



"Liliana Dimitrova"

El injerto herbáceo en las cucurbitáceas: una alternativa para el manejo integrado de plagas del suelo.



*A*utor: Yohandri Ruisánchez Ortega.

La Habana, 2010.

Resumen.

En la actualidad las áreas destinadas para cultivo protegido de hortalizas en Cuba son las más afectadas por nematodos y enfermedades del suelo. Estos organismos causan considerables pérdidas en los rendimientos en este tipo de instalaciones. Numerosas alternativas de manejo han sido empleadas con éxito en el mundo, entre ellas, el injerto es una práctica cultural, que constituye un importante componente de los sistemas de manejo integrado de plagas en el cultivo protegido en cultivos como el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena*), melón (*Cucumis melo* L.) y sandía (*Citrullus lanatus*, Thunb). Esta técnica también es utilizada para conferirle a las plantas una mayor tolerancia frente a los factores abióticos (temperatura, salinidad, estrés hídrico, etc.). En países como España, Italia, Japón y Holanda se producen cerca de 30 – 40 millones de plántulas injertadas por año. En Cuba el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova", comienza en el 2001 la transferencia e investigación de la tecnología del injerto herbáceo como alternativa al uso de bromuro de metilo. Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo del trabajo, es realizar un análisis de la información disponible sobre injerto herbáceo en cucurbitáceas, para la preparación de técnicos y profesionales en esta técnica que se ha empleado en otras partes del mundo y que para ser explotada eficientemente en los sistemas de producción protegidos de hortalizas en Cuba debe ser estudiada y enriquecida con el trabajo conjunto de centros científicos y entidades productivas del país.

Palabras claves: Injerto herbáceo, cucurbitáceas, nematodo, enfermedades del suelo.

Índice.

1. Introducción -----	5
2. Importancia alimenticia y económica de los cultivos: sandía y melón.-----	7
3. Historia del injerto herbáceo -----	9
4. Finalidad del injerto herbáceo -----	9
5. Enfermedades que se previenen con el uso del injerto herbáceo en las Cucurbitáceas -----	11
5.1. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. Cucumerinum Oen (FOC) -----	12
5.2. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. Melonis Sn et Hn (FOM) -----	13
5.3. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. Niveum sn et Hn (FON) -----	13
5.4. <i>Verticillium dahliae</i> Kleb. -----	14
5.5. Virus del crizado del melon (MNSV) -----	15
5.6. Nematodos de agallas (<i>Meloidogyne</i> spp.) -----	15
5.7. Accidente climático y condiciones agronómicas culturales -----	16
6. Especies que se injertan -----	17
7. Protainjerto o patrón -----	18
8. Procesos de unión del injerto -----	20
8.1. La cohesión del patrón y la variedad -----	20
8.2. La proliferación del callo -----	21
8.3. La diferenciación vascular -----	21
9. Factores que influyen en la unión del injerto -----	22
9.1. Temperatura -----	22
9.2. Humedad -----	23
9.3. Oxígeno -----	23
9.4. Actividad de crecimiento del patrón -----	23
9.5. Contaminación -----	23
9.6. Superficie de contacto y técnica del injerto -----	23
10. Incompatibilidad entre patrón y variedad -----	24
11. Método de injerto en cucurbitáceas -----	26
11.1. Injerto de aproximación -----	26

11.2. Injerto de púa	27
12. Mecanización del injerto herbáceo	30
13. Conclusión	31
14. Bibliografía	32

1. Introducción.

Las plántulas injertadas son utilizadas desde el 1920 en Japón, (Sakata *et al.*, 2008), con el fin de conferir resistencia a enfermedades y nematodos, en solanáceas y cucurbitáceas, constituye una alternativa al uso de bromuro de metilo para desinfectar el suelo (Besri, 2003; Stephen *et al.*, 2004; Pérez, 2004). Además esta técnica es muy utilizada, para aumentar la tolerancia de las plantas a factores abióticos como son; temperatura, salinidad, estrés hídrico, etc. (González, *et al.*, 2003) y un mayor aprovechamiento de la nutrición, (Angela *et al.*, 2008).

Al comienzo esta técnica fue muy cuestionada debido al costo de las plántulas injertadas, pero al comparar estos con la disminución del gasto por el uso del bromuro de metilo como desinfectante del suelo, así como todas las cualidades que confiere esta práctica a las plantaciones, hubo una rápida aceptación y desarrollo de esta tecnología por parte de los productores (Taylor *et al.*, 2006); llegando en la actualidad a injertarse en España alrededor de 30 millones de plántulas de sandía por año, en Italia 20 millones de plántulas de sandía, y 5-6 millones de melón por año. Se estima que en Honduras más del 30 % de las áreas plantadas de los cultivos de melón y sandía (2500 ha) son de plántulas injertadas, algo similar sucede en Guatemala la cual cuenta con un área aproximada de 1050 ha, para el trasplante de estos cultivos según Angela *et al.*, 2007.

En Cuba desde el año 2001 el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" (IIHLD), en colaboración con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, comienza la transferencia e investigación de la tecnología del injerto herbáceo como alternativa al uso de bromuro de metilo, lográndose buenos resultados con el uso de los portainjertos LAO 7002, LAO 7003 y *Solanum torvum* en el cultivo de tomate, así como con el uso de la variedad de pimiento LINEM como portainjerto, frente a nematodos (Casanova, *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008).

Se han realizado algunos ensayos en cucurbitáceas, utilizando como portainjeto *Benincasa hispida*, el estudio del comportamiento del injerto en esta familia aun no está ampliamente desarrollada en nuestro país, (González, 2008).

Mediante el proyecto "Alternativa al Uso de Bromuro de Metilo", de la ONUDI, que lidera el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) con la participación del IIHLD, el apoyo del Grupo Empresarial Citrícola y unidades de cultivos protegidos del MINFAR, MININT, y otras, se inició en el primer trimestre del 2009 el montaje de ocho unidades de injerto herbáceo en diferentes localidades del país, con el objetivo de satisfacer paulatinamente las necesidades de transplante con plantas injertadas en áreas afectadas con nematodos en sistemas de cultivo protegido de hortalizas. Las unidades son las siguientes (Pérez, 2009).

- La Habana (Empresa Cítrico Ceiba, IIHLD, y Plan 160)
- Ciudad Habana (Granja Atabey)
- Matanzas (Empresa Cítrico Victoria de Girón),
- Cienfuegos (Empresa Cítrico Arimao).
- Villa Clara (AGROFAR).
- Ciego de Ávila (Empresa Cítrico Ceballos).

Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo del trabajo, es realizar un análisis de la información disponible sobre injerto herbáceo en cucurbitáceas, para la preparación de técnicos y profesionales en esta técnica que se ha empleado en otras partes del mundo y que puede ser explotada eficientemente en los sistemas de producción protegidos de hortalizas en Cuba.

2. Importancia alimenticia y económica de los cultivos: sandía y melón.

Entre las cucurbitáceas la sandía y el melón son las más cultivadas y demandadas a nivel mundial. Esto se debe a su alto contenido en agua (90% de su estructura), esta característica las convierte en una fruta refrescante y apetecible para los meses del verano cuando el calor más aprieta. Ambas son muy bajas en calorías a causa precisamente de este alto contenido en líquidos, lo que las convierte en alimentos muy recomendados en dietas de adelgazamiento, (Agqnutricion. 2009).

A la hora de hablar de los beneficios nutricionales las diferencias son mayores. La sandía por ejemplo es un tipo de fruta que tiene más agua en su composición y muy poco azúcar. Destaca su alto contenido en vitamina C y A y en minerales como el potasio que se encargan de regular nuestro organismo. Frente a esto el melón también contiene altas dosis de ambas vitaminas, concretamente en lo que se refiere a la vitamina C tiene mucha más cantidad que la sandía, y es que el melón puede ayudarnos a conseguir la mitad de la cantidad de vitamina C que nuestro cuerpo requiere cada día, (Zonadiet, 2010).

La sandía es una fuente importante de licopeno, un potente antioxidante que ayuda a nuestras células a permanecer jóvenes por más tiempo. El melón en cambio contiene otras vitaminas y elementos que en la sandía se encuentran en cantidades menos, como es el caso de las vitaminas del grupo B, esenciales para mantener nuestros tejidos jóvenes por más tiempo. Ambos nutrientes son necesarios para lograr un buen funcionamiento del organismo, (Weblogs, 2009).

La producción de melón y sandía esta generalizada en todas las regiones del mundo, entre los principales países productores se destacan China, con un 39% (63.000.000 t) de la producción total mundial, seguida de Turquía con un 9%, Estados Unidos con un 6%, y España e Irán con un 5% cada uno de ellos. España obtuvo en el 2008 una producción de sandía y melón de 715.900 t, con una superficie de 15.302 ha, (Fruit Logística, 2009).

En América las mayores producciones de melón se concentran en México, USA y Costa Rica. México y USA son los países que dedican mayores superficies a este cultivo con 52 000 y 42 000 ha respectivamente, mientras que los mayores

rendimientos se obtienen en USA con 23 t.ha⁻¹ y Costa Rica con 20 t.ha⁻¹. Dentro del área del Caribe se obtienen producciones en República Dominicana, Guadalupe y Martinica, siendo República Dominicana el país que más superficie destina a esta hortaliza y que mayor producción alcanza, en el orden de las 35 000 t, los mayores rendimientos por su parte se alcanzan en Martinica con 16 t.ha⁻¹ y Guadalupe con 13 t.ha⁻¹ a pesar de que dedican áreas más pequeñas para el cultivo (FAO, 2008).

En Cuba, las provincias de Ciego de Ávila y Matanzas son las que más se destacan en la producción de sandía y melón en condiciones de cultivo protegido, con una superficie de 1,944 ha y 0, 54 ha respectivamente, (MINAG, 2010). Bajo condiciones protegidas la producción de estas cucurbitáceas es de 40 - 50 t.ha⁻¹ para el cultivo del melón y 45 – 55 t.ha⁻¹ para el cultivo de la sandía, (Casanova *et al.*, 2007).

En las regiones del Caribe, el melón y la sandía presentan serias dificultades para su desarrollo a cielo abierto, debido a la alta humedad relativa imperante, que favorece la aparición de enfermedades severas en el follaje, como el mildiu velludo (*Pseudoperonospora cubensis*), que constituye la limitante fundamental de la producción de melón en esta región, ya que provoca una defoliación total en las plantas mucho antes que el cultivo concluya su ciclo de vida, (Lozano y Schawrtz, 1981).

Según estudios realizados por Gómez *et al.*, 2009, Señalan que *Meloidogyne spp.* constituye la principal limitante para la producción de melón y tomate en condiciones de cultivo protegido en Cuba, seguido de plagas insectos y fitopatógenos varios. Es por esto la necesidad de buscar alternativas capaces de mitigar los daños causados por este endoparásito, entre las cuales se encuentra el injerto herbáceo.

3. Historia del injerto herbáceo.

El injerto en plantas leñosas fue conocido por lo chinos desde 1000 años antes de J.C. El primero en dejar plasmado en sus obras descripciones de los injerto fue Aristóteles, (Lee, 2003a). El injerto de aproximación fue el primer método practicado, ya que éste se observaba con facilidad en los árboles, cuando se unían dos ramas por accidente y se unían sin intervención del hombre, luego se comenzaron a realizar nuevos métodos, que durante la época del imperio romano ya eran muy populares (Sakata *et al.*, 2006). Durante el Renacimiento hubo un interés renovado por las prácticas del injerto lo que aumentó el desarrollo de nuevas técnicas y métodos de injertar plantas del tipo leñosa. El uso de esta técnica se generalizó en muchos países y se conocía la importancia de hacer coincidir las capas de *cambium*, aunque no se conocía la función de este tejido. En el siglo XVII, Duhamel estudió la unión de injertos leñosos. Continuó sus trabajos Vochting a finales del XIX. (Kacjan y Osvald, 2004).

El desarrollo de la técnica del injerto herbáceo comenzó alrededor del 1920, practicándose por primera vez en el cultivo de sandía en Japón, con el fin de prevenir el *Fusarium* (Kubota *et al.*, 2008) El empleo de esta técnica es reconocida con amplia difusión a partir de 1970 en España, Francia, Italia y Japón, siendo éstos los países con alto desarrollo en esta temática, donde se estima una producción de 651 millones de plantas injertadas por año, para una superficie de 30 000 ha a pleno campo y 15 000 ha en invernaderos (Hoyos, 2007).

4. Finalidad del injerto herbáceo.

La principal finalidad del injerto en hortalizas es obtener resistencia a enfermedades del suelo, utilizando patrones que confieran tolerancia a dichos patógenos (Camacho y Fernández, 2002; Lin, 2004; Angela *et al.*, 2007). Debido a los buenos resultados que se han obtenido utilizando el injerto en las diferentes hortalizas, es empleado como medida alternativa al uso del bromuro de metilo, (Leoni *et al.*, 2004; Mitidieri *et al.*, 2005).

También constituye una medida de lucha contra el síndrome del colapso, según algunos autores su resistencia a este síndrome está motivada por la diferencia del flujo de savia existente entre ambas estructuras fisiológicas, (Lobo, 1990; Escudero *et al.*, 2003).

Otra de sus finalidades es concederle a los cultivos una mayor resistencia y tolerancia a factores abióticos tales como: la temperatura, salinidad, sequía, etc. (Privitera y Sirvero, 1999; Liu, *et al.*, 2003a; Liu, *et al.*, 2004b; Shishido *et al.*, 2006). Otras finalidades de su uso pueden ser:

- ❖ Obtener formas especiales de crecimiento.
- ❖ Incremento de la absorción de minerales y fertilizantes.
- ❖ Incremento de la calidad y cantidad de frutos.
- ❖ Acelerar la madurez reproductora de selecciones de plántulas obtenidas por hibridación.

5. Enfermedades que se previenen con el uso del injerto herbáceo en las Cucurbitáceas.

Las enfermedades que se previenen con el uso del injerto son aquellas cuyo inoculo permanece en el suelo, provocando alteraciones en la zona radical y en tallo de las plantas. En la Fig. 1 se muestran las principales alteraciones provocadas por las enfermedades del suelo.

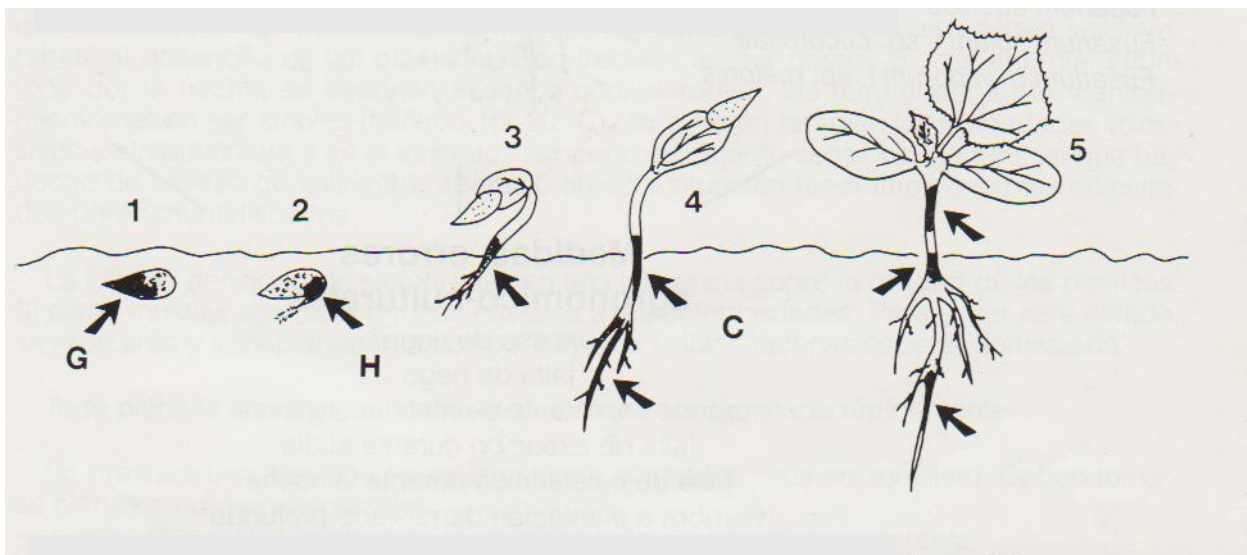


Figura 1: Fases de desarrollo de una plántula y localización de las principales alteraciones provocadas por las enfermedades del suelo (Blancard *et al.*, 1993).

1. Inhibición de la germinación de la semilla (G).
2. Ataque al hipocótilo (H).
3. Alteración de la raíz principal.
4. Necrosis de las raíces y/o del cuello (C).
5. Alteraciones de las raíces y/o del cuello y/o de la parte baja del tallo.

5.1. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Oven (FOC).

Este hongo infecta al cultivo del pepino, penetrado por las raíces y se localiza en los vasos leñosos de las raíces y del tallo, siendo la causa de la obturación de los conductos de agua y nutrientes hacia las hojas. En las plantas adultas se produce un marchitamiento de brotes y hojas, que posteriormente se hacen persistentes y afecta a las ramas o a la planta entera, la cual llega a morir antes que los frutos alcancen el tamaño y la calidad comercial adecuados, (Fig. 2). Las plántulas si son plantadas en un suelo fuertemente infestado mueren antes de llegar al estado adulto (Lin, 2004).

Esta especie de *fusarium* como otras de *Fusarium oxysporum*, puede mantenerse en el suelo durante muchos años (10-15) gracias a sus clamidosporas cuya espesa pared les permite resistir las condiciones más diversas en el suelo. Se difunde sobre los tallos formando chancros que se cubren de numerosos conidióforos y esporas.

Estas se dispersan fácilmente a favor del viento y de salpicaduras. Los sustratos contaminados transmiten la enfermedad, así como las máquinas de laboreo, (Blancard *et al.*, 1993).

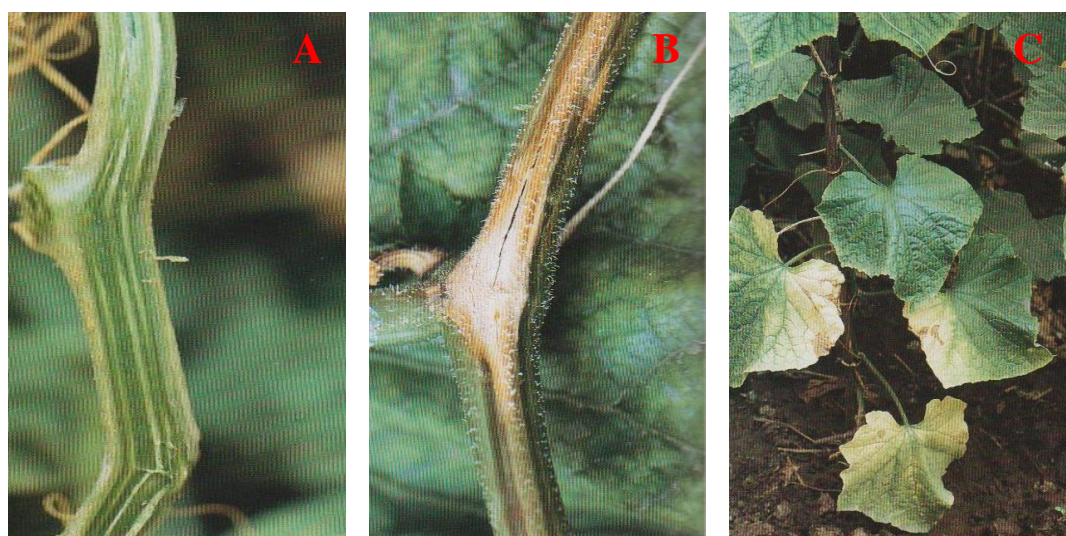


Figura 2: (A) Tallo de pepino sano; (B) Tallo de pepino afectado por FOC; (C) hojas de pepino afectadas por FOC. (Blancard *et al.*, 1993).

5.2. *Fusarium oxysporum* f. sp. melonis Sn et Hn (FOM).

Existen cuatro razas de esta enfermedad (raza 0; raza 1; raza 2; y raza 1-2), las cuales afectan al cultivo del melón, provocando un típico amarilleo, comenzando por un aclaramiento de las nerviaciones de las hojas o de la mitad de ellas, (Fig. 3). Se produce también una necrosis lateral del tallo con exudación de gotas de goma, terminando con la muerte de la planta, (Monera, 2003). Se puede difundir por medio de semillas contaminadas, aunque por lo general esto ocurre a partir del hongo presente en el suelo que es diseminado por el viento, las salpicaduras o por medio de materiales o herramientas de trabajo.

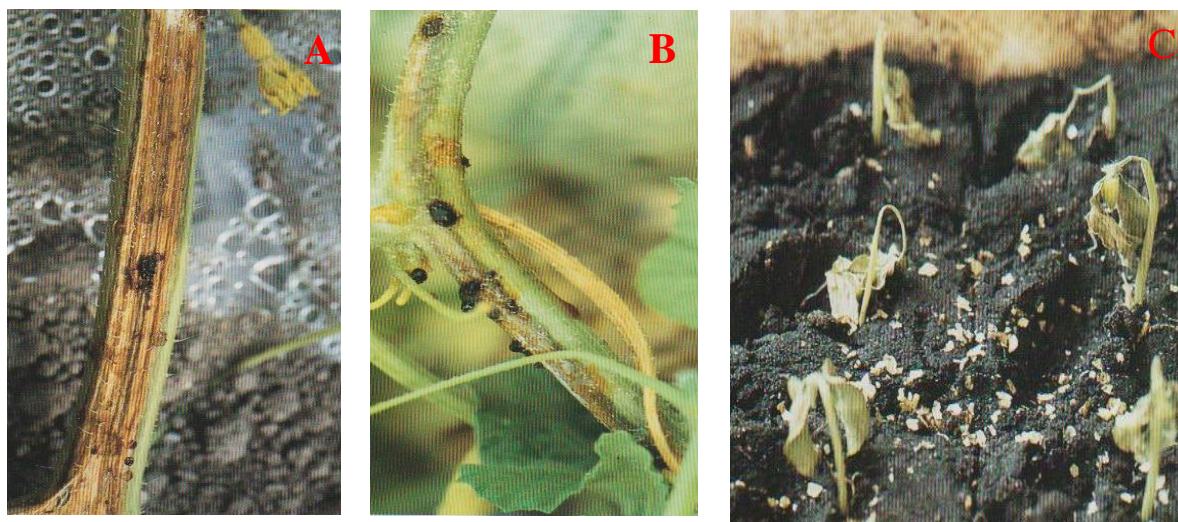


Figura 3: (A y B) Tallo de melón afectado por FOM; (C) plántulas de melón muerta por ataque intenso de FOM (Blancard *et al.*, 1993).

5.3. *Fusarium oxysporum* f. sp. neivium Sn et Hn (FON).

Esta enfermedad afecta al cultivo de la sandía y al melón y presenta una forma de infectar similar a las especies mencionadas anteriormente. Las contaminaciones suelen iniciarse en las heridas de emergencia de las raíces laterales.

Es capaz de colonizar los tallos muertos de melón y las raíces de varias plantas hospedantes, logrando de esta forma mantenerse en el suelo por un periodo hasta de 10 años. Su difusión se realiza muy fácil por medio de las semillas, las partículas de suelo contaminado, el agua del riego y las herramientas de trabajo (Blancard *et al.*, 1993).

5.4. *Verticillium dahliae* Kleb.

Este hongo es muy polífago, ha sido reportado en todas las cucurbitáceas, provocando lesiones neucróticas en forma de V en las hojas, los tejidos del limbo necrosan y se desecan. Afecta también al tallo provocando lesiones en los vasos que toman una tonalidad amarilla oscura, (Fig. 4). Puede conservarse durante mucho tiempo en el suelo gracias a sus estructuras de resistencia (microesclerocios) y utilizando como huéspedes intermediarios a un gran número de plantas cultivadas y adventicias (berenjena, tomate, amaranto, etc.).

El suelo y los instrumentos de trabajos pueden ser causa de la contaminación de las plantas y de la transmisión del hongo, así como las corrientes de aire y salpicaduras de agua, (Blancard *et al.*, 1993).

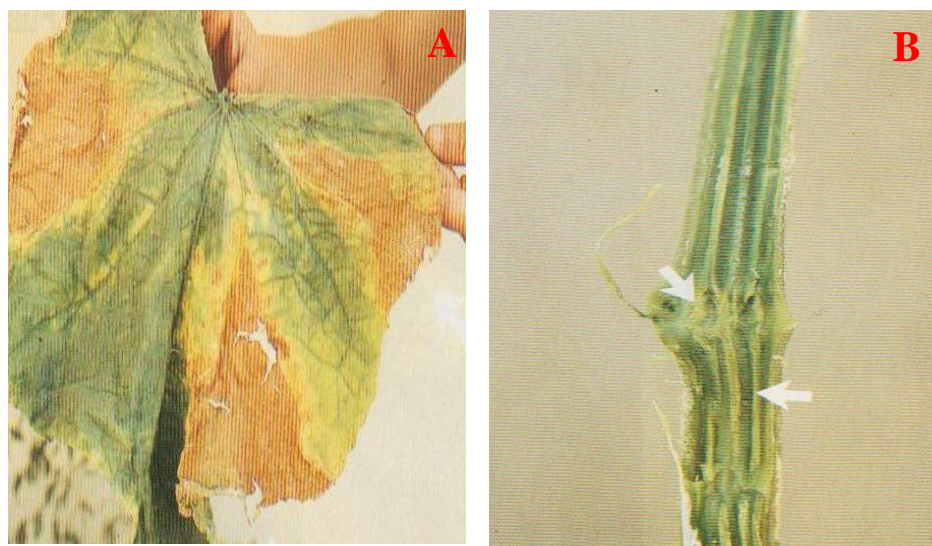


Figura 4: (A) Afectación en hoja y (B) en tallo por *Verticillium dahliae* Kleb. (Blancard *et al.*, 1993).

5.5. *Virus del cribado del melón (MNSV)*

Este virus afecta a los cultivos del melón y la sandía, en las plantas afectadas se observa pequeñas lesiones cloróticas que posteriormente se necrosan. En el tallo, sobre todo en el cuello, aparecen estrías cloróticas que pueden provocar la muerte de la planta. Los frutos, ocasionalmente, presentan una cierta rugosidad en la corteza y moteado interno (Privitera y Sirvero, 1999). El MNSV se transmite por un hongo del suelo, *Olpidium radiale*, cuyas zoosporas móviles pueden desplazarse en un medio líquido o en las películas de agua retenidas por capilaridad entre las partículas del suelo. El virus se transmite al penetrar la zoospora en la raíz de una planta sana. La gran estabilidad del virus y de las formaciones de conservación del hongo (esporas de reposo) hace que un suelo pueda permanecer contaminado durante mucho tiempo. La transmisión por semilla ha sido señalada también en el cultivo del melón pudiendo alcanzar tasa muy elevadas, (Fig. 5).

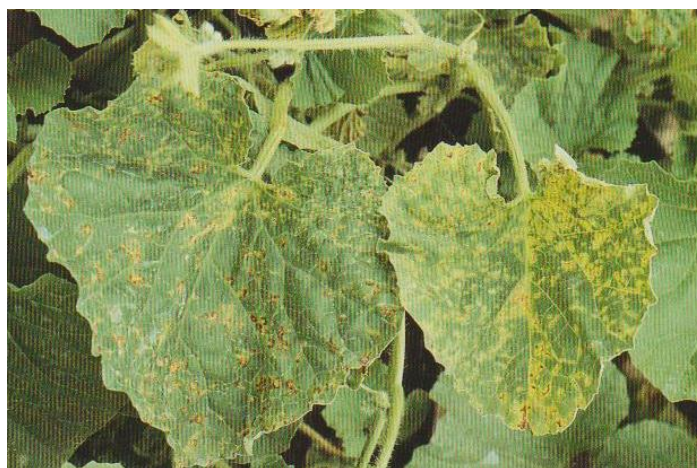


Figura 5: Hojas afectadas por MNSV. (Blancard *et al.*, 1993)

5.6. *Nematodos de agallas (Meloidogyne spp.)*.

Existen varias especies de nematodos que atacan a las cucurbitáceas, siendo las especies *M. incognita* y *M. arenaria* las de mayor importancia. Desde el suelo los nematodos penetran en las raíces, produciendo en éstas, nódulos o engrosamiento, formando una especie de rosario. La acción de los nematodos produce obstrucción de los vasos e impide la normal absorción de las raíces, ocasionando una reducción en el desarrollo de las plantas y síntomas de marchite,

clorosis y enanismo (Rodríguez *et al.*, 2005; Sigüenza *et al.*, 2005). El ataque de estos endoparásitos predisponen las hortalizas al ataque de hongos del suelo *Fusarium*, *Verticillum*, (Chávez, 2007). Este mismo autor plantea que los nematodos pueden persistir en el suelo bajo condiciones adversas del medio durante largo tiempo, en forma de masas de huevos protegidas por una cubierta mucilaginosa.

5.7. Accidente climático y condiciones agronómicas- culturales.

Las plantas injertadas suelen mostrar una mayor resistencia a los accidentes climáticos y a los agronómicos – culturales, esto puede estar dado por altas y bajas temperaturas, exceso de humedad, carencia de calcio, etc. Tienen como influencia sobre su desarrollo, la perturbación, que suele ser una reducción de su actividad, se traduce con bastante frecuencia en un abarquillamiento de las hojas. Frente a un estrés térmico los tejidos del limbo reaccionan y provocan un arrugamiento localizado de las hojas (Temperini *et al.*, 2005). Este mismo autor plantea que, las hojas se muestran cloróticas o amarillas, lo que está asociado con carencias nutricionales y salinidad (exceso de abonado y otra causa), esta ultima causa puede provocar una ligera quema del sistema radicular, lo que tiene a veces como consecuencia un bloqueo del crecimiento de la planta, y también hace amarillear y necrotizar la periferia del limbo de las hojas. Este último síntoma se manifiesta también cuando hay un aporte excesivo de estiércol en la plantación. Las plantas injertadas además muestran una mayor resistencia a las alteraciones fisiológicas derivadas de suelos con problemas de encharcamiento, (Ros *et al.*, 2004).

6. Especies que se injertan.

Para que el injerto tenga éxito ha de haber una coincidencia de los tejidos próximos a la capa de *cambium* que produce callo. En las monocotiledóneas el injerto es más difícil, aunque hay casos de uniones en varias especies de gramíneas y en la vainilla, una orquídea tropical monocotiledónea. El injerto está limitado, en las angiospermas, a las dicotiledóneas y, en las gimnospermas, a las coníferas. Ambas tienen una capa de *cambium* vascular que se extiende entre el xilema y el floema (Jorausch *et al.*, 2000).

No hay ningún método para predecir el resultado de un injerto, pero en términos generales se puede decir que cuanto más afinidad botánica haya entre las especies, mayores son las probabilidades de éxito del injerto. Hasta el momento se han estudiado dos tipos de afinidad entre injerto:

- 1) Afinidad morfológica, anatómica, de constitución de sus tejidos, lo que quiere decir que los haces conductores de las dos plantas que se unen tengan diámetros semejantes y estén en igual número aproximadamente.
- 2) Afinidad fisiológica, de funcionamiento y analogía de savia, en cuanto a cantidad y constitución (Roberts y Brown, 1961).

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* (Escudero *et al.*, 2003).

7. Portainjerto o patrón.

El portainjerto tiene como finalidad mantener aislada del suelo infestado a la planta susceptible, y la variedad a cultivar se injerta encima de ésta, protegiendo siempre el conjunto raíz – hipocótilo. Varios autores plantean que la resistencia del injerto a las enfermedades del suelo se debe a este conjunto (Camacho y Fernández, 2002). La eficiencia del injerto no depende solamente del grado de resistencia del patrón, también obedece a la introducción de un sistema radicular diverso que aumenta, la productividad, elevando la eficiencia de la absorción de agua y nutrientes (Liu, *et al.*, 2003c; Temparini *et al.*, 2006), es por esto que los patrones deben reunir las siguientes cualidades:

- ❖ Ser resistente a la enfermedad que se quiere prevenir.
- ❖ Presentar buen vigor y plasticidad ecológica.
- ❖ Tener buena afinidad con la planta que se injerta.
- ❖ Presentar buenas condiciones para la realización del injerto: En las cucurbitáceas, hipocótilo relativamente largo (5-7cm), grueso, poco ahuecado y consistente.
- ❖ No modificar desfavorablemente el número de frutos, así como la calidad de los mismos.

En la Tabla 1 se puede observar los principales patrones comerciales utilizados para el injerto, en los cultivos de melón, sandía y pepino. Con el uso de los genotipos RS 841 y ES 99-13 en un suelo altamente afectado con FOM, se han logrado buenos resultados en la producción desde 45 – 55 t.ha⁻¹, respectivamente, (Temparini *et al.*, 2006).

Tabla 1: Relación de los principales portainjerto comerciales de melón, sandía y pepino (Rozzetti, 2005).

Genotipo	Compañía	Cultivo donde es utilizado	Intervalo de siembra (días)	Resistencia
RS 841	Royal Sluis	Melón, sandía, pepino	3 -12	Fom (0-1,1,2); Fon 1-2; Foc 1-2; Forc; Pho; Ss; Db.
ISI 1313 ISI 64203	Isi Sementi	Melón, sandía	12	For; Fon, N.
PS 1313	Petoseed	Melón, sandía, pepino	5	Fom; Fon; Pho
Shintosa Camelforce	Nunhems	Melón, sandía, pepino	6 - 8	Fom; Fon; V
<i>Lagenaria siceraria</i>	-	Sandía	7-10	Fom, Fon, Pho

Resistencia: Fom = *Fusarium oxysporum* f. sp. Melonis; Fon = *Fusarium oxysporum* f. sp. Niveum; Foc = *Fusarium oxysporum* f. Sp. Cucumerinum; Forc = *Fusarium oxysporum* f. Sp. radices cucumerinum; Pho = *Phomopsis sclerotoides*; Db = *Didymella bryoniae*; Ss = *Sclerotinia sclerotiorum*; V = *Verticillium albo – atrum*; N = Nematodos.

También se ha logrado buenos resultado con el uso de variedades más rústicas en el control de las enfermedades del suelo, como son: *Benincasa hispida*, *Benincasa cerifera*, *Cucumis sativus*, *Cucúrbita ficifolia*, *Lagenaria siceraria*, *Lufa* sp. y *Cucumis metuliferus*, (Melquiades y Philipppines, 1990; Zen *et al.*, 2004; Miguel, *et al.*, 2005; Yetisir *et al.*, 2007; Shibuya, *et al.*, 2007). Los estudios de resistencia de algunos de estos patrones al ataque de nematodo en Cuba, han mostrado susceptibilidad a estos endoparásitos que habitan en el suelo, como es el caso de *Benincasa hispida*, la cual se mostró susceptible al ataque de *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*, según estudios realizados en el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" (González, 2008).

8. Proceso de unión del injerto.

El fenómeno por el cual dos partes distintas se unen para formar una unidad se efectúa en dos etapas: una primera fase donde se produce una reacción de compatibilidad y otra fase en la que se completa la unión. La firmeza de la unión aumenta lentamente al principio y sólo lo hace rápidamente en su estado avanzado de la fase de injerto (Miguel *et al.*, 2007). El desarrollo de un injerto compatible comprende tres procesos: cohesión del patrón y la variedad, proliferación del callo en la unión y diferenciación vascular entre ambas parte, (Miguel y Cebolla, 2005).

8.1. La cohesión del patrón y la variedad.

La cohesión entre patrón y variedad, se produce como resultado de la deposición y subsiguiente polimerización de materiales de las membranas celulares, debida a la herida del injerto (Moore, 1984). El "cemento" secretado en las uniones, a la vez que proporciona soporte mecánico, establece una vía continua para el flujo de agua a través del injerto que permite la recuperación de la marchites de la variedad unas horas después de la operación (Fig. 6a). Esta primera fase, no requiere un reconocimiento entre las partes, puesto que el vegetal puede unirse también a un objeto inerte, (Tuorquois *et al.*, 1996).

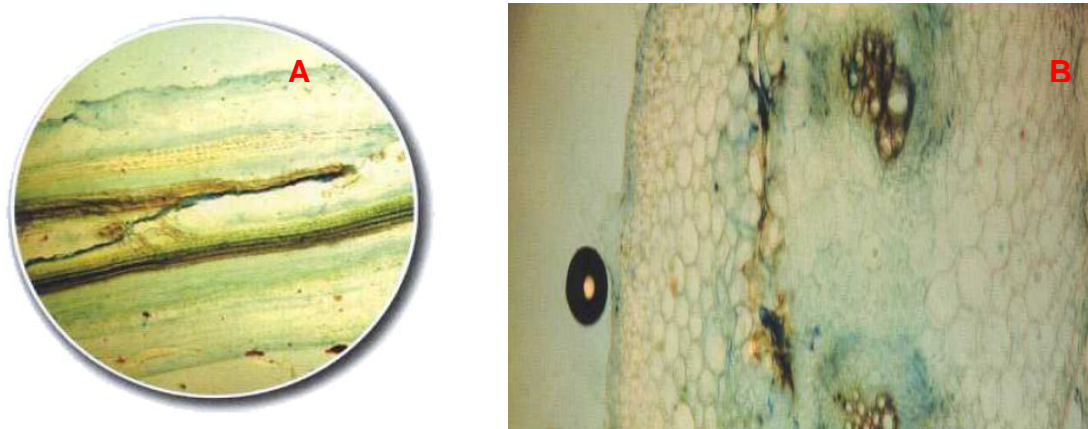


Figura 6: (A) Inicio del proceso de unión de la zona de corte; (B) formación de callo en la unión. (Miguel y Cebolla, 2005).

8.2. La proliferación del callo

Esta fase es una respuesta común a las heridas, que se produce incluso en injertos incompatibles (Fig. 6b). En los injertos herbáceos los diferentes tejidos heridos pueden participar en la formación de callo, (Poessel *et al.*, 1996).

8.3. La diferenciación vascular

Es el episodio final y es propio de los injertos compatibles. Esta diferenciación vascular se produce entre los vasos del patrón y de la variedad (Fig. 7A). Usualmente se diferencian nuevos elementos del xilema lesionado, desde el callo a las dos partes del injerto, a partir de los cuatro a siete días. El aumento gradual de la unión es evidente desde el quinto ó sexto día, correspondiente a la aparición de los puentes entre los xilema de ambas partes. El desarrollo del floema en la zona del injerto, produce la conexión de los vasos. La unión se completa cuando se han establecido varias conexiones de xilemas y floema a través del injerto, lo cual se produce normalmente en un periodo de una a tres semana (Fig. 7B), (Tuorquois *et al.*, 1996).

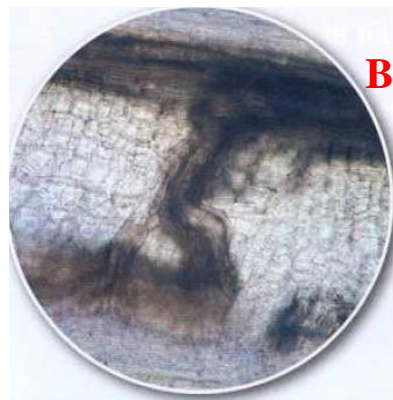


Figura 7: (A) Diferenciación de vasos entre los haces conductores de dos plantas; (B) Conexión bien establecida entre patrón y variedad. (Miguel y Cebolla, 2005)

González *et al.*, 2006, plantea que con el uso de bioestimulantes vegetales en las técnica de injerto se acelera el proceso de unión. Entre los productos recomendados se encuentra el Bíobras – 16, la autora demostró que con la aplicación de este bioproducto, se logra un mayor porcentaje de prendimiento (95%), mediante la aplicación del mismo en el momento de realizar el injerto, en plántulas de tomate para las condiciones climáticas de Cuba.

9. Factores que influyen en la unión del injerto.

Para que la unión del injerto se lleve a cabo sin dificultad se deben de tener en cuenta varios factores, entre los cuales están:

9.1. Temperatura.

La temperatura influye poderosamente sobre la división celular y consecuentemente, sobre la formación de tejido de callo y la diferenciación de nuevos haces vasculares. Tras el injerto es absolutamente necesario mantener una temperatura entre 24 °C y 27 °C durante el proceso de prendimiento que puede durar de dos a cuatro días. A menos de 20 °C la producción de callo es lenta y por debajo de 15 °C no existe (Terralia, 2009).

9.2. Humedad.

La respuesta de las células del callo situadas en la periferia de la unión del injerto, depende de la humedad relativa. Con una HR alta (90 % – 100 %), el mismo permanece intacto y capaz de soldar el injerto, mientras que en ambiente más seco, ocurre una deshidratación y suberificación de las células del parénquima que forman el tejido del callo, inhibiendo así su formación y aumentan la tasa de desecación de las células, (Chang-Yung *et al.*, 2003).

9.3. Oxígeno.

La división y crecimiento de las células van acompañados de una respiración elevada, por lo que es necesaria la presencia de oxígeno en la unión del injerto para la producción de tejidos del callo. Para algunas plantas puede bastar una tasa de oxígeno menor que la presente en el aire, pero para otras es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de la unión, (Acosta, 2005).

9.4. Actividad de crecimiento del patrón.

La actividad cambial se debe a un estímulo de auxinas y giberelinas producidas en las yemas de crecimiento, por lo que si observamos hiperactividad (con presión excesiva de las raíces) o hipoactividad (sin crecimiento de la raíces), debe dejarse algún órgano por encima del injerto, que actúa de tira savias, (Chipana, 2009).

9.5. Contaminación.

En ocasiones entran en el corte, producido al injertar, bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto. La limpieza y la desinfección de los implementos es importante para evitar estas causas, (Acosta, 2005).

9.6. Superficie de contacto y técnicas del injerto.

Según Miguel *et al.*, 2007 un contacto eficaz depende de que exista una uniformidad en el diámetro del tallo entre el patrón y la variedad, del número y disposición de los haces conductores en las dos plantas que se injertan y de la

importancia y disposición de las zonas de corte que están en contacto. En las cucurbitáceas los haces conductores dispuestos en grupos dispersos en un círculo alrededor del eje del tallo (Fig. 8).

En el injerto de aproximación varios haces de sandía pueden coincidir cerca de algunos de la calabaza, que son menos numerosos. En el injerto de púa hay que procurar que el extremo de la púa, cortado en horizontal, coincida con el extremo de la incisión en el patrón, también horizontal, para que se establezca una buena comunicación entre los haces conductores de ambas planta (Miguel y Cebolla, 2005). Estos mismos autores plantean, que en todos los casos la perfección del injerto es muy importante. Si se pone en contacto sólo una pequeña parte de los tejidos del patrón y la variedad, o no existe una uniformidad en el diámetro del tallo entre ambas plantas, la unión es deficiente. Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando ésta alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impide el transporte de agua suficiente y se produce el colapso de la planta injertada.

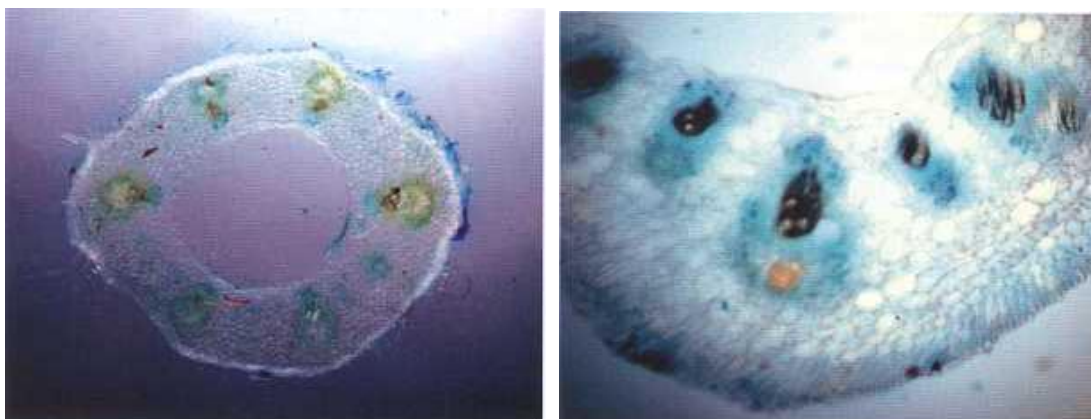


Figura 8: Haces conductores de las cucurbitáceas, (Miguel y Cebolla, 2005).

10. Incompatibilidad entre patrón y variedad.

La diferencia entre injerto compatible e incompatible no está bien definida. Desde especies que tienen una relación estrecha y se unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí, incapaces de unirse entre si (Morra y Indagine, 2001). En

términos generales los injertos de plantas genéticamente próximas son generalmente compatibles puesto que hay una similitud bioquímica entre ambas y, por lo tanto, las sustancias elaboradas por una de ellas no son tóxicas para la otra (Moore, 1984). La incompatibilidad entre plantas se puede manifestar de varias formas, (Miguel, 1997; Xiao, 2004; Miguel y Cebolla, 2005):

- ❖ Aparición de un abultamiento de la zona inmediatamente superior al injerto denominado miriñaque (Fig. 9).
- ❖ Amarillamiento y enrollamiento de las hojas.
- ❖ Diferencia de la tasa de crecimiento.
- ❖ Desarrollo excesivo de la unión.
- ❖ Ruptura de la unión.
- ❖ Muerte prematura.



Figura 9: Interrupción de haces vasculares por miriñaque, (Miguel y Cebolla, 2005).

Según Miguel, 1997 existen dos tipos de incompatibilidad; la **localizada**, en esta la unión es mecánica y débil, provoca interrupción en la continuidad de tejidos vasculares y la **traslocada**, ocurre degeneración del floema y dificultades en el movimiento de los carbohidratos (acumulación arriba y reducción abajo).

11. Métodos de injerto en cucurbitáceas.

Los diversos tipos de injertos se pueden dividir en dos grandes grupos: A los que se le deja dos raíces (patrón y variedad) durante los procesos de prendimiento y endurecimiento, a estos se le denomina, Injerto de aproximación. Y el injerto que desde el mismo momento que se realizan se les deja sólo la raíz del portainjerto se le denomina Injerto de púa y empalme (Camacho y Fernández, 2002). Los más utilizados en las cucurbitáceas son los que su procedimiento se describe a continuación.

11.1. Injerto de aproximación (Miguel *et al.*, 2007):

- Sembrar la variedad de sandía, melón, o pepino (pregerminar en cámara y cultivar en la casa de posturas entre 14° y 32 °C).
- Sembrar el patrón, a los 3-5-7 días, después de la variedad.
- Injertar cuando en la variedad aparece la primera hoja verdadera (<5 mm) y la primera hoja del patrón tiene 10 mm.
- Arrancar con raíces la planta del patrón y de la variedad.
- Eliminar el brote del patrón, dejando los dos cotiledones.
- Hacer una incisión en el patrón comenzando por debajo de los cotiledones, hacia la raíz, de 1-1,5 cm y hasta la mitad del tallo.
- Hacer un corte en la variedad, de abajo hacia arriba, comenzando 2 cm por debajo de los cotiledones. Ensamblar patrón con variedad y sujetar con pinza o cinta plomada, (fig. 10).
- Plantar las plántulas injertadas en bandejas con alvéolos de mayor volumen de la que se encontraba sembrada anteriormente, separando algunos tallos de ambas plantas, para facilitar el corte de la variedad.
- Llevar y mantener las plántulas injertas en la casa de posturas con condiciones de: 22° - 30 °C y 80 – 90 % H.R., bajo cámara de prendimiento.
- Airear o ventilar progresivamente a partir de los 7 – 10 días después de realizado el injerto

- Cortar tallo de la variedad a los 14 – 16 días después de realizado el injerto, por debajo del injerto.
- Transplantar a los 25 -30 días del injerto.

11.2. Injerto de púa, (Acosta, 2005).

Para ello se sembrará el portainjerto con la semilla pregerminada y la variedad, ambos en bandeja. Se injertará cuando aparece la primera hoja verdadera en el portainjerto cortando la variedad por debajo de los cotiledones, a 1.5 cm y haciendo un bisel de 0.6 - 1 cm en cada extremo.

En el portainjerto se eliminará el brote y se realizará una hendidura de 1 - 1.5 cm entre los cotiledones hasta el centro del tallo. Se introduce la púa en la hendidura y se fija mediante pinza o cinta, y a partir de entonces se regará y se situará bajo cámara de prendimiento, donde se mantendrá un ambiente cálido, húmedo y ligeramente sombreado. A la semana se podrá comenzar a airear.

Este injerto puede ser de dos tipos: en forma de T (Fig. 11A y 11B) y en forma de V (Fig. 11C). Existen otros métodos de Injerto como son el de perforación lateral, (Lee y Oda, 2003b), (Fig. 12), el injerto de empalme, (Zhu *et al.*, 2006) y el injerto adosado, (Hassell y Memmott, 2008), (Fig. 13), pero son menos utilizados en la producción.

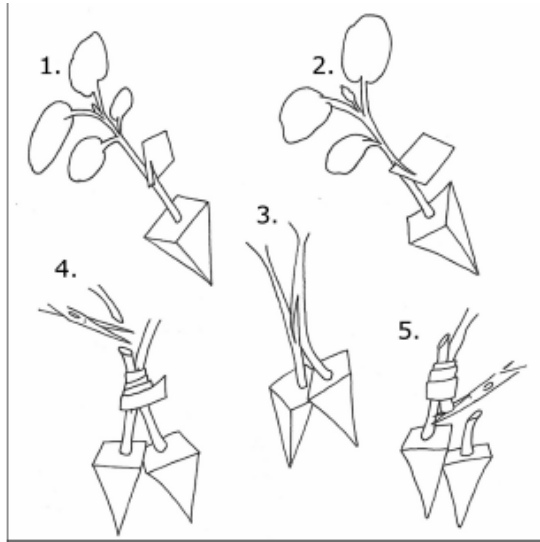


Figura 10: Injerto de aproximación en cucurbitáceas. Paso 1, preparar el patrón; paso 2, preparar el vástago; paso 3, unir el vástago con el patrón; paso 4, proteger la unión con cinta de metal ó pinza de injertar; paso 5, eliminar raíz del injerto y área foliar del patrón. (Hassell y Memmott, 2008).

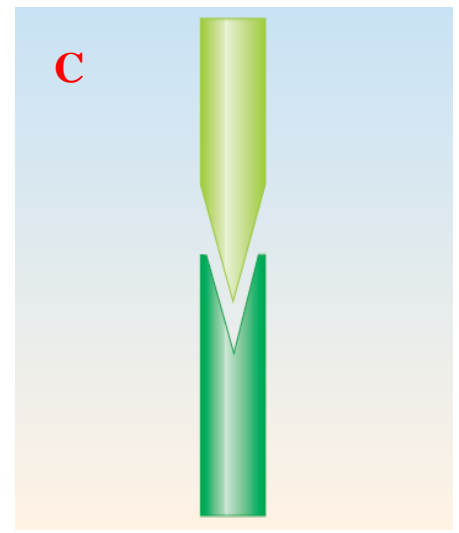
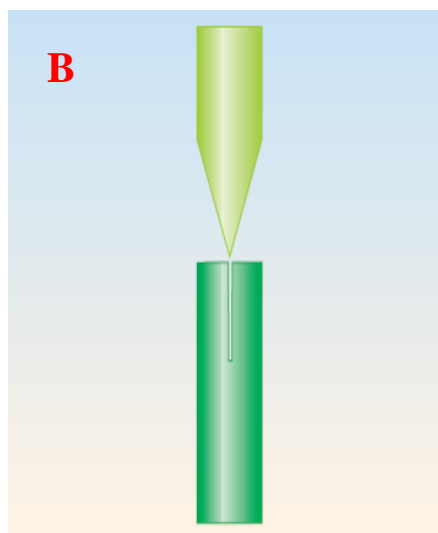


Figura 11: (A) Injerto de púa listo para transplantar (Miguel y Cebolla, 2005); (B) Esquema de corte de injerto de púa en forma de T y (C) injerto en forma de V. (Acosta, 2005).

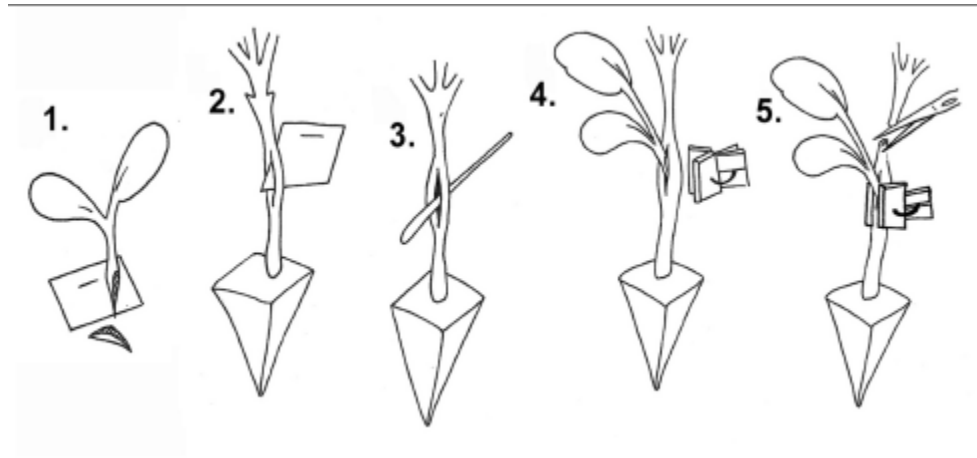


Figura 12: Injerto de perforación lateral. Paso 1, preparación del vástago; paso 2 y 3, preparación del patrón; paso 4, introducción del vástago en el patrón; paso 5, asegurar la unión con cinta de metal ó pinza de injertar. (Hassell y Memmott, 2008).

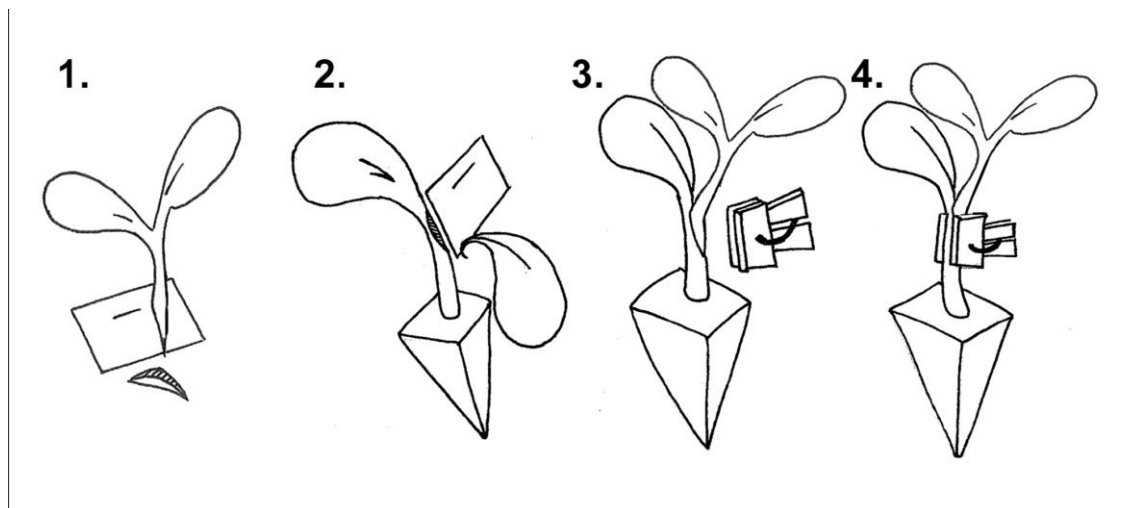


Figura 13: Injerto adosado en cucurbitáceas. Paso 1, preparar el vástago; paso 2, preparar el patrón; paso 3, unir el vástago con el patrón; paso 4, proteger la unión con cinta de metal ó pinza de injertar. (Hassell y Memmott, 2008)

12. Mecanización del injerto herbáceo.

Hasta hace muy poco todo el proceso de injerto se realizaba de forma manual. Pero la escasez cada vez mayor de personal calificado y el costo económico que representa, hace crecer las necesidades de mecanizar este proceso. Todas las automatizaciones están encaminadas a conseguir un mayor rendimiento por hora en número de injerto y mayor % plantas injertadas, (Gu, 2006).

Aunque todavía la aplicación práctica en empresas, de estos tipos de maquinarias en España y Europa es realmente muy escasa, debido principalmente a los factores siguientes: Alto coste de compra, falta de servicio técnico próximo y gran estacionalidad, sin existir continuidad mensual y anual de producción, (Miguel *et al.*, 2007).

Según Kurata en 1994, los primeros prototipos de máquinas de injertar fueron los siguientes: **JT Robot** (realiza el injerto de empalme), **TGR Robot** (realiza varios injertos de empalme a la vez), **BRAIN Robot** (realiza el injerto adosado) existen tres prototipos de este sistema, **HONAMI Robot** (realiza el injerto plug-in). En la actualidad existen robots semiautomáticos y otros automáticos que se describen brevemente en la Tabla 2.

Tabla 2. Modelos de robots utilizados para injertar hortalizas (Suzuki et al., 1994; Miguel et al., 2007).

	Semiautomáticos			Automáticos		
Empresa	Iseki	Nasumix	Murata	Kubota	Misubishi	Yanmar
Modelo	GR800-B GR800-T	G-710 G-720	MST771-2	KG-11	MGM600	AG1000
Especies	Cucurbitáceas Solanáceas	Cucurbitáceas Solanáceas	Cucurbitáceas Solanáceas	Solanáceas	Tomate	Solanáceas
Personas	3	2	2	1	1	1
Rend. (pl/h)	600-800	780-850	600-700	1200	400	1000
% Injerto	95	98	95	95	95	95
% Prendim.	90	98	-	-	-	-

13. Conclusión.

El injerto herbáceo en cucurbitáceas posee potencialidades para ser empleado como alternativa al manejo de las principales enfermedades del suelo que afectan a este grupo de hortalizas, y así disminuir el uso de los productos químicos que se utilizan con esta finalidad, sin afectar los beneficios productivos de los cultivos, bajo condiciones de cultivo protegido. Otro de los atributos de esta técnica es su potencial de ser utilizado para mitigar los cambios climáticos y aumentar la eficiencia de extracción de nutrientes del suelo. Teniendo en cuenta todo lo antes expuesto, constituye el injerto herbáceo una alternativa para el manejo integrado de las cucurbitáceas en condiciones protegida en Cuba.

14. Bibliografía.

1. Acosta, A. 2005. La técnica del injerto en plantas hortícolas. Disponible en: www.horticom.com/revistasonline/extra05/A_Acosta.pdf. [Consultada: 20 de junio del 2008].
2. Angela R.; Perkins-Veazie, P.; Sakata, Y.; López-Galarza, S.; Maroto, J.; Sang-Gyu Lee; Yun-Chan Huh; Zhanyong S.; Miguel, A.; Stephen, K.; Cohen, R.; Jung-Myung, L. 2007. Cucurbit Grafting. **Plant Sciences**. 26 (1):18-23.
3. Agqnutricion. 2009. Melón y sandía: Las frutas del verano. Disponible en: <http://agqnutricion.com/2009/12/meln-y-sanda-las-frutas-del-verano> [Consultada: 20 de Febrero del 2010].
4. Besri, M. 2003. Tomato grafting as alternative to Methyl Bromide in Morocco .Proceedings of the 10th annual international research conference on methyl bromide alternatives and emission reductions; November 3-6, San Diego, California, USA.
5. Blancard, D.; Lecoq, H.; Pitrat, M. 1993. Enfermedades de las Cucurbitáceas, observar, identificar, luchar. Ediciones Mundi-Prensa. p.80 – 230.
6. Casanova, A.; Gómez, O.; Pupo, F.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Hernández, J.; Moreno, V.; León, M.; Igarza, A.; Duarte, C.; Jiménez, I.; Santos, R.; Navarro, A.; Marrero, A.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Arozarena, N.; Villarino, L.; Hernández, M.; Martínez, E.; Martínez, M.; Muiño, B.; Bernal, B.; Martínez, H.; Salgado, J.; Socorro, A.; Cañet, F.; Fí, J.; Rodríguez, A.; Osuna, A. 2007. Manual para producción protegida de hortalizas.-2ed.Venezuela: Editorial Liliana. pp.122.
7. Camacho, F.; Fernández, E.2002.El injerto de hortalizas en los semilleros de Almería. Disponible en: <http://www.terralia.com/revista12/pagina22-26.htm>. [Consultada: 20 de julio del 2008].
8. Chávez, E. 2007. Nematodos en hortalizas. Jornada de Horticultura peri urbana: tecnología y problemática ambiental asociada. (Inf.) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina, pp. 17.

9. Chipana, C. 2009. El injerto en manzano. Disponible en: www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/.../cchipana.doc [Consultada: 1 de septiembre del 2010].
10. Chang-Yung C; Chiu-Yi, C; Chen-Su, M. 2003. The study of acclimatization environmental condition on grafted seedlings of "Empire No. 2" Watermelon. **Journal of the Chinese Society for Horticultural Science**.49(3):275-288.
11. Escudero, M.; Mayor, P.; Gonzariz, J.; Catalá, M.; Costa, J. 2003. Medidas de la tasa de flujo de savia en plantas de tomate injertados. Disponible en: www.sech.info/pdfs/actas/acta39/39_128.PDF. [Consultada: 4 de agosto del 2009].
12. FAO. 2008. Anuario estadístico. Roma. pp. 74
13. Fruit Logística. 2009. Oportunidades para la producción nacional en melón y sandía. General melón y sandía. Disponible en: http://www.revistamercados.com/articulo.asp?Articulo_ID=2294 [Consultada: 20 de Enero del 2009].
14. Gómez, Lucila; Rodríguez, M.; Enrique, R.; Miranda, I.; González, E. 2009. Factores limitantes de los rendimientos y calidad de las cosechas en la producción protegida de hortalizas en Cuba. **Protección Veg** 24(2):117-122.
15. González, Farah M.; Hernández A.; Casanova A.; Depestre, T.; Gómez, Olimpia; Rodríguez. M.; Gómez, L.; Enrique, R.; Bravo, E. 2006. Efecto de la aplicación de Biobras-16 en la producción de plántulas injertadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Tema de ciencia y tecnología**.10 (30):53-56.
16. González Farah M.; Hernández, A.; Casanova, A.; Depestre, T.; Gómez, Lucia; Rodríguez, Mayra, G. 2008. El injerto herbáceo: Alternativa para el manejo de plagas en el suelo. **Protección Veg**. 23(2):69-74.
17. González, Farah M. 2008. Comunicación personal.
18. González, A.; Caro, M.; López, J.; García, J.2003. Implicaciones ambientales en el colapso del tomate; factores abióticos. **Agrícola Vergel**. 256 (16):236-247.

19. Gu, S. 2006. Development of 2JC-350 automatic grafting machine with cutgrafting method for vegetable seedling. Informe. *Trans. of Chinese Soc. of Agr. Eng.* 22, pp.103–106.
20. Hassell, R.; Memmott F. 2008. Grafting methods for cucurbit production. **HortScience**. 43(6):1677-1680.
21. Huitrón, M.V.; Diaz, M.; Di'anez, F.; Camacho, F. 2007. The effect of various rootstocks on triploid watermelon yield and quality. **J. Food, Agr. and Environ.** 5: 344–348.
22. Hoyos, P. 2007. Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de plantas, portainjertos. **Horticultura**, 199: 12-15.
23. Jorausch, W.; Lansac, M.; Portainier, C.; Davies, D.; Decroocq, V. 2000. In vitro grafting: a new tool to transmit pome fruit to plasmas to non – natural fruit tree horst. **Advances in Hortucultural Science**. 11 (1): 29-32.
24. Kacjan, N.; Osvald, J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. Disponible en: <http://aas.bf.uni-lj.si/november2004/03kacjan.pdf>. [Consulta: 30 diciembre 2007].
25. Kubota, C.; McClure, M.; Kokalis-Burelle, N.; Bausher, M.; Roskopf, E. 2008. Vegetable grafting: History, use and current technology status in North America. **HortScience**. 43(6):1664-1670
26. Kurata, K. 1994. Cultivation of Grafted Vegetables II Development of Grafting Robots in Japan. **Hort. Sci.** 29(4):5-16.
27. Lee, J.; Oda, M. 2003b. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. **HortScience**. 28(4):61–124.
28. Lee, J. 2003a. Advances in vegetable grafting. **Chronica Hort** 43 (2):13-19.
29. Leoni, S.; Ledda, L.; Marras, G. 2004. Adoption of Methyl Bromide alternatives in tomato and vegetable production in Sardinia. Informe. *Fifth International Conference on Alternatives to Methyl Bromide*. Disponible en: ec.europa.eu/environment/ozone/conference/lisboa/.../speaker.pdf. [Consultada: 4 de agosto del 2009].

30. Lozano, J. C. y H. F. Schawrtz. 1981. Limitaciones de la resistencia a enfermedades de varios cultivos alimenticios en América Latina. **Fitopatología Colombiana**. 10(1-2): 33 -46.
31. Louvet, J. 1974. "L'utilisation du greffage en culture marichere". departamento de horticultura, Informe. Universidad Kyung Hee, Korea. pp. 13-16.
32. Lobo, M. 1990. Colapso del melón producido por hongos del genero *Monosporascus*. **Boletín Sanidad Vegetal**. 16(12):701–707.
33. Liu – Hui Ying; Lu-Guo H.; Qian-Qiong Q. 2003a. Chilling tolerance and physiological parameters as influenced by grafting in watermelon seedlings. **Agricultural Sciences in China**. 2(10):164-169.
34. Liu – Hui Ying; Lu-Guo H.; Qian-Qiong Q. 2004b. Effect of salt-tolerant stock on growth, yield, and quality of watermelon, Shandong. **Agri Sci**. 4(6): 30–31.
35. Liu – Hui Ying; Lu-Guo H.; Qian-Qiong Q. 2003c. 2003. Study on relationship between physiological changes and chilling tolerance in grafted watermelon seedlings under low temperature stress, **Scientia Agriculturae Sinica** 36(11): 325–329.
36. Lin, Y. 2004. Grafting techniques for controlling fusarium wilt of bitter gourd. Fruits and Fertilizer Technology Center. Disponible en: <http://www.agnet.org/library/pt/2004036/>. [Consultada: 18 de julio del 2008].
37. Melquiades, E.; Philippines, R. 1990. A preliminary study of graft compatibility of bittergourd scion on spongegourd and bottlegourd. Disponible: [http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/Melquiades3\(8-N\).pdf](http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/Melquiades3(8-N).pdf). [Consultada: 5 julio del 2008].
38. Miguel, A.; Marsal, J.; López-Galarza, S.; Maroto, J.; Tarazona, V.; Bono, M. 2005. Comportamiento de portainjertos de sandía frente a nematodos. **Phytoma**. 32 (21):32-35
39. Miguel, A.; Torre de la F.; Baixauli, C.; Maroto, J. V.; Jorda, C.; López, M.; Garcías – Jiménez, J. 2007. Injerto de Hortalizas. Ediciones Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. pp. 79-81.

40. Miguel, A. 1997. injerto en Hortalizas. Ediciones Pesca y Alimentación. pp.15 – 70.
41. Miguel, A.; Cebolla, V. 2005. La unión del injerto. Disponible en: <http://www.terralia.com>. [Consultada: 15 enero del 2008].
42. Mitidieri, M.; Brambilla, M.; Piris, M.; Piris, E.; Maldonado, L. 2005. El uso de portainjertos resistentes en cultivo de tomate bajo cubierta: resultados sobre la sanidad y el rendimiento del cultivo. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/pdf/mmitidieri_portainjertos.pdf [Consultada: 5 julio 2008].
43. MINAG. 2010. Informe del cuarto recorrido efectuado por GTAPC. Cuba. 43 p.
44. Morra, L.; Indagine, M. 2001. Indagine sull'innesto erbaceo nel settore vivaistico. **L'informatore Agrario** 57(45): 33-37.
45. Moore, R. 1984. A model for graft compatibility – incompatibility in higher plants. **Amer. J. Bot.** 71(5):5-7.
46. Monera, R. 2003. Los hongos del suelo factor que limitante del cultivo de la sandía. Disponible en: <http://www.enmedia.es/articulos/vr/hortofrut/sandía1.html>. [Consultada: 22 de noviembre 2003].
47. Pérez, E. 2004. Alternatives to Methyl Bromide for soil treatment in Latin America. Informe. Fifth International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. Lisbon, pp. 157–166.
48. Pérez, E. 2009. Una alternativa sostenible en los cultivos protegidos de hortalizas en Cuba. Tecnología de injertos. I ^{er} *Taller nacional injerto hortalizas*. Empresa Citricola "Ceiba del Agua", La Habana, Cuba.
49. Poessel, J; Ermel, F; Faurovert, M. 1996. Le point sur les bases physiologiques de la greffe vegetale. **PHM** 368:20-36.
50. Privitera, R.; Sirvero, P. 1999. La tecnica dell' innesto erbáceo sul pomodoro. **L'Informatore Agraria** 56(44):39- 42.

51. Roberts, J. R.; Brown, R. 1961. The Development of the Graft Union. **Jour. Exp. Bot** 12 (35).
52. Rodríguez, M.; Sanchez, L.; Gomez, L.; Hidalgo, L.; Gonzalez, E.; Gómez, M.; Díaz, L.; Casanova, A.; Cuadra, R.; Fernández, E.; Hernández, R. 2005. *Meloidogyne spp.* plagas de las hortalizas alternativas para su manejo en sistemas de cultivo protegido. **Protección Vegetal** 20 (1):1-10.
53. Ros, C.; Guerrero, M.; Rodriguez, I.; Martínez, M. A; Martínez, M. C; Barcelo, N; Guirao, P; Locasa, A. 2004. La desinfección parcial del suelo y el injerto en pimiento de invernadero. **Agrícola Vergel**, 268(12): 200-209.
54. Rozzetti, G. 2005. I portinnesti disponibili sul mercato. **L'Informatore Agrario**, 61(45):39-42.
55. Sakata, Y.; Ohara, T.; Sugiyama, M. 2006. The history of melon and cucumber grafting in Japan. XXVII International Horticultural Congress. Disponible en: http://www.actahort.org/books/767/767_22.htm. [Consultada: 5 julio del 2008].
56. Sakata. Y.; Ohara, T.; Sugiyama, M. 2008. The history of melon and cucumber grafting in Japan. **Acta Hort.** 63:31-33
57. Shishido, M.; Yoshida, N.; Usami, T.; Shinozaki, T.; Kobayashi, M.; Takeuchi, T. 2006. Black root rot of cucurbits caused by *Phomopsis sclerotioides* in Japan and phylogenetic grouping of the pathogen. **General Plant Path.** 72: 220–227.
58. Shibuya, T.; Tokuda, A.; Terakura, R.; Shimizu-Maruo, K.; Sugiwaki, H.; Kitaya, Y.; Kiyota, M. 2007. Short-term bottom-heat treatment during low-airtemperature storage improves rooting in squash (*Cucurbita moschata* Duch.) cuttings used for rootstock of cucumber (*Cucumis sativus* L.). **J. Japanese Soc. Hort. Sci.** 76: 139–143.
59. Siguenza, C.; Schochow, M.; Turini, T.; Ploeg, A. 2005. Use of *Cucumis metuliferus* as a rootstock for melon to manage *Meloidogyne incognita*. Informe. Universidad Kyung Hee, Korea. pp. 276–280.
60. Stephen K.; Angela R. Davis; Wenge L.; Amnon L. 2004. Grafting for disease resistance. **HortScience**. 43(6):1671-1677.

61. Suzuki, M; Sasaya, S; Kobayashi, K. 1994. Present of Vegetable Grafting Systems. BRAIN. Japan.
62. Taylor, M.; Bruton, B.; Fish, W.; Roberts, W. 2006. Cost benefit analyses of using grafted watermelons for disease control and the fresh-cut market. *Cucurbitaceae*, pp. 277–285.
63. Temperini, O.; Moriotti R.; Piccioni C.; Colla, G.; Porrano, L. 2005. Cocotero, la variedad cultivada condiciona la scelta del portainnesto. **L'Informatore Agraria**, 61(45):28-32.
64. Temperini, O.; Crino, P.; Colla G.; Lo Bianco, C.; Rouphael, Y.; Poratore, A.; Chilosi, G.; Reda R. 2006. Impiego di portinnessti en melone per preservere la produzione. **L'Informatore Agraria** 62(49):36 – 40.
65. Terralia. 2009. La unión del injerto. Disponible en: <http://www.terralia.com/index.php?revista=53&articulo=363> Consultada: 19 de agosto del 2009.
66. Tuorquois, N; Malone, M. 1996. Non-desctructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. **Amer J. Bot** 47 (3) 298-301.
67. Xiao, Y. 2004. Hole insertion graft technique of cucurbit crops. **Adviser of Peasant Families**. 4:18.
68. Yetisir, H.; Kurt, S.; Sari, N.; Tok, F. 2007. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: Plant growth, graft compatibility, and resistance to fusarium. **Turkish J. Agr. For.** 31: 381–388.
69. Zen, Y.; Zhu, Y.; Huang, B.; Yang, L. 2004. Effects of *Cucurbita ficifolia* as rootstock on growth, fruit setting, disease resistance and leaf nutrient element contents in *Cucumis sativus*, J. **Plant Resources and Environ**.13:15–19.
70. Zhu, J.; Bie, Z.; Huang, Y.; Han, X. 2006. Effects of different grafting methods on the grafting work efficiency and growth of cucumber seedlings. **China Veg.** 9: 24–25.

71. Zonadiet. 2010. Aporte nutricional de las frutas. Disponible en:
<http://www.zonadiet.com/tablas/frutas.htm> [Consultada: 20 de Febrero del 2010].
72. Weblogs. 2009. Comparando la sandía y el melón. Disponible en:
<http://www.vitonica.com/minerales/comparando-la-sandía-y-el-melo>
[Consultada: 20 de Febrero del 2010].