivos de ciclo largo.

PIEDRA VOLCANICA TRITURADA

Es generalmente de naturaleza basáltica. Absorbe fósforo y potasio, y esta característica puede ocasionar ciertos problemas.

FIBRA DE COCO

Es un sustrato de origen orgánico, que se obtiene de las fibras del coco. Debe ser lavada antes de su uso por su alto contenido en sales.

COMPOST

Son sustratos obtenidos mediante procesos de compostaje, de características biológicas, por el cual se descompone y reorganiza la materia orgánica. En dicho proceso el porcentaje de compuestos orgánicos de fácil descomposición baja y se acumulan compuestos de difícil y lenta descomposición. Como materia prima se usa materiales orgánicos disponibles en cada lugar.

Se debe considerar que sus características finales dependen de las características del proceso llevado a cabo y de los materiales de origen.

HUMUS DE LOMBRIZ

Son los excrementos de las lombrices **Eisenia foetida**, luego de digerir un producto compostado, sobre la base de materiales orgánicos. Por lo general, este material es secado y tamizado para su comercialización y posterior uso.

TURBA

Las turbas empleadas en Horticultura pueden ser de dos tipos: las turbas rubias o las turbas negras. Las primeras son pobres en nutrientes, poseen un pH ácido, color claro por estar el material poco descompuesto. En cambio, las turbas negras son ricas en minerales como el calcio, magnesio, potasio y sodio y su color oscuro se debe a que los componentes se encuentran descompuestos. Son sustancias húmicas que se producen por la descomposición del *Sphagnum* spp.

Es importante destacar que las turbas deben ser humedecidas antes de su uso, puesto que son difíciles de mojar una vez que se han secado, si bien retienen una importante cantidad de agua al estar secas presentan comportamientos hidrófobos.

LANA DE ROCA

También es conocida como "Grodan". Es obtenida a partir de materias primas de rocas volcánicas, calcáreas y carbón de Cock, por procesos térmicos a 1500° C, que se mezclan con una resina y posteriormente se recogen y se comercializan bajo la forma de fibras separadas con alta estabilidad, que integran planchas que pueden o no retener al agua. Los materiales afines con el agua se emplean para cultivo directo y semilleros, mientras las que no retienen agua para airear las mezclas que forman los sustratos.

Las afines al agua son materiales muy porosos, la ventaja que presentan es que es un material estéril que puede desinfectarse para ser reutilizados.

Se utilizan en un período variable, comprendido entre 2 y 6 cosechas, según la conservación.

ASERRÍN O VIRUTA DE MADERA: La calidad de este tipo de sustrato depende del tipo de madera que se utilice, las más empleadas son las de Eucalipto y de Salicáceas. Poseen en general bajo contenido de nutrientes y esta característica se ve mejorada si se lo compostea antes del uso. El aserrín de Salicáceas se lo emplea como sustrato en el enraizamiento de especies florícolas, en particular en crisantemo.

Espacio poroso total de distintos materiales utilizados como sustratos, comparado con el de la arena, material sin porosidad interna

MATERIALES	ESPACIO POROSO TOTAL (%Vol.)
Turba (rubia)	93.9
Turba (negra)	80.4
Tierra de bosque	84.0
Corteza de pino	86.8
Orujo de uva	86.6
Tierra volcánica	71.0
Perlita (expandida)	95.6
Vermiculita (expandida)	95.3
Lana de roca	97.0
Arena	45.2

Fuente: Revista horticultura N° 103, 1995.

Existen otros sustratos naturales o artificiales como el poli estireno expandido, la corteza de pino, la fibra de vidrio, la urea formaldehído, el ladrillo molido, los esquistos expandidos, etc.

PLANTINES. CALIDAD:

Actualmente existen trabajos tendientes a obtener parámetros objetivos a fin de poder evaluar la calidad de los plantines: Peso fresco total (parte aérea, raíces), peso seco total (parte aérea, raíces), relación peso seco / peso fresco, altura total, número de hojas, longitud de entrenudos, área foliar, diámetro de tallo (longitud de entrenudos), longitud de raíces.

Para posteriormente hacer valoraciones es necesario que las relaciones sean estables.

BANDEJAS MULTICELDAS (SPEEDLINGS):

Dentro de las ofertas comerciales que actualmente existen en el mercado, los parámetros importantes a tener en cuenta referidas a este tipo de envases para almácigos son:

1. Material de las bandejas: Estos son diversos: plástico, cartón (llamado envase biológico), poli estireno expandido.
Es importante tener en cuenta las características físicas de cada material por sus consecuencias en la durabilidad del mismo y el grado de permeabilidad.
2. Tamaño de las celdas: se encuentran distintos tamaños de celdas, cuya eficiencia depende de la especie en cuestión. Se debe tener en cuenta además de la calidad del plantín, el costo de los sustratos que se requerirán.

LABORES CULTURALES ESPECÍFICAS Y GENERALES

Las labores culturales pueden clasificarse como generales y específicas. Las primeras se aplican a todas las especies hortícolas mientras que las segundas son características de la especie o cultivar que se esté realizando y de la técnica de manejo con la que se conduzca.

Objetivos de las labores culturales:

- controlar malezas y plagas
- aumentar la retención de agua
- roturar las capas compactadas
- aumentar la fertilidad
- asegurar la implantación
- conducir el cultivo
- obtener mayor calidad comercial

Labores culturales generales

Preparación de la cama de siembra o plantación: tiene por finalidad dejar un terreno bien desterronado apto para permitir la germinación y emergencia en el caso de realizar siembra directa y un adecuado desarrollo de la raíz. Se efectúa con maquinarias que pueden ser específicas de la actividad hortícola o utilizarse también en la agricultura extensiva.

Nivelación de terrenos: mediante la nivelación puede lograrse mayor uniformidad en la siembra o la plantación; además de ser imprescindible para aplicar riego gravitacional o por inundación. Cuando se utiliza riego por goteo o aspersión, no resulta indispensable. También influye en la necesidad de nivelación el tipo de suelo y su capacidad para retener o infiltrar el agua. Los implementos utilizados son: palas de arrastre, hojas niveladoras, rabastos.

Sistematización: es variable según la época del año y la especie.

Canteros: Anchos de 1 a 5 m y 5 a 10 m de largo. Se arman con arado o surcador, luego se emparejan con rastra de diente, arado rotativo o tablón. Se usan para especies de hoja o raíz.

Lomos:

- a) siembra al voleo, armado del lomo con aporcador y decapitado.
- b) armado del lomo, decapitado y siembra en línea o al voleo.

Platabandas: Se arman en forma similar a los lomos, pero son de ancho mayor (0,80 a 1,20 m).

Aplicación de materia orgánica: es de mucha importancia en la actividad hortícola por el uso intensivo que se hace del suelo (cantidad de cultivos por año, necesidad de laboreo). El terreno mejora sensiblemente su estructura contribuyendo a una agregación más estable. La aportación de materia orgánica también favorece la retención de agua, la aireación, la capacidad de evacuación de los excesos del riego y la formación de complejos arcillo-húmicos, importantes para mejorar la capacidad de suministro de nutrientes a la planta. Las aportaciones se hacen en forma manual o mecánica, según la extensión y en dosis variables según el contenido de materia orgánica del suelo, la hortaliza a cultivar, etc. En general la cantidad aplicada oscila entre 10 y 30 tn.

Carpida y Escarda: consiste en la eliminación de malezas entre las hileras de plantas. Puede realizarse en forma manual, mecánica o con herbicidas. En superficies pequeñas se trabaja en forma manual con zapines, carpidores, azadas y en superficies mayores con escardillos tirados por caballo o en forma mecánica con escardillos de arrastre o montados o cultivadores rotativos.

Raleo: es la eliminación de plantas para evitar la competencia por la luz, fertilizantes y espacio.

Aporque: consiste en arrimar tierra a la base de las plantas utilizando azadas o aporcadores. Tiene diversas finalidades como blanquear ciertas hortalizas (cardo, apio), favorecer la emisión y desarrollo de raíces adventicias (tomate, maíz), incrementar la formación de los órganos de almacenamiento (papa, batata), favorecer el ahilamiento de un órgano (espárrago).

Riegos: son pocos los cultivos que pueden soportar déficits hídricos. En general en las huertas se aplican riegos complementarios.

Cultivos en seco: poroto seco, arveja, lenteja, garbanzo, batata, Cucurbitáceas.

El riego puede ser:

Por manto: lechuga en cantero sembrado a voleo

Por surco: para cultivos en línea

Por aspersión: lechuga, ajo, papa

Por goteo: tomate, frutilla, pimiento, cultivos en invernáculo.

A la siembra o plantar un cultivo es necesario regar. Si la plantación se hace en época calurosa y seca, será necesario repetir el riego con poco volumen de agua un par de veces cada 2 ó 3 días hasta que se tenga asegurado el arraigo. Una vez establecido el cultivo, el tiempo que debe mediar entre dos riegos consecutivos depende de: textura del suelo, cultivo, momento del ciclo en que se encuentre el cultivo, época del año. Un aspecto primordial a considerar en el agua de riego, es su calidad. La misma puede valorarse haciendo referencia a su salinidad, midiéndola a través de su conductividad eléctrica (micromhos/cm, milimhos/cm o dS/m). Otro parámetro importante es el contenido en sodio de las aguas.

Fertilización: se utilizan diferentes mezclas y dosis según los requerimientos de la especie y la forma de aplicación.

Formas de realizar la fertilización:

Fertilización de base o de fondo: se procede a enterrar los fertilizantes junto con las labores preparatorias del suelo, de forma que queden localizados en zonas del suelo cercanas a las raíces.

Fertilización en cobertura: esparciendo los fertilizantes sobre el terreno una vez que el cultivo ya se encuentra implantado. Se utiliza para la aportación de fertilizantes nitrogenados nítricos.

Fertirrigación: se utilizan los fertilizantes solubilizados en el agua de riego. Suele utilizarse cuando se aplica riego localizado. Los fertilizantes deben ser altamente solubles.

Fertilización foliar: consiste en la aplicación de preparados comerciales por vía foliar en forma de pulverización aérea. Estos fertilizantes, además de aportar macroelementos, frecuentemente se formulan con micronutrientes para corregir determinadas carencias.

Tratamientos fitosanitarios: para prevenir o controlar plagas y/o enfermedades. Se realizan con mochilas manuales, a motor, máquinas pulverizadoras con botalones.

Utilización de reguladores hormonales del crecimiento: son compuestos naturales o sintéticos que provocan una reacción que altera los procesos biológicos de los vegetales. Su uso tiene como objetivo: incrementar la cosecha, acelerarla, anticipar la floración, fijar frutos, inhibir o acelerar la brotación. La acción de estos reguladores es diferencial según la especie, el cultivar, momento del ciclo, estado nutricional, condiciones climáticas, etc.

- Control de caída de flores (fijación de frutos): auxinas, CCC, giberelinas, 2,4 D (en dosis reducidas)
- Floración anticipada: ácido Giberélico (GA_3): lechuga, alcaucil, apio.
- Retraso de la brotación: Hidrazida maleica: cebolla, CIPC (isopropil-N-3clorofenil carbamato): papa.
- Cambio de expresión sexual: Ethephon (ácido 2-cloro-etil-fosfónico) adelanta la expresión sexual femenina en zapallito de tronco.
- Maduración de frutos: El Ethephon libera etileno por encima de pH 4 lográndose uniformidad en la cosecha de tomate (importante en la cosecha mecánica)
- Prolongación del período de almacenamiento: Citocininas aplicadas luego de la cosecha: apio, brócoli, espárrago.

Mulching o acolchado del suelo: consiste en cubrir total o parcialmente el terreno de cultivo con una lámina de plástico. Los beneficios que pueden obtenerse con esta práctica son:

- a) cosechas anticipadas debido al aumento de la temperatura del suelo durante el día y conservación de ese calor durante la noche
- b) conservación de la humedad del suelo
- c) mantenimiento de la estructura del suelo ya que los agentes atmosféricos no actúan directamente sobre él
- d) mejor conservación de la fertilidad pues los procesos de nitrificación y solubilización de sales se incrementan como consecuencia de la mayor temperatura y humedad
- e) utilización más eficiente de los abonos minerales pues tardan más tiempo en ser arrastrados en profundidad, se aumenta la solubilidad de sales insolubles
- f) menor riesgo de heladas por el microclima que se genera durante la noche alrededor de las plantas
- g) en cultivos en invernáculo, disminuye la humedad en la atmósfera de los invernaderos, lo que ayuda a prevenir el ataque de algunas enfermedades.

Características de algunos polietilenos utilizados como mulching

	Transparente	Gris humo	Negro
Transmisión de radiaciones	80%	35%	Ninguna
Absorción de calor por la lámina	Poco	Regular	Mucha
Posibilidad de evitar daños por heladas	Alguna	Muy poca	Ninguna

Precocidad de la cosecha	Bastante	Regular	Poco
Rendimiento de la cosecha	Menor que Gris y negro	Menor que negro	Mayor
Cantidad de malezas bajo el plástico	Muchas	Pocas	Ninguna
Duración del plástico	Menos que Negro y gris	Menos que Negro	Mayor

Labores culturales específicas

Poda o destallado:

Poda de formación, floración o fructificación: el objetivo de esta práctica es controlar el desarrollo vegetativo según la conveniencia del manejo. Con esta operación puede limitarse el número de tallos de una planta, definiendo las guías que se dejarán para la conducción. Se intenta encauzar el desarrollo vegetativo aéreo de la planta, según las conveniencias del manejo, limitando el número de tallos en los vegetales y, por lo tanto, la cantidad de frutos o flores, compensados por una mejor calidad y mayor precocidad. Entre los cultivos que se podan con este criterio pueden citarse: tomate, pepino, pimiento, berenjena, melón, sandía, calabazas.

Entre las ventajas que se consiguen con esta práctica se encuentran:

- Mayor precocidad en la obtención de la cosecha
- Mayor calidad de frutos, de mayor tamaño y uniformidad
- Más facilidad en las prácticas de manejo
- Mejor control de plagas y enfermedades
- Mayor rapidez y comodidad en la recolección de frutos
- Aumento de la producción por unidad de superficie, aunque cada planta produzca menor número de frutos, al cultivar mayor densidad de plantas

Poda de rejuvenecimiento: se aplica en algunos cultivos tales como berenjenas o pimientos, con el fin de hacer brotar con energía una nueva vegetación en las plantas que ya se han cultivado en un ciclo o en parte del mismo. Con esta poda se vuelve a encauzar y controlar la vegetación joven, pues la vieja suele tener un follaje excesivo y desordenado.

Desbrote: Consiste en la eliminación de los brotes que crecen en las axilas de las hojas con un vigor excesivo y quedan sin fructificar. Estos brotes van eliminándose a medida que crece la planta, procurando eliminarlos antes que estén demasiado desarrollados (3 a 5 cm de longitud). Si se cortan cuando ya están muy desarrollados, ya ha ocurrido pérdida de material orgánico que podría haber llegado a la parte de vegetación o reproductiva que, en realidad interesa producir. Ej: tomate.

Pinzamientos: Tiene como objetivo cortar las yemas o brotes terminales de los tallos guías. Esta práctica se hace para:

- Detener el crecimiento de los cultivos forzados en el momento oportuno (tomate, melones, chaucha, pepino)
- Aumentar el número de brotes o hijos (sandía, melón)

Limpieza de hojas: Para favorecer la aireación e iluminación interior de las plantas que tengan excesivo follaje, como en el cultivo de tomate, pepino, melón y sandía. En otros casos, permite limpiar de hojas viejas o enfermas: tomate, berenjena, zapallo, frutilla.

Debe tenerse presente no hacer una limpieza excesiva pues podrían originarse desequilibrios vegetativos que afecten la productividad de las plantas. También podrían quedar frutos expuestos al sol y ocurrir quemaduras que desmerecen su valor comercial.

Raleo de frutos: El raleo de frutos defectuosos o excesivos se hace con el fin de mejorar la calidad de los que se cosecharán. Conviene cortar los frutos recién formados para evitar la afluencia de asimilados hacia ellos, favoreciendo el llenado de los que quedan en la planta. Otras veces, la eliminación se hace cuando el fruto ya está formado y manifiesta algún defecto por el cual no podrá ser comercializado.

El raleo de frutos es una práctica común en cultivos de tomate, pimiento, melón, berenjena.

Blanqueo: Consiste en evitar la llegada de la luz a ciertos órganos de las plantas para que no fotosinteticen y tengan color claro, favoreciendo la formación de tejidos más tiernos. Esta operación se practica en apio, acelga, cardo, coliflor, espárrago, repollo.

Para efectuar el blanqueo se siguen los procedimientos que se detallan:

- 1) Fajado: envolver parcialmente las plantas con tiras de arpillera, polietileno negro o papel impermeable y oscuro. Los mismos se irán colocando a medida que la planta crece. Se utiliza en: apio, acelga, cardo; cultivos en los que se blanquean los peciolos. Se realiza 10 a 30 días antes de la cosecha, dependiendo el tiempo necesario para lograrlo, del cultivar y la época del año. El apio cultivado actualmente en invernadero es de autoblanqueo, no requiriendo esta labor.
- 2) Aporque: se practica solamente en suelos poco húmedos y en épocas secas porque, de lo contrario, los órganos a blanquear pueden ser afectados por microorganismos. En apio y acelga se comienza atando fuertemente los tallos con rafia u otro material a unos 7 u 8 cm de la superficie y luego se pasa un aporcador o arado para que arrime tierra; a los 10 ó 20 días se hace una nueva atadura y aporque. Para espárrago, en cambio, únicamente se aporca.
- 3) Atado de hojas: consiste en atar las hojas a medida que la planta va creciendo. Se utiliza mimbre, rafia, cintas de telo o tiras de plástico. Se usa para el blanqueo de acelga, coliflor, repollo y cardo.
- 4) Cobertura parcial con paja seca: se aplica en coliflor y repollo, siendo un método económico y sencillo. Consiste en cubrir la planta parcialmente con material de desecho.

Tutorado: Consiste en reforzar artificialmente la estructura de la planta para facilitar algunas labores culturales (poda, tratamientos sanitarios, cosecha), lograr un adecuado desarrollo y buena productividad debido a un mayor desarrollo en verticalidad, mejor aprovechamiento del suelo, menores pérdidas de cosecha, mayor calidad de productos, mayor ventilación entre plantas. Para esta operación se usan cintas plásticas, palos, cañas, alambres o mallas plásticas. Cuando las plantas tienen zarcillos o son volubles, trepan (poroto, arvejas, etc.), en caso contrario pueden ser atadas a los tutores (tomate, pepino).

Tutorado horizontal: Se utiliza en cultivos como pimiento o berenjena mediante una o varias redes o mallas de hilo o alambre galvanizado, colocadas horizontalmente sobre dos hileras de plantas. Estas redes se sujetan en estacas de madera o hierro. Las plantas cuando crecen se introducen por las aberturas de la malla y quedan apoyadas en la red sin necesidad de atar los tallos. La anchura de la cuadrícula de estas redes es de 15 cm de lado; la anchura de la malla debe ser tal que cubra por completo las líneas de plantas que tenga que proteger.

Otra forma de realizar este tutorado es colocando, por cada dos hileras de cultivo (cuando este se planta a doble hilera), bastidores de madera formados por estacas clavadas en el suelo y dos listones horizontales clavados en estas estacas. Entre estos dos bastidores y apoyados en los listones horizontales se colocan hileras de alambre galvanizado. Las tallos de las plantas que se van a entutorar de esta forma se atan a estos alambres.

Tutorado vertical:

1) En contraespaldera o espaldera: utilizado especialmente para tomate y pepino.

Construcción:

- Realizar surcos
- Cuando las plantas alcanzan los 30 cm, colocar postes en los extremos de los surcos y cada 10 a 15 metros.
- Colocar 3 alambres a distinta distancia desde el suelo:
1º alambre: 40 cm
2º alambre: 100 cm
3º alambre: 160 cm
- Estirar los alambres por medio de torniquetes colocados en uno de los extremos y atarlos a cada poste intermedio con alambre blando. Reforzar con cañas colocadas entre los postes.

2) Barracas o caballetes: se utiliza fundamentalmente para tomate y poroto chaucha, en zonas donde el viento limita el uso de espalderas. Para su construcción:

- Realizar surcos y plantar en líneas apareadas
- Cuando la planta tiene entre 15 y 20 cm, en el extremo de cada hilera de plantas se colocan postes a lo largo del surco, distanciados 15-20 m.
- Se tira un alambre a una altura de 1,5 a 1,6 m, se tensa y se ata a los postes
- Detrás de cada planta, a unos 5 cm, se coloca una caña que va apoyada al alambre
- Se coloca una caña larga en forma horizontal (paralela al alambre) sobre las cañas tutoras
- Se ata la caña horizontal con el alambre

3) En carpas: sistema utilizado para poroto chaucha. El surcado es similar al sistema anterior. Se colocan cañas a cada planta y se atan 3 ó 4 cañas por la parte superior.

4) Hilos plásticos o alambres colgados del techo en invernáculos:

Se realiza por medio de hilos plásticos o alambres que cuelgan de la estructura del invernadero; estos tutores se sujetan por la parte superior al techo o a un bastidor hecho con alambres y apoyado en una estructura realizada con maderas y cañas. Por la parte inferior se atan al cuello de los tallos o a unos alambres que se sujetan en el suelo siguiendo las líneas de las plantas. Por cada una de las guías que tenga la planta se coloca verticalmente un hilo o tutor.

5) Mallas de hilo de plástico:

Las mallas de plástico se colocan verticalmente, apoyadas por la parte superior a hilos de alambre colocados horizontalmente, situados a cierta altura paralelamente a las líneas de plantas. Por la parte de abajo, a ras del suelo, se coloca otra hilera de alambre a la que se ata la malla. La anchura de la malla, que va a ser la altura cuando esté colocada verticalmente, cumpliendo las funciones de tutor, depende de la envergadura que tenga la planta que se está cultivando. En algunos casos, las plantas se atan a la malla como en tomate; en otros la planta va sujetándose por sus propios zarcillos, como la chaucha, el melón y el pepino.

Mejora en la polinización:

La falta de cuajado de los frutos puede deberse a fallas en la fecundación originada por la sequedad del ambiente, exceso de humedad o mala iluminación. Además de los procedimientos químicos que pueden utilizarse para aumentar el cuajado, se pueden usar otros medios como: vibradores mecánicos: hacen vibrar las flores de las inflorescencias al aplicarlos en éstas, a las plantas o a los tutores de las plantas o atomizadores que aplican un chorro de viento sobre las plantas para que se muevan. En caso de cultivos en invernáculo, ante déficit o exceso de humedad, se puede actuar sobre la ventilación ya sea abriendo o cerrando las ventanas o utilizando mecanismos de forzado de la ventilación o humidificación.

Sombreado: se utilizan mallas negras (Saram) fundamentalmente en almácigos o en ciertos cultivos de tipo ornamental.

BIBLIOGRAFIA

Casseres E. 1981. Producción de Hortalizas.

Chiesa, A.; Atwell P.; Stoppani, M. I.; "Influencia del tamaño del contenedor en la calidad del plantín y precocidad del cultivo de pimiento", Revista de Horticultura Argentina, ASAHO, V 13 N° 33, abril 1994.

Elola, S. Et al , 1997, "Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate", Facultad de agronomía, Universidad de la república, tesis de grado, Uruguay.

Giaconi, V.; Escaff, M. 1998. Cultivo de Hortalizas. 13° edición. Editorial Universitaria. Chile.

Guía de Programa de Horticultura y Floricultura Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP, Iniciación de los cultivos, 1998.

J.V. Maroto, 1990, "Elementos de horticultura general. Ediciones Mundi-Prensa.

Maroto, J. V. 1992. Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundi - Prensa. Madrid. España
Proyecto "Alternativas sustitutivas al uso del Bromuro de metilo", Relato de Jornada de campo, INTA y otros, 1998

Revista Horticultura, n° 103, febrero de 1995.

Ramos, E. y Rallo, L. 1992. Nueva Horticultura. Tecnología y Economía de los Sistemas Hortícolas Intensivos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Sade, A., 1997, "Cultivos bajo condiciones forzadas, nociones generales", Israel.

Sarli, A: 1980. Tratado de Horticultura. Ed. hemisferio sur. Buenos Aires. Argentina.

Serrano Cermeño, Z. Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Ed. Aedos. Barcelona. España.

Serrano Cermeño, Z. 1990. Técnicas de Invernadero. Pao Suministros Gráficos S.A. Sevilla. España.

Vigliola, M.I. 1998. Manual de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.