

EL USO DEL INJERTO HERBÁCEO EN LAS CUCURBITÁCEAS

Yohandri Ruisánchez Ortega

Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"

yohandri@liliana.co.cu

RESUMEN

En la actualidad las áreas destinadas al cultivo protegido de hortalizas en Cuba son fuertemente afectadas por nemátodos 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 herbáceo es una práctica cultural que constituye una importante componente del manejo integrado de plagas en los sistemas de cultivo protegido en cultivos como el melón (*Cucumis melo* L.), la sandía (*Citrullus lanatus*, Thunb), y el pepino (*Cucumis sativus* L.). 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 651 millones de plántulas injertadas por año. En Cuba el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" comenzó en el 2001 la transferencia e investigación de la tecnología del injerto herbáceo como alternativa al uso de bromuro de metilo. El objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión bibliográfica de la información disponible sobre injertos herbáceos en las cucurbitáceas, para la preparación de técnicos y profesionales en esta técnica y que ésta pueda ser explotada eficientemente en los sistemas de producción de cultivo protegido en Cuba.

Palabras claves: Injerto herbáceo, sandía, melón, factores abióticos, enfermedades, nemátodos.

THE USE OF HERBACEOUS GRAFTING IN CUCURBITS

ABSTRACT

At present areas dedicated for protected cultivation of vegetables in Cuba are strongly affected by nematodes and soil diseases. These organisms cause considerable losses in yields in this type of facilities. Numerous management alternatives have been employed successfully in the world, among them, grafting is a cultural practice that constitutes an important component of integrated management systems for pests in protected cultivation in crops like melon (*Cucumis melo* L.), watermelon (*Citrullus lanatus*, Thunb) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). This technique is also used for giving plants a bigger tolerance against abiotic factors (temperature, salinity, water stress). Countries like Spain, Italy, Japan and Holland produce near 651 million grafted seedlings per year. In Cuba the Institute for Horticultural Investigations "Liliana Dimitrova", began in 2001 the transfer and investigation of the herbaceous grafting technology as an alternative to the use of methyl bromide. Keeping in mind this background the objective of the present article, was to carry out a revision of the available information on herbaceous grafting in cucurbits, for the preparation of technicians and professionals on this technique, so it could be exploited efficiently in the protected cultivation production systems in Cuba.

Key words: Herbaceous grafting, watermelon, melon, factors abiotic, diseases, nematodes.

INTRODUCCIÓN

Las plántulas injertadas son utilizadas desde el 1920 en solanáceas y cucurbitáceas en Japón (Sakata *et al.*, 2008), con el fin de conferir resistencia a enfermedades y nematodos como una alternativa al uso de bromuro de metilo para desinfectar el suelo (Stephen *et al.*, 2004; Pérez, 2004). Además esta técnica es muy utilizada para aumentar la tolerancia de las plantas a factores abióticos como son la temperatura, la salinidad y el estrés hídrico, entre otros. (González, *et al.*, 2003), así como para un mayor aprovechamiento de la nutrición (Angela *et al.*, 2007).

En la actualidad se injertan en España alrededor 30 millones de plántulas de sandía y pepino por año; por otra parte, en Italia se producen 20 millones de plántulas injertadas de sandía y de 5 y 6 millones de pepino y melón por año respectivamente. Se estima que en Honduras más del 30 % de las áreas plantadas de los cultivos de melón y sandía (2500 ha) son procedentes 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 Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), en colaboración con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), ha comenzado la transferencia e investigación de la tecnología del injerto herbáceo como alternativa al uso de bromuro de metilo en instalaciones de cultivo protegido; se estudiaron diferentes portainjertos, entre los que se encontraban 'LAO 7002' y 'LAO 7003' en el cultivo de tomate, así como también se usó la variedad 'LINEM' como portainjerto en el pimiento, los que resultaron resistentes frente al ataque de nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne incógnita* Kofoid y White) (Casanova *et al.*, 2007). Se han realizado algunos ensayos en cucurbitáceas, utilizando como portainjeto *Benincasa hispida*, sin embargo, el estudio del comportamiento del injerto en esta familia aún no está ampliamente desarrollado en nuestro país (González *et al.*, 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 Frutícola (GEF) y unidades de cultivos protegidos del MINFAR, MININT y otras, se inició en el primer trimestre del 2009 el montaje de ocho centros de injerto herbáceo en diferentes localidades del país (Pérez, 2009), los cuales están localizados en la Empresa de Cítrico Ceiba (Artemisa), IIHLD, (Mayabeque), Plan 160 y Plan 222 (La Habana), Empresa de Cítrico Victoria de Girón (Matanzas), Empresa de Cítrico Arimao (Cienfuegos), AGROFAR, Santo Domingo (Villa Clara) y Empresa de Cítrico Ceballos (Ciego de Ávila), Pérez (2009).

Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión de la información disponible sobre injertos herbáceos en cucurbitáceas para la preparación de técnicos y profesionales en esta técnica y que ésta pueda ser explotada eficientemente en los sistemas de producción de cultivo protegido en Cuba.

DESARROLLO

Importancia alimenticia y económica de los cultivos: melón, sandía y pepino

Entre las cucurbitáceas, el melón y la sandía son las más cultivadas y demandadas a nivel mundial. Esto se debe a su alto contenido en agua (90% de su estructura), se destacan además por su contenido en vitaminas C y A y en minerales como el potasio. Son una fuente importante de licopeno, un potente antioxidante que ayuda a las células a permanecer jóvenes por más tiempo (Zonadiet, 2010). La producción de melón y sandía está generalizada en todas las regiones del mundo; entre los principales países productores se destacan China, con un 39% de la producción total mundial (63.000.000 t), 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 melón y sandía de 715.900 t, con una superficie de 15.302 ha (Fruit Logística, 2009). Dentro del área del Caribe se obtienen producciones en La República Dominicana, Guadalupe y Martinica, siendo La República Dominicana el país que más superficie destina a esta hortaliza y que mayor producción alcanza, en el orden de las 35 000 t (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 (MINAG, 2010), llegando a obtener rendimientos entre las 40 y 50 t.ha⁻¹ para el cultivo del melón y entre 45 y 55 t.ha⁻¹ para el cultivo de la sandía (Casanova *et al.*, 2007).

En el caso del pepino, este ocupa el tercer lugar entre las cucurbitáceas por su demanda a nivel mundial antecedido por el melón y la sandía. A pesar de ser poco nutritivo con el casi 100% de agua, es rico en vitamina A y C, además contiene azufre, por lo que se utiliza mucho en la industria cosmética. La producción mundial está alrededor de las 31,2 millones de toneladas, con una superficie de siembra de unas 1,8 millones de hectáreas, y se aprecia un aumento de un 8,6 % en los últimos 5 años, siendo China la mayor exportadora con un 59 %, seguida de Turquía con un 4% y Estados Unidos con un 3%. Dentro del área de Sur América y el Caribe, se obtienen importantes producciones en México, República Dominicana, y Guatemala, siendo México el mayor exportador de dicha región con un 30%, (Guerrero y Troya, 2010). En Cuba, actualmente la mayoría de las áreas destinadas al cultivo del pepino, están establecidas bajo cultivo protegido, y se encuentra distribuido por todo el país, donde se llegan alcanzar rendimientos de 100 a 110 t.ha⁻¹ (MINAG, 2010).

En la región del Caribe, el melón, la sandía y el pepino 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 mildiú veloso (*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), *Meloidogyne spp.* constituye la principal limitante para la producción de melón y tomate en condiciones de cultivo protegido en Cuba, seguido de las plagas insectos y fitopatógenos varios. Es por esto que es una necesidad buscar alternativas capaces de mitigar los daños causados por este endoparásito, entre las cuales se encuentra el injerto herbáceo.

Historia del injerto herbáceo

El injerto en plantas leñosas fue conocido por los chinos desde 1000 años antes de Nuestra Era. El primero en dejar plasmado en sus obras descripciones del 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 la intervención del hombre; luego se comenzaron a practicar 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 de tipo leñoso. 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 en injertos leñosos. Continuó sus trabajos Vochting a finales del XIX (Kacjan y Osvald, 2004).

El desarrollo de la técnica del injerto herbáceo comenzó alrededor de 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, Holanda, Italia y Japón, siendo éstos los países con más alto desarrollo en esta temática. Se estima una producción mundial de 651 millones de plantas injertadas por año, para una superficie que sobrepasa las 30 000 ha a pleno campo y 15 000 ha en invernaderos (Hoyos, 2007).

Especies que se injertan

El injerto está limitado en las angiospermas, a las dicotiledóneas y en las gimnospermas, a las coníferas. Las especies que forman estos grupos, tienen una capa de *cambium* vascular que se extiende entre el xilema y el floema, con una alta capacidad de actividad meristemática, que permite producir células de parénquima que pronto se entremezclan y entrelazan, formando tejido vascular; xilema hacia el interior y floema hacia el exterior, estableciendo así conexión vascular entre ambas plantas injertadas, (Jorausch *et al.*, 2000). Entre las especies hortícolas que se injertan se encuentran las solanáceas (tomate, pimiento, berenjena) y las cucurbitáceas la sandía, el melón y en menor proporción el pepino, Escudero *et al.*, (2003).

Finalidad del injerto herbáceo

La principal finalidad del injerto en hortalizas es obtener resistencia ó tolerancias a enfermedades del suelo (Camacho y Fernández, 2002; Lin, 2004). 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 en instalaciones de cultivo protegido (Leoni *et al.*, 2004; Mitidieri *et al.*, 2005).

La resistencia de las plantas injertadas está condicionada tanto por el portainjerto como por la variedad y aunque el vigor de la planta injertada es intermedio entre el del portainjerto y la variedad, la influencia del primero es mayor. Este incremento en el vigor, que generalmente proporciona el portainjerto sobre la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie así como concederle a los cultivos una mayor resistencia ó tolerancia a factores abióticos tales como: la temperatura, salinidad, sequía, etc. que pueden estar dados por el cambio climático (Privitera y Sirvero, 1999; Liu, *et al.*, 2003; Liu, *et al.*, 2004). Otros propósitos del uso de esta técnica, es obtener formas especiales de crecimiento, incremento de la absorción de minerales y fertilizantes, incremento de la calidad y de la cantidad de frutos (Miguel, 1997).

Tabla 1: Principales enfermedades que se previenen con el uso del injerto en cucurbitáceas (Miguel et al., 2007).

| Cultivo | Enfermedades |
|----------------|---|
| Melón | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. melonis Sn et Hn <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. neviium Sn et Hn <i>Verticillium dahliae</i> Kleb <i>Virus del cribado del melón</i> Nemátodos de agallas (<i>Meloidogyne</i> spp.) |
| Sandía | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. neviium Sn et Hn <i>Verticillium dahliae</i> Kleb <i>Virus del cribado del melón</i> Nematodos de agallas (<i>Meloidogyne</i> spp.) |
| Pepino | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cucumerinum Oven <i>Verticillium dahliae</i> Kleb Nemátodos de agallas (<i>Meloidogyne</i> spp.) |

Portainjerto o patrón

Se le denomina portainjerto a la parte inferior del injerto que desarrolla el sistema radical de la planta injertada, la cual provee de mayor vigor y resistencia ó tolerancia a las enfermedades del suelo a la variedad, la cual es la porción superior del injerto que desarrolla el sistema foliar de la misma, la cual debe ser resistente o tolerante a enfermedades foliares y cumplir con los requisitos productivos necesarios. El portainjerto tiene como finalidad mantener aislada a la planta susceptible del suelo infestado, 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 portainjerto, también obedece a la introducción de un sistema radicular fuerte con alta capacidad adaptativa que aumenta, la productividad, elevando la eficiencia de la absorción de agua y nutrientes. Los patrones deben reunir las siguientes cualidades, considerando lo expuesto anteriormente: ser resistente a la enfermedad que se quiere prevenir, presentar buen vigor y plasticidad ecológica, tener buena afinidad con la planta que se injerta y presentar buenas condiciones para la realización del injerto: En las cucurbitáceas en especial, el portainjerto deben tener un hipocótilo relativamente largo (5-7cm), grueso, poco ahuecado y consistente, y no modificar desfavorablemente el número de frutos, así como la calidad de los mismos (Temparini *et al.*, 2006). En la Tabla 2 se muestran los principales patrones comerciales utilizados para el injerto en los cultivos de melón, sandía y pepino.

Tabla 2: 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 |

Leyenda: 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 han logrado buenos resultados con el uso de las especies *Benincasa hispida*, *Benincasa cerifera*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita ficifolia*, *Lagenaria siceraria*, *Lufa sp.* y *Cucumis metuliferus*, (Zen et al., 2004; Yetisir et al., 2007; Shibuya, et al., 2007), en el control de las enfermedades del suelo. Algunos de estos patrones han mostrado susceptibilidad al ataque de nemátodos en Cuba, como es el caso de *Benincasa hispida*, la cual se mostró susceptible al ataque de *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*, según trabajos realizados en el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" (González, 2008).

Proceso de unión del injerto.

El desarrollo de un injerto compatible comprende tres procesos: cohesión del portainjerto y la variedad, proliferación del callo en la unión y diferenciación vascular entre ambas partes (Miguel y Cebolla, 2005).

La cohesión del portainjerto y la variedad se produce como resultado de la deposición y subsiguiente elaboración 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 marchitez de la variedad unas horas después de la operación, Tuorquois et al., (1996). En la Figura 1 se puede apreciar el inicio del proceso de unión en la zona del injerto, entre portainjerto y variedad.

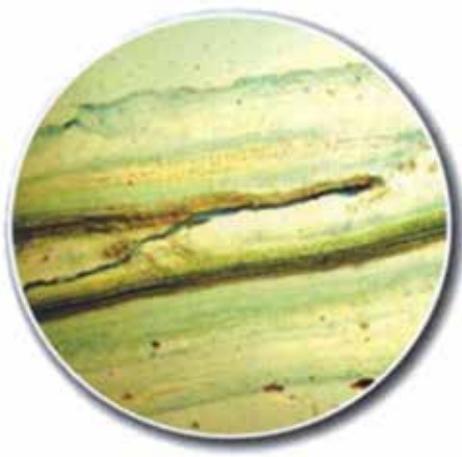


Figura 1: Inicio del proceso de unión de la zona de corte. (Miguel y Cebolla, 2005).

La fase de proliferación del callo es una respuesta común a las heridas que se producen incluso en injertos incompatibles. En los injertos herbáceos los diferentes tejidos heridos pueden participar en la formación de callo (Poessel *et al.*, 1996).

La diferenciación vascular, por otra parte, es el episodio final y propio de los injertos compatibles. Esta diferenciación vascular se produce entre los vasos del portainjerto y de la variedad, la cual se puede observar en la Figura 2A. El aumento gradual de la unión es evidente desde el quinto ó sexto día, correspondiente a la aparición de los puentes entre los xilemas 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 floemas a través del injerto, lo cual se produce normalmente en un periodo de una a tres semanas, como se aprecia en la Figura 2B, Tuorquois *et al.*, (1996).

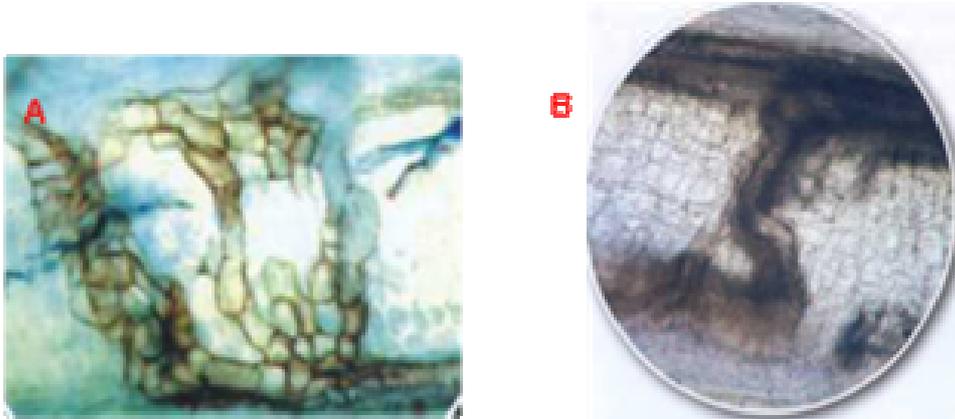


Figura 2: Diferenciación de vasos entre los haces conductores de dos plantas (A); Conexión bien establecida entre portainjerto y variedad (B). (Miguel y Cebolla, 2005).

González *et al.* (2006), plantearon que con el uso de bioestimulantes vegetales en la técnica de injerto se acelera el proceso de unión. Entre los productos efectivos se encuentra el Biobras – 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 en las condiciones climáticas de Cuba.

Principales 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:

Temperatura: La temperatura influye poderosamente sobre la división celular y consecuentemente, sobre la formación de tejido del callo, así como en la diferenciación de nuevos haces vasculares. Tras el injerto, es absolutamente necesario mantener una temperatura entre 24 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).

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 callo 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).

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 portainjerto 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.

Por otra parte Miguel y Cebolla, (2005), plantean que la perfección del injerto es muy importante. Si se pone en contacto sólo una pequeña parte de los tejidos del portainjerto 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.

Incompatibilidad entre el portainjerto y variedad

La diferencia entre un injerto compatible y uno incompatible no está bien definida. Existen especies que tienen una relación estrecha y se unen con facilidad, y otras no relacionadas entre sí, incapaces de unirse, Morra y Indagine, (2001). En términos generales, los injertos de plantas genéticamente próximas son compatibles, puesto que hay una similitud bioquímica entre ambas y, por lo tanto, las sustancias elaboradas por una no son tóxicas para la otra (Moore, 1984).

La incompatibilidad entre plantas se puede manifestar de varias formas: aparición de un abultamiento de la zona inmediatamente superior al injerto denominado miriñaque (Figura 3), amarillamiento y enrollamiento de las hojas, diferencia en la tasa de crecimiento entre el portainjerto y la variedad, desarrollo excesivo de la unión, ruptura de la unión y muerte prematura (Miguel y Cebolla, 2005).



Figura 3: Interrupción de haces vasculares por formación de miriñaque, (Miguel y Cebolla, 2005).

Según Miguel (1997) existen dos tipos de incompatibilidad; la **localizada**, cuando la unión es mecánica y débil, lo que 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).

Métodos de injerto utilizados en las cucurbitáceas

Los diversos tipos de injertos en cucurbitáceas se pueden dividir en dos grandes grupos: a los que se le deja las raíces del portainjerto y la variedad durante los procesos de prendimiento y endurecimiento; a estos se le denomina injerto de aproximación. Al injerto que desde el mismo momento que se realiza se le deja sólo la raíz del portainjerto, se le denomina Injerto de púa ó empalme (Camacho y Fernández, 2002). Los más utilizados en la producción en las cucurbitáceas son: **el injerto de aproximación**, y **el injerto adosado**, los cuales se describen en las figuras 4 y 5 respectivamente, y en menor proporción **el injerto de púa**.

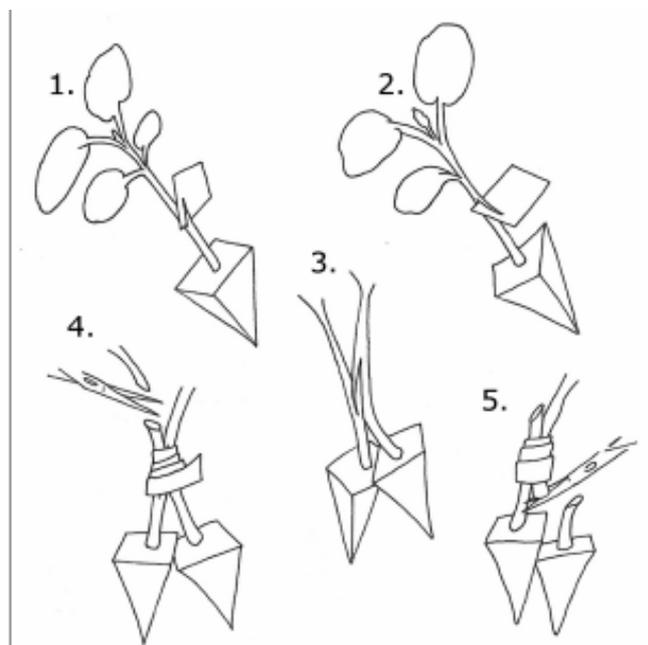


Figura 4: Injerto de aproximación en cucurbitáceas. Paso 1, preparar el portainjerto; paso 2, preparar el vástago; paso 3, unir el vástago con el portainjerto; paso 4, proteger la unión con cinta de metal ó pinza de injertar; paso 5, eliminar raíz del injerto y área foliar del portainjerto (Hassell y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

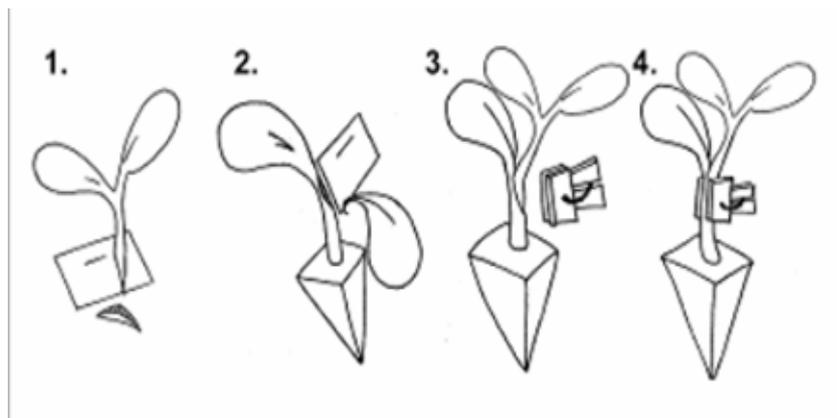


Figura 5: Injerto adosado. Paso 1, preparar el vástago; paso 2, preparar portainjerto; paso 3 y 4, unión del vástago con el portainjerto (Hassell y Memmott, 2008).

Injerto de púa: Sembrar la variedad y el portainjerto, teniendo en cuenta la diferencia de días recomendada por la compañía de la cual provienen. Se injertará cuando aparece la primera hoja verdadera en el portainjerto cortando la variedad por debajo de los cotiledones, a 1.5 cm y se hace 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 colocará 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 y en forma de V (Acosta, 2005). Existen otros métodos de injerto como son el de perforación lateral (Lee y Oda, 2003b), y el injerto de empalme (Zhu *et al.*, 2006), pero no son utilizados en la producción.

Mecanización del injerto herbáceo

La técnica de injerto es una operación muy exigente en mano de obra especializada, lo que condiciona la productividad. En un estudio realizado en España se determinó que para realizar 300 injertos de pepino se requerían 6 horas de trabajo de 7 personas, lo que supone 14 horas por cada 1000 plantas. Estos condicionantes llevaron a los investigadores y diseñadores de maquinaria hortícola especializada a buscar soluciones que aumenten los rendimientos y logren cubrir las necesidades de producción cuando exista falta de personal de trabajo. Todavía la aplicación práctica de estos tipos de maquinarias en empresas de España y Europa es realmente muy escasa, debido principalmente a los factores siguientes: alto coste de compra del equipo, falta de servicio técnico próximo y gran estacionalidad, sin existir continuidad mensual y anual de producción. En la actualidad existen robots semiautomáticos y automáticos que se utilizan con el fin de realizar el injerto en las diferentes especies de hortalizas, los cuales se describen brevemente en la Tabla 3, Miguel *et al.*, (2007).

Tabla 3. Modelos de robots utilizados para injertar hortalizas (Miguel et al., 2007).

| Empresa | Semiautomáticos | | | Automáticos | |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|------------|
| | Iseki | Nasumix | Murata | Kubota | Yanmar |
| Modelo | GR800-B GR800-T | G-710 G-720 | MST771-2 | KG-11 | AG1000 |
| Especies | Cucurbitáceas Solanáceas | Cucurbitáceas Solanáceas | Cucurbitáceas Solanáceas | Solanáceas | Solanáceas |
| # Personas que la manipulan | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Rendimiento. (plantas/hora) | 600-800 | 780-850 | 600-700 | 1200 | 1000 |
| % Injerto | 95 | 98 | 95 | 95 | 95 |
| % Prendimiento. | 90 | 98 | - | - | - |

CONCLUSIÓN

El injerto herbáceo en las 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 bajo condiciones de cultivo protegido, sin afectar los beneficios productivos de los cultivos. La técnica posee también potencial para ser utilizada en la mitigación de los cambios climáticos y aumentar la eficiencia de extracción de nutrientes del suelo. Teniendo en cuenta todo lo antes expuesto, el injerto herbáceo puede constituir una alternativa para el manejo integrado de las cucurbitáceas en condiciones de cultivo protegido en Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. 2005. *La técnica del injerto en plantas hortícolas*. Disponible en: http://www.horticom.com/revistasonline/extra05/A_Acosta.pdf. [Consultada: 20 de junio del 2008].
- Angela R.; P. Perkins-Veazie.; Y. Sakata; S. López-Galarza; J. Maroto; L. Sang-Gyu; H. Yun-Chan; S. Zhanyong; A. Miguel; K. Stephen.; R. Cohen.; L. Jung-Myung. 2007. Cucurbit Grafting. *Plant Sciences*, 26 (1):18-23.
- Casanova, A.; O. Gómez; F. Pupo; M. Hernández; M. Chailloux; T., Depestre; J. Hernández; V. Moreno; M. León; A. Igarza; C. Duarte; I. Jiménez; R Santos; A. Navarro; A. Marrero; H. Cardoza; F. Piñeiro; N. Arozarena; L. Villarino; M. Hernández; E. Martínez; M. Martínez; B. Muiño; B. Bernal; H. Martínez; J. Salgado; A. Socorro; F. Cañet; J. Fí; A. Rodríguez y; A. Osuna. 2007. *Manual para producción protegida de hortalizas*.-2ed.Venezuela: Editorial Liliana. pp.122.
- Camacho, F. y E. Fernández. 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].
- Chang-Yung, C; C. Chiu-Yi; M. Chen-Su. 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.
- Escudero, M.; P. Mayor; J. Gonzariz; M. Catalá; J. Costa. 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].

- FAO. 2008. *Anuario estadístico*. Roma. pp. 74
- 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].
- Guerrero, F y R. Troya. 2010. Estudio del potencial agroindustrial y de exportación para la producción de pepino en la Península de Santa Elena y los recursos necesarios para su implantación. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5058/1/8165.ppt> [Consultada: 6 de Enero del 2010].
- Gómez, L; M. Rodríguez; R. Enrique; I, Miranda; E. González. 2009. Factores limitantes de los rendimientos y calidad de las cosechas en la producción protegida de hortalizas en Cuba. ***Protección Vegetal***. 24(2):117-122.
- González, F. M.; A. Hernández; A. Casanova; T. Depestre; O. Gómez; M. Rodríguez; L. Gómez; R. Enrique; E. Bravo. 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.
- González F., M.; A. Hernández; A. Casanova; T. Depestre; L. Gómez; M. Rodríguez. 2008. El injerto herbáceo: Alternativa para el manejo de plagas en el suelo. ***Protección Vegetal***. 23(2):69-74.
- González, A.; M. Caro; J. López; J. García. 2003. Implicaciones ambientales en el colapso del tomate; factores abióticos. ***Agrícola Verge***. 256 (16):236-247.
- Hassell, R. y F. Memmott. 2008. Grafting methods for cucurbit production. ***HortScience***. 43(6):1677-1680.
- Hoyos, P. 2007. Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de plantas, portainjertos. ***Horticultura***, 199: 12-15.
- Jorausch, W.; M. Lansac; C. Portainier; D. Davies; V. Decrocoq. 2000. *In vitro* grafting: a new tool to transmit pome fruit to plasmids to non – natural fruit tree horst. ***Advances in Horticultural Science***. 11 (1): 29-32.
- Kacjan, N. y J. Osvald. 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].
- Kubota, C.; M. McClure; N. Kokalis-Burelle; M. Bausher; E. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current technology status in North America. ***HortScience***. 43(6):1664-1670.
- Lee, J. 2003a. Advances in vegetable grafting. ***Chronica Hort***. 43 (2):13-19.
- Lee, J. y M. Oda. 2003b. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. ***HortScience***. 28(4):61–124.
- Leoni, S.; L. Ledda; G. Marras. 2004. Adoption of Methyl Bromide alternatives in tomato and vegetable production in Sardinia. Informe. *Fifth International Conference on Alternatives to Methyl Bromide*. Disponible en: www.ec.europa.eu/environment/ozone/conference/lisboa/.../speaker.pdf. [Consultada: 4 de agosto del 2009].
- 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.
- Liu – Hui, Y.; H. Lu-Guo; Q. Qian-Qiong. 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.
- Liu – Hui, Y.; H. Lu-Guo; Q. Qian-Qiong. 2004. Effect of salt-tolerant stock on growth, yield, and quality of watermelon, Shandong. ***Agri Sci***. 4(6): 30–31.
- 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].

- Miguel, A. 1997. injerto en Hortalizas.-1ed. España: Editorial Pesca y Alimentación. pp.15 – 70.
- Miguel, A. y V. Cebolla. 2005. *La unión del injerto*. Disponible en: <http://www.terralia.com>. [Consultada: 15 enero del 2008].
- Miguel, A.; De la F Torre; C. Baixauli; J. V. Maroto; C. Jorda; M. López; J. Garcías. 2007. *Injerto de Hortalizas*.-1ed.España: Editorial Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.
- Mitidieri, M.; M. Brambilla; M. Piris; E. Piris; L. Maldonado. 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].
- Morra, L. y M. Indagine. 2001. Indagine sull'innesto erbaceo nel settore vivaistico. ***L'informatore Agrario*** 57(45): 33-37.
- Moore, R. 1984. A model for graft compatibility – incompatibility in higher plants. ***Amer. J. Bot.*** 71(5):5-7.
- 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.
- 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.
- Poessel, J.; F. Ermel; M. Faurovert.1996. Le point sur les bases physiologiques de la greffe végétale. ***PHM*** 368:20-36.
- Privitera, R. y P. Sirvero. 1999. La tecnica dell'innesto erbáceo sul pomodoro. ***L'Informatore Agrario*** 56(44):39- 42.
- Rozzetti, G. 2005. I portinnesti disponibili sul mercato. ***L'Informatore Agrario*** 61(45):39-42.
- Sakata, Y.; T. Ohara; M. Sugiyama. 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].
- Sakata, Y.; T. Ohara; M. Sugiyama. 2008. The history of melon and cucumber grafting in Japan. ***Acta Hort.*** 63:31-33
- Shibuya, T.; A. Tokuda; R. Terakura; K. Shimizu-Maruo; H. Sugiwaki; Y. Kitaya; M. Kiyota. 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.
- Stephen, K.; R. D. Angela; L. Wenge; L. Amnon. 2004. Grafting for disease resistance. ***HortScience***. 43(6):1671-1677.
- Temperini, O.; P. Crino; G. Colla; C. Lo Bianco; Y. Roupael; A. Poratore; G. Chilosi; R. Reda. 2006. Impiego di portinnesti in melone per preservare la produzione. ***L'Informatore Agrario*** 62(49):36 – 40.
- Terralia. 2009. *La unión del injerto*. Disponible en: <http://www.terralia.com/index.php?revista=53&articulo=363> Consultada: 19 de agosto del 2009.
- Tuorquois, N. y M. Malone. 1996. Non-destructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. ***Amer J. Bot.*** 47 (3) 298-301.
- Yetisir, H.; S. Kurt; N. Sari; F. Tok. 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.
- Zen, Y.; Y. Zhu; B. Huang; L. Yang. 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.

Zhu, J.; Z. Bie; Y. Huang; X. Han. 2006. Effects of different grafting methods on the grafting work efficiency and growth of cucumber seedlings. ***China Veg.*** 9: 24–25.

Zonadiet. 2010. *Aporte nutricional de las frutas.* Disponible en: <http://www.zonadiet.com/tablas/frutas.htm> [Consultada: 20 de Febrero del 2010].