



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Curso de Horticultura y Floricultura

Año 2023 Plan 8i

GUÍA DE ESTUDIO CLASE 3: TECNOLOGÍA DE CULTIVO II. CULTIVOS SIN SUELO. INJERTOS EN HORTALIZAS.

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 : Ing Agr Armando Castro

Adscripta: Ing Agr Julieta Peñalba

Adscripto: Ing Agr Matías Barrenechea

NUEVAS TECNICAS DE CULTIVO

CONCEPTO DE CULTIVO SIN SUELO

Se entiende por cultivo sin suelo, el sistema en el cual la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (normalmente sólido o líquido) confinado en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo (Abad, et al, 1998). Hoy día, el término hidroponía, abarca todos los métodos y técnicas para cultivar plantas sin suelo en sustratos artificiales o en soluciones nutritivas bien aireadas (*hidrocultura*), (Pardossi, 2003)

Ventajas e inconvenientes de los cultivos sin suelo

En el XXIV Congreso Internacional de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas, celebrado en Kyoto (Japón) en 1994, Benoit y Ceustemans, presentaron a modo de decálogo las principales ventajas que ofrecen los sistemas de cultivo hidropónicos; estas ventajas son las siguientes:

- Permiten obtener cultivos más homogéneos y, de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo.
- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los denominados hongos del suelo (damping off), lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales (bromuro de metilo) están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- Reducen el consumo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo de agua por kilogramo de producción obtenida.
- Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha.
- Permiten una programación de actividades más fácil y racional.
- Admiten la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.

En un sistema hidropónico no todo son ventajas. Los inconvenientes más importantes que se presentan en este momento son los siguientes:

- El costo elevado de la infraestructura e instalaciones que configuran el sistema.
- El costo añadido que representa el mantenimiento de las instalaciones.
- El costo de la energía consumida por las instalaciones.
- La producción de residuos sólidos, a veces, difíciles de reciclar.
- La acumulación de drenajes cuando se riega con aguas de mala calidad.
- La contaminación de acuíferos cuando se practican vertidos improcedentes.
- El costo de las instalaciones y de la energía necesaria para reutilizar parte de los drenajes producidos.

Sustratos y contenedores

En un cultivo hidropónico se denomina sustrato a un medio material, normalmente sólido, en el cual se desarrollan las raíces del cultivo. Con objeto de optimizar las propiedades de las que luego hablaremos, los sustratos suelen estar confinados en contenedores que pueden adoptar distintas formas (abiertas o cerradas), volúmenes (cubos, prismas, cilindros) y aspectos (a granel, bolsas, sacos). Por lo tanto, los sustratos deben proporcionar al cultivo todo lo que el cultivo requiere y que normalmente toma por la raíz: agua, nutrientes minerales y oxígeno, son los componentes más importantes que los vegetales normalmente absorben por la raíz.

Dada la estrecha relación que los sustratos guardan con la raíz, también deben contribuir a proporcionarle otras cuatro propiedades que normalmente se olvidan cuando se habla de sustratos: 1) oscuridad absoluta para el buen desarrollo del sistema radicular; 2) temperatura óptima para que la raíz pueda llevar a cabo todas las funciones que tiene encomendadas (absorción de nutrientes minerales, transpiración y movimiento de la savia bruta por el xilema, respiración celular íntimamente relacionada con la absorción y transporte de nutrientes, acumulación de sustancias de reserva en algunos cultivos y síntesis de fitohormonas, en otros); 3) un ambiente propicio para el establecimiento de una microflora favorable para el cultivo (rizosfera) y 4) un ambiente desfavorable para el desarrollo de microorganismos u otros agentes que puedan actuar como transmisores o reservorio de plagas y enfermedades.

Atendiendo a su origen, los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Dentro del primer grupo encontramos: turbas (negra, rubia, neutralizada, enriquecida, etc.), Sphagnum, fibra de coco, subproductos agroindustriales (cascarilla de arroz), residuos forestales (acículas de coníferas y corteza de pino) y subproductos orgánicos compostados. Los sustratos inorgánicos pueden ser de origen natural, poco o nada transformados (grava, arena, picón) o transformados (lana de roca, perlita, vermiculita). Según Abad, un buen sustrato debe reunir las siguientes propiedades físico-químicas:

- Gran capacidad de retención de agua fácilmente disponible, con objeto de que la planta extraiga el agua necesaria para sus funciones, con el menor gasto energético posible.
- Aireación suficiente, con el fin de que el oxígeno disuelto en el agua no sea un factor limitante para el crecimiento y el buen funcionamiento del sistema radicular.

- Una granulometría (tamaño de partículas) equilibrada, que garantice el cumplimiento de las propiedades anteriormente mencionadas. El hecho de que la granulometría de un sustrato cambie con el tiempo, obliga a la renovación del sustrato después de un determinado número de años.
- Una densidad aparente baja, lo que hace que el sustrato sea un producto ligero.
- Una porosidad elevada, de forma que permita una buena aireación y una elevada capacidad de retención de agua.
- Una estructura estable, que impida la dilatación o contracción del medio.
- Una capacidad de intercambio catiónico compatible con el tipo de fertirrigación aplicado al cultivo: alta, si la fertirrigación es intermitente, y baja, si es permanente.
- Baja salinidad y alta disponibilidad de sustancias nutritivas asimilables.
- Poder tampón (capacidad de amortiguamiento), especialmente para mantener el pH del medio.
- Velocidad de descomposición lenta.
- Que esté libre de semillas o reservorios de plagas (insectos, larvas o huevos), enfermedades (hongos, bacterias), nematodos y otros patógenos o sus vectores.
- Que sea fácil de desinfectar y estable ante los agentes que se pueden utilizar para desinfectarlo (vapor de agua, solarización, productos fitosanitarios).
- Estable frente a cambios físicos (temperatura), químicos (pH) y ambientales.

Sistemas de cultivo sin suelo

Dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: 1) cultivos en sustrato; 2) cultivos en agua (hidropónicos) y 3) cultivos en aire (aeropónicos).

Los cultivos realizados en un sustrato, según el manejo al que se ven sometidos, pueden funcionar por inundación periódica del sustrato, ya sea por subirrigación, con recogida del retorno en la misma balsa donde se guarda la solución nutritiva, o distribuyendo la solución nutritiva mediante sistemas de goteo. Los sustratos que se caracterizan por su baja capacidad para retener el agua y los nutrientes (grava) requieren un aporte de agua y soluciones nutritivas casi continuo. Los sistemas más utilizados (lana de roca, perlita, fibra de coco, arena), que se caracterizan por su mayor capacidad de retención de agua, permiten utilizar riegos menos frecuentes. De los tres sistemas descritos, los dos primeros trabajan encircuito cerrado, mientras que el tercero puede trabajar en circuito abierto o cerrado.

En el mercado nacional y especialmente en las zonas donde los cultivos sin suelo son más importantes (Andalucía, Murcia, Valencia, Barcelona, Islas Canarias) existe una gran cantidad de materiales y sustratos que permite realizar multitud de combinaciones a la hora de instalar un sistema de cultivo sin suelo. A título orientativo, enumeramos seguidamente algunos de los sistemas más tradicionales:

- Cultivo en grava mediante subirrigación.
- Cultivo en perlita (material ligero, utilizado como aislante en la construcción), un material con baja capacidad de retención de agua, con aporte superficial de solución nutritiva.
- Cultivo en bancadas, con un sustrato (arena, perlita, turba, fibra de coco) confinado entre muretes o contenedores contruidos con distintos materiales (ladrillo, hormigón, fibra de vidrio, PVC, polipropileno).
- Cultivo en sacos rellenos con un sustrato orgánico (turbas, cortezas de árboles, serrín, fibra de coco), mineral poco transformado (grava, arena, picón) o mineral muy transformado (lana de roca, perlita) y sintéticos (poliestireno).
- Cultivo en contenedores de múltiples capacidades (1-100 L), formas (cúbicas, cilíndricas, troncopiramidales) y materiales (polietileno, PVC, poliestireno expandido, fibra de vidrio, cerámicos).
- Sistemas cerrados con recuperación de lixiviados, mediante tuberías o canaletas de retorno, sobre cualquier tipo de sustratos.
- Sistemas hidropónicos puros como: NFT (Nutrient Film Technic); DFR (Dynamic Floating Root) y las bandejas flotantes, utilizados con gran éxito en los semilleros de tabaco (Extremadura).

Sistema NGS (New Growing System)

Se trata de un sistema de cultivo nuevo, recientemente desarrollado e implantado en Almería. Consiste en un canalón formado por varias capas de un film de polietileno, que se mantiene suspendido sobre el suelo, a baja altura (20-40 cm), por medio de dos alambres tensados y unas grapas. Las plantas, enraizadas normalmente sobre un sustrato (lana de roca), convenientemente separadas (40-50 cm), se introducen en el canalón superior o primer canalón. Las raíces, guiadas por la corriente de agua que suministran los goteros (4- 8 L/h), distribuidos a razón de un gotero por planta, van pasando de un canalón al siguiente por medio de las hendiduras practicadas en la lámina de polietileno, hasta llegar al último canalón, que actúa a modo de colector. La solución nutritiva, impulsada por una bomba de circulación, a baja presión (2-4 kg/cm²), se distribuye por una tubería portagoteros que, si se desea, puede pasar por una de las cámaras donde se encuentran las raíces, con el fin de calentar o refrigerar el ambiente circundante.

Aeroponía

La aeroponía es el sistema hidropónico más moderno. El primer sistema aeropónico fue desarrollado por el dr. Franco Massantini en la Universidad de Pia (Italia), lo que le permitió crear las denominadas "columnas de cultivo". Una columna de cultivo consiste en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante. Las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión.

La principal ventaja que aporta la aeroponía es la excelente aireación que el sistema proporciona a las raíces, uno de los factores limitantes con los que cuenta la hidroponía. Basta tan solo considerar que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua se mide en mg/L, o partes por millón (ppm), siendo de 5-10 mg/L a 20° C, mientras que la cantidad de oxígeno disuelto en el aire se mide en porcentaje (21%), lo que nos indica que la concentración de oxígeno en el aire es del orden de 20.000 veces más elevada que la concentración del mismo gas disuelto en el agua. Los principales inconvenientes que presentan los sistemas aeropónicos tradicionales son: el coste elevado de la instalación y las obstrucciones de las boquillas de pulverización que pueden producirse si no se dispone de presión suficiente y una instalación adecuada.

Los sistemas aeropónicos que se utilizan actualmente difieren considerablemente del que inicialmente utilizó el dr. Massantini en Italia. En Israel, por ejemplo, investigadores de la Agricultural Research Organisation pusieron a punto un sistema comercial que denominaron Ein-Gedi System (EGS). En realidad, se trata de un sistema aero-hidropónico, que consiste en sumergir la mayor parte de las raíces en el seno de una solución nutritiva que se halla constantemente en circulación; la solución nutritiva se pulveriza sobre la parte alta de las raíces proyectando aire a alta presión por medio de una tubería finamente perforada mediante tecnología láser, en contracorriente con la solución nutritiva circulante. De esta forma, se consigue que una parte de la raíz esté permanentemente en contacto con la solución nutritiva recirculante y la otra se halle bien aireada.

Desde hace algunos años, investigadores australianos han puesto a punto nuevos sistemas aeropónicos comerciales, uno de ellos recibe el nombre de Schwalbach System (SS). El sistema consiste en un tanque de plástico de 200 L de capacidad que alimenta una cámara de crecimiento en la que se encuentran las raíces en completa oscuridad. Una bomba se encarga de distribuir y pulverizar finamente la solución nutritiva, lo que permite atender simultáneamente 60 puntos de distribución, por cada uno de los cuales se pulveriza la solución nutritiva a razón de 10 L/h.

La innovación aeropónica más recientemente desarrollada en Australia recibe el nombre de Aero-Gro System (AGS). Se caracteriza y distingue fundamentalmente de los demás sistemas aeropónicos porque incorpora tecnología ultrasónica, lo que permite proyectar la solución nutritiva a baja presión, con gotas finamente pulverizadas y sin problemas de obstrucciones en tuberías y boquillas de pulverización. Se trata de una tecnología basada en los principios que se utilizan en clínicas y hospitales para tratar pacientes que sufren determinados problemas asmáticos, la pulverización ultrasónica de agua vaporizada, a temperatura ambiente y a baja presión.

La aeroponía también se ha utilizado con gran éxito en la propagación vegetal y, más concretamente, en la propagación de estaquillas de especies herbáceas (crisantemo) oleñosas (ficus) difíciles de enraizar.

Clasificación

En función de:

1. Tipo de sustrato o contenedor
2. Por el método empleado para aportar la solución nutritiva: por goteo, subrrigación, en agua circulante, bandejas o mesas flotantes o aeroponía

3. Del uso del drenaje (sistemas abiertos o de drenaje libre y sistemas cerrados o recirculantes)

Los sistemas hidropónicos propiamente dichos más empleados son el NFT, el cultivo de bandejas flotantes y la aeropónica.

En el NFT una delgada lámina de solución nutritiva fluye por unas canaletas que contienen las raíces. En los sistemas flotantes, unas bandejas de material plástico flotan sobre una solución nutritiva, en la aeroponía las plantas se cultivan en paneles plásticos perforados que separan la parte aérea de las raíces donde se pulveriza las mismas con solución nutritiva. Siendo los sistemas en sustrato los que hasta el momento han tenido más éxito

INJERTO EN HORTALIZAS

El injerto de hortalizas comenzó en Japón con la técnica del injerto herbáceo en sandía para prevenir la fusariosis en 1914. En Europa el injerto de hortalizas se utiliza desde 1947 entre los horticultores holandeses. Daskaloff, en 1950, preconizó este procedimiento para las cucurbitáceas y solanáceas. Las investigaciones de Bravenboer (1962) fueron el origen del injerto de solanáceas (Louvet, 1974). El injerto de aproximación se introdujo en Japón en 1950 procedente de Europa

Tanto en J a p ó n como en Corea, la totalidad de la sandía que se produce es con plantas injertadas. A diferencia de la Cuenca Mediterránea, se injerta en estos países una gran parte del pepino al aire libre y casi todo el de invernadero. En Japón se injerta la mitad del tomate y del melón de invernadero y la mayor parte de la berenjena. En Corea esta técnica se emplea en casi todo el melón y apenas nada en tomate y berenjena (Lee, J. M. 2003) En España se injertan anualmente unos 30 millones de plantas de sandía (Hoyos, p 2004), que suponen más de 190% de las plantas que se utilizan en las zonas donde se repite el cultivo con una cierta frecuencia, Almería, Murcia y Valencia. En Argentina, en la producción de tomates se incrementó el uso de plantines injertados, estos se producen por esta técnica que consiste en unir dos porciones de tejido vegetal, de manera que crezcan y se desarrollen como una sola planta, generándose en la combinación estiónica pie –injerto una interacción que puede afectar tanto el crecimiento como la productividad (Hartmann y Kester, 1991; Janick, 1965).

El injerto es una práctica que permite cultivar una planta con la raíz de otra. Es precisamente el sistema radicular que se utiliza, llamado portainjerto ó patrón, el cual presenta las cualidades que le confieren resistencia.

El fin primordial del injerto en los cultivos hortícolas es obtener resistencias a enfermedades del suelo, y por tanto posibilitar el cultivo de ciertas especies en aquellos suelos que harían ese cultivo imposible, así como también disminuir el uso de plaguicidas que resultan perjudiciales para el ambiente. Tal es el caso del empleo del bromuro de metilo, el cual constituía una técnica muy utilizada debido a su amplio espectro de acción y su fácil utilización (infoagro.com, 2012), en el año 1992 en Copenhague se reconoció oficialmente al mismo como uno de los responsables del deterioro de la capa de ozono, contribuyendo además al incremento de la temperatura media de la tierra. Es por ello que su utilización se encuentra hoy en día limitada.

Además de la resistencia a enfermedades, el injerto de hortalizas ha contribuido al

incremento en la tolerancia a la adaptación de varios ambientes estresantes, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes, lo que resulta en un crecimiento vigoroso, prolongación del periodo de crecimiento y un posible incremento de rendimiento (Ozores-Hampton, M., *et al*2010).

Con respecto al crecimiento de la planta, las plantas sin injertar alcanzan un mayor crecimiento en altura del tallo, pero las plantas injertadas presentan un mayor crecimiento relativo (Andreau, R., *et al*, 2009). Esto trae una complicación en las estaciones avanzadas de producción debido a un canopeo más denso, que se tornara más húmedo y sin acceso de luz, siendo estas condiciones favorables para la propagación de ciertas enfermedades. Es por esto que para tomates injertados se puede utilizar la técnica de poda a dos tallos o plantaciones a menor densidad (Leonardi, C.; Romano, D. 2004). En la Argentina existen trabajos preliminares en los que se ha observado una tolerancia superior de las plantas injertadas frente a la presencia de nematodos, con una reducción en la aparición de síntomas (Duplancic, 2007). Mišković y Marković (2009) observaron incrementos en el rendimiento en frutos en plantas injertadas sobre “Vigomax” y “Maxifort”, respecto a plantas sin injertar, con resultados variables según el año de cultivo. Forns *et al.* (2007) obtuvieron también una respuesta favorable sobre el vigor y rendimiento, utilizando “Maxifort” como pie.

Entre las especies hortícolas, sólo se injertan las solanáceas (tomate, pimiento, berenjena) y cucurbitáceas (melón, sandía y pepino). Su buena aptitud para el injerto parece estar unida a la extensión del *cambium* (Louvvet, 1974).

La afinidad entre distintos géneros y especies de solanáceas queda expuesta en el siguiente cuadro.

	Tomate	Pimiento	Berenjena	<i>Nicotina xanthi</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Solanum torvum</i>	<i>S. integrifolium</i>	<i>S. stramoniflorum</i>	<i>S. sessiflorum</i>
Tomate	++++	+	++++	+++	+++	++	+++	+++	+
Berenjena	++++	+	++++	++	+++	++++	++++	++	+
Pimiento	+	++++	+	+	+	+	+	+	+
Afinidad: +++++ muy buena; +++ buena; ++ media; + mala									

(Beyries, 1974).

El tomate y la berenjena son compatibles con una gama amplia de géneros y especies mientras que el pimiento sólo puede injertarse sobre plantas de su misma especie.

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) se puede injertar sobre *Datura stramonium*, tabaco (*Nicotiana tabacum*), y beleño negro (*Solanum nigrum*) (Hartmann *et al.*, 1991). También se ha injertado tomate sobre patata (*Solanum tuberosum*), produciendo a la vez frutos de tomate y tubérculos de patata (Maharana *et al.*, 1990, citado por Miguel, 1993). La berenjena se ha injertado con éxito sobre *S. aethiopicum*, *S. sysimbrifolium* y *Cyphomandra betacea*, aunque los mejores resultados se han obtenido con *S. torvum* (Porcelli, *et al.*, 1990, citado por Miguel, 1993). Los patrones de tomate son desarrollados principalmente para ser resistentes a marchitez por *Fusarium* y *Verticillium*, marchitez bacteriana, mal del talluelo, nódulos de la raíz producidos por nematodos, y virus del mosaico del tabaco (Lee, 2003; Oda, 2007). El portainjerto más usualmente utilizado en tomate y berenjena, KNVF (*L. esculentum* x *L. hirsutum*) y *Solanum torvum* para berenjena, los cuales funcionan mejor con bajas temperaturas en el suelo que la propia

raíz de tomate o berenjena.

Existen diferencias importantes entre especies y variedades de *Cucurbita* al crecimiento de la raíz con temperaturas bajas (Suzuki, 1972; Marukawa, 1979). La sandía injertada sobre Shintoza (*C. maxima* x *C. moschata*) o sobre las variedades Rhenshi o Sakigakede *Lagenaria siceraria* crecen mejor con bajas temperaturas del suelo (13° C) que la sandía sin injertar (Okimura *et al.*, 1986). Algo parecido ocurre con el melón. El injerto sobre RS-841 (*C. maxima* x *C. moschata*) permite plantaciones más tempranas puesto que el injerto soporta mejor que el melón las bajas temperaturas del suelo (Buitelaar, 1987; Vergniaud, 1990, citado por MIGUEL, 1993).

Entre las cucurbitáceas, la sandía se injerta habitualmente en Japón sobre *Lagenaria siceraria* (Suzuki, 1972; Kuniyasu y Kishi, 1977; Shimada y Nakamura, 1977; Nakamura *et al.*, 1978; Kuniyasu, 1979; Chen, 1984). También se emplean como portainjertos de sandía especies, variedades o híbridos de *Cucurbita* (*C. pepo*, *C. moschata* y *C. ficifolia*) (Yamamuro *et al.*, 1974; Marukawa, 1979; Choi *et al.*, 1980; Matsuoda *et al.*, 1981, citado por MIGUEL, 1993; Okimura, 1986). El catálogo de la firma productora de semillas SAKATA, incluye como portainjertos de sandía, la sandía híbrida nº 7 y el catálogo de Takii, varios híbridos de *Cucurbita*, variedades de *Lagenaria siceraria*, *Benincasa hispida* y sandía Toughness. El melón se ha injertado sobre *Cucurbita ficifolia* por Groenevegen en 1953 y también sobre *Cucurbita pepo* (Louvet, 1974). En Japón se injerta habitualmente sobre híbridos de *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* (Choi *et al.*, 1980; Onuma, 1976; Ogbuji, 1981; Lee, 1989; citados por Miguel, 1993). También en Italia se ha utilizado el injerto sobre *Cucurbita ficifolia* (Maioli, 1984), y en Francia ha comenzado a injertarse sobre híbridos del tipo de los empleados en Japón (Vergniaud, 1990, citado por MIGUEL, 1993).

Desde 1961 se emplea *Benincasa cerifera* Savi como portainjertos de melón (Louvet, 1961). Se ha utilizado en Francia, Holanda (Buitelaar, 1979) Italia (Maioli, 1984) y Japón (Matsubara, 1989). Otros portainjertos de melón son variedades resistentes a *Fusarium* (Buitelaar, 1974; Maioli, 1984; Trentini y Maioli, 1989).

MÉTODOS DE INJERTO EN CUCURBITÁCEAS Y SOLANÁCEAS

- **De aproximación** (descrito por Chavagnat, 1972).
- Siembra de la variedad en bandejas, con temperatura de fondo de 20-22° C.
- Siembra del portainjerto (*Benincasa cerifera*), con semilla pregerminada durante 24- 48 horas, en bandejas con temperatura de fondo de 24-26° C.
- Repicado de la variedad y del portainjerto, separadamente, a tacos, cuando alcanzan estado de cotiledones desplegados. Mantenimiento de temperatura alta (26-30° C) para favorecer el alargamiento del tallo de la Benincasa. Con la misma finalidad se puede oscurecer con plástico negro, durante 24-36 horas.
- Injerto cuando la variedad y el patrón tienen la primera hoja bien desarrollada y está apareciendo la segunda.
- Hacer una incisión en el portainjerto, comenzando justo bajo los cotiledones en el lado opuesto a la primera hoja, hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1,5 cm de longitud.
- Hacer una incisión en el melón comenzando 2 cm por debajo de la primera hoja

verdadera, hacia arriba y hasta el centro del tallo.

- Ensamblar las dos plantas y ligar con banda de plomo o papel de estaño y plantarlas en una maceta.
- Mantener las plantas recién injertadas en ambiente cálido (25-30° C.) y húmedo 80-90% HR. durante dos días.
- Airear progresivamente a partir del tercer día.
- Cortar el tallo del melón por debajo del injerto, y la cabeza del patrón conservando solamente los dos cotiledones y la primera hoja. Colocar de nuevo las plantas en atmósfera cálida y húmeda durante dos días.

Airear progresivamente. Plantar a partir de los dos o tres días de comenzar esta operación.

- **De aproximación** (descrito por Suzuki, 1972).
- Sembrar en bandeja el melón o sandía, con sustrato suelto. Mantener en invernadero a 15-30° C. de temperatura.
- A los 5-7 días, sembrar el patrón, también en bandeja de siembra.
- Cuando en el patrón aparece la primera hoja verdadera, injertar.
- Arrancar con raíces la planta del patrón y de la variedad.
- Eliminar el brote del patrón, dejando sólo los dos cotiledones.
- Hacer una incisión en el patrón comenzando por debajo de los cotiledones, hacia abajo, de 1-1,5 cm y hasta la mitad del tallo.
- Eliminar la piel del tallo de la variedad en la zona de soldadura.
- Hacer incisión de abajo a arriba, comenzando 2 cm por debajo de los cotiledones.
- Ensamblar patrón e injerto y sujetar con pinza o cinta.
- Plantar en una maceta de 10 cm de diámetro separando los tallos en ambas plantas para facilitar el corte posterior.
- Mantener las plantas en invernadero a 25-26° C. Durante los dos o tres primeros días, sombrear las plantas.
- A partir de ese tiempo, levantar el sombreado y airear progresivamente. Si aparece marchitez en las plantas, continuar con el sombreado un poco más.
- A los 10 días del injerto, cortar el tallo de la variedad (hacer una prueba previa con algunas plantas) justo por debajo del injerto.
- **Injerto de empalme** (descrito por Hartmann y Kester, 1991). **ES EL MÁS IMPORTANTE Y DIFUNDIDO EN TOMATE!**

Preparación de plantas como en casos anteriores, pero con el patrón plantado en maceta o bandeja definitiva.

- Cortar el patrón en diagonal, justo por debajo o por encima de los cotiledones.
- Introducir un tubo de polietileno transparente que ajuste con el tallo, por el extremo cortado.
- Cortar el melón o sandía por encima o por debajo de los cotiledones en un ángulo similar al anterior e introducir la planta en el tubo de manera que ajuste con el corte del patrón.
- Mantener el tubo unos 12 días, hasta que se produzca la cicatrización del injerto, conservando las plantas en ambiente adecuado para que se produzca la soldadura.
- Cortar y retirar el tubo de plástico.

Bibliografía

- 1) Alpi, A.; Tognoni, F. 1991. Cultivo en Invernadero. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.España.
- 2) Castilla, Nicolás. .2005 INVERNADEROS PLASTICOS: Tecnología y manejo. Ediciones Mundi Prensa DE CULTIVOS
- 3) Cadhia, Carlos.1998. Fertirrigacion. Cultivos hortícolas y ornamentales- Ediciones Mundi Prensa-.

