

A la izquierda portainjertos de pimiento y a la derecha portainjerto de tomate.

Injertos, alternativas a los desinfectantes

## Evolución del injerto de hortalizas en España

### Alfredo de Miguel

Dr. Ingeniero Agrónomo. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada (Valencia)  
miguel\_alf@gva.es

El injerto es una técnica de control de enfermedades de suelo, no contaminante y actualmente muy difundida, aunque la mayoría de los consumidores se sorprenderían al conocer que la mayor parte de las sandías y tomates que consumen proceden de plantas injertadas. Hace no muchos años, era la casi totalidad de la población, incluidos los escasos técnicos en Horticultura, completamente ignorante de la posibilidad de utilizar esta técnica, que, por otra parte era sobradamente conocida, desde hace miles de años, en vid y frutales.

### Los comienzos

En 1976-77 el Equipo Técnico de Horticultura del Servicio de Extensión Agraria de Levante (Valencia y Murcia), comenzó una colaboración (que aún continúa) para la experimentación y mejora de la tecnología, con algunas de las cooperativas (Alginet, Algemés, Benifayó y L'Fludia), que tenían cultivos hortícolas. En aquellos años, las hortalizas (tomate, pimiento, melón y sandía en veranos y lechuga y escarola en invierno), constituían un buen complemento a los cítricos en el empleo de la

mano de obra de las explotaciones y de las instalaciones de las cooperativas. En los 10 años posteriores se produjeron cambios importantes en la actividad hortícola: la expansión de los plásticos y la competencia de Almería. La sustitución de las variedades tradicionales por híbridos fue rápida en algunos casos; en sandía, Resistente, Panonia, Dulce Maravilla desbancaron, por precocidad y tamaño, a Sugar Baby y en melón, ocurrió algo similar, Trapío o Marina desplazaron a Roget y Piel de sapo. En invernadero las variedades tradi-

cionales de fueron sustituidas por híbridos, Carmelo, Royeta y Robin de tomate o Lamuyo y Sonar en pimiento. Al aire libre continuó, durante un tiempo cultivándose tomate Cuarenteno y pimiento Del Cuerno.

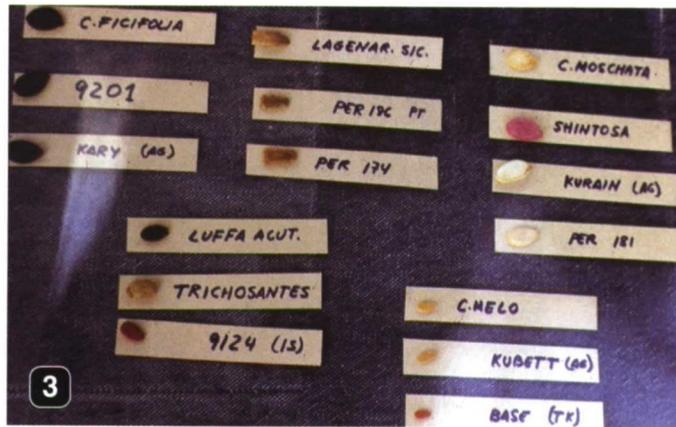
Algunas revistas técnicas daban noticia del injerto en Francia y Holanda, para controlar Corky root en tomate, Phytophthora capsici en pimiento, Verticillium en berenjena y Fusarium en melón. Estos mismos problemas y otros similares (Fusarium del tomate), nos indujeron a experimentar la técnica del injerto en estas especies. Probamos, en los años 1977-1980 el injerto en tomate, con buenos resultados en la variedad Claudia, sin resistencia a enfermedades,

**El injerto de sandía empezó en la década de 1920, empleando Cucurbita moschata como patrón**



pero la introducción de híbridos con resistencias hacía, de momento, innecesario el injerto. En pimiento el injerto sobre los patrones disponibles (Phyo 636, Smith nº 5) aunque mejoraba notablemente la resistencia a Phytophthora, no daba vigor suficiente ni mejoraba la producción (Foto 1). En principio todos, agricultores y técnicos, suponíamos que la masiva muerte de los melones se producía, como decían los libros, por Fusarium. Fueron Javier Tello y Miguel García Morató los que desmontaron esa creencia; mucho tiempo después se ha atribuido lamuerte masiva de plantas, el “colapso” a Monosporascus o Virus de Cribado del Melón (MNSV). Nosotros intentamos controlar el colapso del melón, mediante injerto sobre Benincasa cerifera y otras cucurbitáceas, sin éxito, por la escasa afinidad entre el melón Roget o Piel de sapo y los portainjertos utilizados.

La sandía era otro de los cultivos importantes en verano. Debido al Fusarium (esta vez sí lo era), sólo podía hacerse en campos de naranjos recién arrancados (abundantes por el avance de la Tristeza). Repetir el cultivo de sandía era



exponerse a un rotundo fracaso. De manera similar a lo realizado con melón, injertamos sandía sobre diversas cucurbitáceas y las plantamos en suelo contaminado (Foto 2). Nuestra sorpresa fue cuando, en septiembre, a la vuelta de las vacaciones, vimos las plantas de sandía aún vivas, cuando todas las demás, y también los melones injertados, habían desaparecido.

### La sandía de Yamato

En los años 1977-1981 hicimos varios experimentos,

con distintos portainjertos y siempre con resultados que nos parecían espectaculares.

Por aquel tiempo, principios de los 80, estábamos también ensayando cebollas de día corto (Reina de abril), procedentes en su mayor parte de Japón. El gerente de una de las empresas suministradoras de semilla, Isihara, venía a ver nuestros ensayos de cebolla y, como a todo el mundo, le mostramos las sandías injertadas. El nos comunicó que eso se hacía, desde tiempo atrás, en Japón. Nos envió semilla de

- 1 El pimiento se plantaba a raíz desnuda (1980) y el injertado también.
- 2 Sandía injertada junto a variedades sin injertar (1981).
- 3 Se han ensayado muchas especies como portainjertos de sandía y melón.

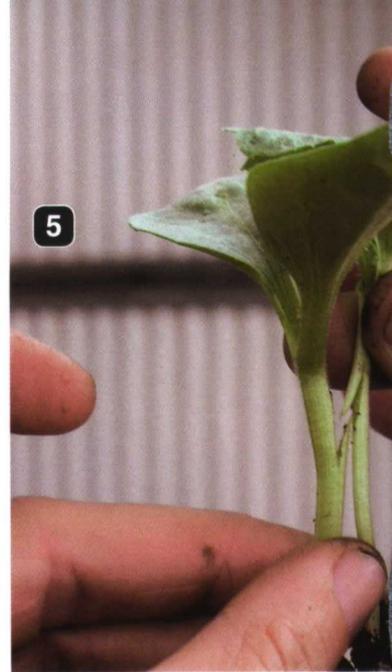
los portainjertos que utilizaban y también un folleto informativo, en Japonés, “La sandía de Yamato” de Suzuki, que nos tradujo el Sr Kimura, agente comercial de Isihara en Valencia. De este folleto procede la idea de que el injerto de sandía comenzó en Japón, en 1914 y en 1917, Tachisi, de la Universidad Agrícola de Nara publicó la técnica del injerto de púa; más tarde, en 1923, Batanabe describió el método de perforación lateral. Esta historia difiere y ha sido desplazada por la que ha publicado Jung Myung Lee, secretario del comité editor de la Sociedad Internacional de Ciencias de Horticultura (ISHS, International Society for Horticultural Sciences). Según esta historia, el injerto de sandía empezó en la década de 1920, empleando Cucurbita moschata como patrón.

**En 2005 se injertaron 53 millones de plantas de tomate, 38 millones de plantas de sandía, 750.000 plantas de melón y 200.000 plantas de pepino**

Todo el mundo después, incluso yo, la da por buena, puesto que se ha publicado en una revista americana y el folleto de Suzuki está en paradero desconocido.

### Evolución de los portainjertos

La sandía es la especie más agradecida para el injerto. Comenzamos injertando sobre especies que luego hemos considerado poco recomendables. Durante muchos años hemos tenido generalmente buenos resultados injertando sandía sobre “calabaza de cacahute”, pero su comportamiento era, hasta cierto punto, errático, puesto que se trata de una variedad sin seleccionar, alguna de cuyas líneas tenía muy buena afinidad con la sandía y otras, no tanto (Foto 3). El “boom” del injerto de sandía se produjo cuando las casas productoras de semillas introdujeron los patrones híbridos (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) tales como RS 841, Shintoza, Brava, etc y el injerto se comenzó a hacer en los semilleros profesionales. Este tipo de patrones sigue siendo prácticamente el único empleado en cucurbitáceas, pero empieza a haber combinaciones más recomendables para melón o pepino (con genitores de *C. ficifolia*). Otras especies, también compatibles con la sandía, tales como *Lagenaria*, muy utilizadas en Oriente, no han llegado a introducirse en España (Foto 4). En varios experimentos en los que la hemos probado, nunca han supe-



rado, en ningún aspecto a la *Cucurbita* híbrida. Los patrones como Robusta, de la especie *Citrullus*, líneas de sandía silvestre seleccionadas por su resistencia a Fusariosis, se han empezado a utilizar en Almería porque también son resistentes a nematodos, mientras que los portainjertos de *Cucurbita* híbrida son sensibles.

El tomate desde los comienzos se viene injertando sobre patrones del tipo KNVF (*Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* o *L. pimpinellifolium*), muy vigorosos, con numerosas resistencias (Corky root, Nematodos, *Verticillium* y *Fusarium*, como indican las siglas), incluida la imprescindible tolerancia al “colapso”. Dentro de esta combinación ha habido una evolución hacia mejor resistencia a nematodos y a la tercera raza de *Fusarium*, a un mayor vigor y, sobre todo, hacia una germinación más rápida y uniforme. Esta ha sido una exigencia de los semilleros para poder organizar su trabajo y aprovechar al máximo la semilla. Aunque los patrones KNVF existen desde hace muchos años, han sido los de mejor germinación (tratamiento priming) Beaufort, Maxifort los que se han hecho más populares.

La berenjena ha comenzado a injertarse sobre los mismos portainjertos del tomate y, además, sobre otro de la especie *Solanum torvum*, resistente a *Verticillium* y también a nematodos, incluso en condiciones de altas temperaturas de suelo, cuando los portainjertos normales o las variedades de tomate resistentes, dejan de serlo.

La berenjena ha comenzado a injertarse sobre los mismos portainjertos del tomate y, además, sobre otro de la especie *Solanum torvum*, resistente a *Verticillium* y también a nematodos, incluso en condiciones de altas temperaturas de suelo, cuando los portainjertos normales o las variedades de tomate resistentes, dejan de serlo.

### Evolución de los métodos de injerto

En cucurbitáceas el único método empleado en principio (aún ahora es el más utilizado) es el injerto de aproximación, en el que durante la fase de unión, las dos plantas, patrón y variedad, conservan su sistema radicular (Foto 5). Este

**En melón ya no sólo se injertan variedades del tipo Cantaloup o Galia, sino que se está empezando con los híbridos de Piel de Sapo**



- 4 Comparación de portainjertos.
- 5 Cucurbitáceas. Injerto de aproximación.
- 6 Cucurbitáceas. Injerto adosado.
- 7 Solanáceas. Injerto de empalme.
- 8 Solanáceas. Injerto de púa.

método permite que, aunque durante la fase de soldadura haya una pequeña desviación en las condiciones ambientales requeridas, las plantas siguen vivas y pueden llegar a unirse. El método tiene dos inconvenientes: uno de ellos es la fragilidad de la unión en el momento de la plantación, que hace recomendable proteger las plantas (túnel o cubierta flotante) si están expuestas al viento. Otro inconveniente es tener que cortar el tallo de la variedad, antes de la plantación, para que su raíz no sea puerta de entrada de los patógenos frente a los que la raíz del patrón es inmune. Paradójicamente, el injerto de sandía sobre calabaza (Cucurbita híbrida) protege del fusarium aunque permanezca la raíz de la sandía, como se demostró en un experimento de la Universidad Politécnica de Valencia (Prof. García Jiménez) en colaboración con la Fundación

Ruralcaja y Consellería de Agricultura, en 1995.

Los dos inconvenientes antes mencionados se obvian con el método de injerto de púa, ya prácticamente desaparecido y el “adosado” (un cotiledón), que se practica en algunos semilleros de Almería y Murcia, necesita un control preciso de las condiciones ambientales en la fase post-injerto, pero es muy rápido en su ejecución y la calidad de la unión que resulta es perfecta (Foto 6). Con este último sistema, en el momento de la soldadura del injerto, ni el patrón ni la variedad tienen raíz; simultáneamente se produce la soldadura de la unión y el crecimiento de una nueva raíz en el portainjerto.

El método “adosado” es el que utiliza una máquina que realiza el injerto de manera automática. El porcentaje de plantas que actualmente se injertan, en España, de forma automática es pequeño.

En solanáceas, el único método de injerto utilizado es el de empalme (Foto 7). La unión de las dos partes se efectúa mediante un clip (diversos modelos y tamaños).

**La berenjena ha comenzado a injertarse sobre los mismos portainjertos del tomate y, además, sobre otro de la especie Solanum torvum**

## INVERNADEROS

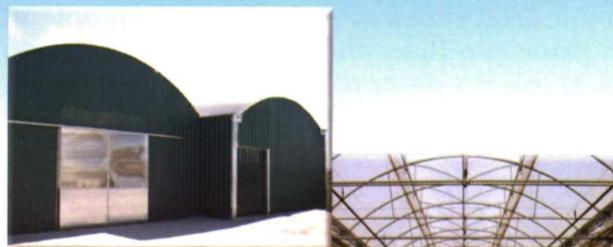


INDUSTRIAS METÁLICAS AGRICOLAS, S.A.

Pol. Ind. COMARCA-2, calle F, nº 12 · 31191 BARBATAIN (NAVARRA)

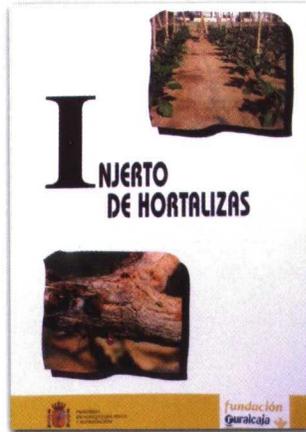
Tel.- (+34) 948 184 117 · Fax- (+34) 948 184 668

ima@invernaderosima.com · www.invernaderosima.com



Exportación: GRUPO MSC  
www.grupomsc.com  
Tel.- (+34) 954 129 138





**En cucurbitáceas el único método empleado en principio (aún ahora es el más utilizado) es el injerto de aproximación; actualmente también se utiliza el “adosado”**

Hasta la aparición en el mercado de estos clips nosotros utilizamos, en nuestros experimentos con solanáceas, el injerto de púa, en el que se puede efectuar la ligadura con distintos materiales (Foto 9).

**Literatura técnica y congresos**

La primera referencia francesa al injerto de hortalizas (melón) es del año 1961. A partir de 1971 ya hay varios artículos sobre injerto de tomate, pimiento y berenjena. También por estas fechas hay referencias holandesas al injerto del melón.

A partir del año 1961 hay varios estudios sobre fisiología del injerto realizados en distintos países.

La bibliografía sobre injerto de Japón viene de lejos, pero sólo a partir del año 1990 -94 se encuentran publicaciones en inglés. Aunque hay algún artículo de divulgación sobre el interés del injerto de tomate en USA, hasta 2000-2004 no se ha despertado interés científico por el injerto en ese país ni en Israel, donde el Bromuro de

metilo era de uso frecuente en varios cultivos hortícolas.

Supongo que las más antiguas publicaciones en español sobre injerto son las nuestras. La cooperativa agrícola de Algemesí (Valencia), COPAL, editaba una Memoria con los resultados de los experimentos realizados en su Campo de ensayos. Desde 1979 aparecen informes de resultados del injerto de sandía y melón, en los que se compara el injerto con la desinfección con Bromuro y solarización (Foto 9).

A principios de los años 1980 en el Centro Regional de Extensión Agraria, en Carcaixent, se hicieron algunos cursillos sobre injerto de sandía, destinados a que los agricultores aprendieran la técnica e hicieran sus propios injertos. Unos pocos así lo hicieron du-

rante algunos años, pero fue a finales de los 80 cuando el injerto pasó a manos de los semilleros profesionales y la técnica se extendió rápidamente. En Valencia algunos de los asistentes a los cursillos de injerto comenzaron a hacerlo de forma industrial.

En 1986 el Dr. Camacho, entonces sólo Paco Camacho, Presidente de Colegio de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería, me invitó a dar una charla sobre injerto en esa ciudad. Aún entonces esa técnica parecía demasiado costosa a la mayoría de las personas. Un semillero de Algemesí, Menan, que ya injertaba sandía, llevó planta a Almería y, aunque en principio la técnica no convenía, sobre todo porque su efecto herbicida no era comparable al del Bromuro de Metilo (lo mismo sucedió en Valencia y durante más tiempo), pero a partir de entonces en Almería se comenzó a injertar en los semilleros hortícolas.

A finales de los 80, el Profesor Maroto, de la Universi-

**La prohibición de desinfectantes de suelo hace que el control de patógenos telúricos, y especialmente de nematodos, haya de hacerse fundamentalmente con métodos biológicos, solarización, biofumigación (biosolarización) e injerto**

9 Algunas publicaciones sobre injerto (1979-2007).

10 Taller de injerto.

11 Máquina de injertar.

dad Politécnica de Valencia me propuso elaborar mi Tesis Doctoral con los numerosos experimentos realizados sobre injerto. En el Tribunal que la juzgaba estaba el Dr Tello, el cual estimó, como así se ha revelado, que la técnica del injerto era sumamente interesante como técnica sustitutiva al empleo del Bromuro de Metilo. En las sucesivas Conferencias Internacionales sobre Alternativas al Bromuro de Metilo, (Almería, 1996, Tenerife, 1997, Murcia 1997, Sevilla, 2002 y Lisboa 2004) se han ido exponiendo los resultados y posibilidades del injerto, al principio en solitario (lo consideraban más una curiosidad que una técnica económicamente viable) y luego con participación de otros países, como cosa sabida de toda la vida.

**Situación actual y perspectivas**

No hay datos oficiales sobre cantidad de plantas injertadas en España, a excepción de los procedentes de alguna Comunidad Autónoma, por ejemplo la Valenciana. El esfuerzo más notable de recopilación de información sobre cantidad de plantas injertadas, es el realizado por el profesor Pedro Hoyos, en el artículo publicado en Horticultura en abril de 2007. Según estos datos, en 2004 se sobrepasaron los 110 millones de plantas injertadas en España (Foto 10). El injerto de tomate que ya se practicaba, a pequeña escala para la producción de variedades sin resistencias (RAF y similares),



# TECNIDEX

abanderando  
"La Postcosecha"



Leading "The Post-Harvest" / Porte-drapeau de la "Post-Récolte"

**Textar®**

SANIDAD



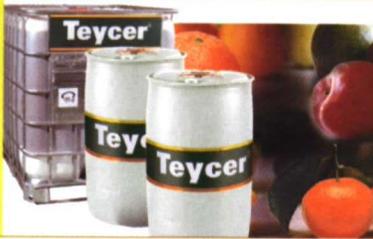
HEALTH - SANTE

**Fungicidas y Desinfectantes**

Fungicides and Disinfectants  
Fongicides et Désinfectants

**Teycer®**

SANIDAD



HEALTH - SANTE

**Ceras y Detergentes**

Waxes and Detergents  
Cires et Détergents

Control-Tec® **DOS**

**CONTROL-TEC®**

TECNOLOGIA



TECHNOLOGY

**Dosificación y Aplicación**

Dosage and Application  
Dosage et Application

Control-Tec® **CAM**

TECNOLOGIA



TECHNOLOGIE

**Desverdización y Conservación**

Ripening and Preservation  
Mûrissement et Conservation

**VÍA-VERDE®**

SERVICIOS



SERVICES - SERVICES

**Servicios Consultoría**

Consulting Services  
Services de Conseil

**Servicios Postventa**

Post-sale Services  
Services Après-vente



TECNIDEX, Técnicas de Desinfección, S.A.U. C/ Ciudad de Sevilla, 45-A  
46988 Poligono Industrial Fuente del Jarro (Paterna) Valencia ESPAÑA  
Teléfono: +34-96 132 34 15 • Fax: +34-96 132 10 77  
E-mail: admon@tecnidex.es • www.tecnidex.es



El diseño, el desarrollo,  
la producción y la  
comercialización de los  
productos Tecnidex son  
Derechos Reservados. Centro  
e Interglobal.



**Sanidad y Calidad**  
en Frutas y Hortalizas



Marca la Calidad  
Marca la Diferencia.



a finales de la década de 1990 y, con el fin de controlar el “colapso” (Pep MV + Olpidium), pasó a ser práctica habitual en las grandes empresas exportadoras de Murcia, Alicante y Canarias. En 2004 se llegó a injertar 73 millones de plantas de tomate. En 2005 esta cantidad se redujo a 53 millones de plantas (24 % en Almería, 38 % en Murcia, 26 % en Canarias y 12 % en la Comunidad valenciana). La cantidad de plantas injertadas de sandía era en 2005 de 38 millones de plantas (44 % en Almería, 39 % en Murcia y 17 % en la Comunidad Valenciana). Así mismo se estimaba una cantidad de 750.000 plantas de melón y 200.000 plantas de

**El “boom” del injerto de sandía se produjo cuando las casas productoras de semillas introdujeron los patrones híbridos**

pepino injertadas. Desde entonces suponemos que la cantidad de plantas de sandía esté estabilizada, porque ya se injertaba la mayor parte de plantas en las zonas habituales de cultivo (Almería, Comunidad Valenciana y Murcia), aunque el cultivo y el empleo de planta injertada se va extendiendo hacia Castilla La Mancha y Extremadura. El número de plantas injertadas de melón y pepino está creciendo, sobre todo en Almería. En melón ya no sólo se injertan variedades del

tipo Cantaloup o Galia, sino que se está empezando con los híbridos de Piel de Sapo.

Posiblemente, el mayor incremento de plantas con injerto se produzca en las solanáceas. Ahora está en plena expansión en Almería. La prohibición de desinfectantes de suelo, primero el Bromuro de Metilo y después el Dicloropropeno, hace que el control de patógenos telúricos, y especialmente de nematodos, haya de hacerse fundamentalmente con métodos biológicos, sola-

rización, biofumigación (biosolarización) e injerto. El mismo hecho está repercutiendo en berenjena, donde también el injerto aumenta notablemente y, sobre todo, en pimiento. En Murcia y Alicante, donde el pimiento es monocultivo en muchas explotaciones, es donde más se va a notar la falta de desinfectantes de suelo de amplio espectro y donde el injerto y la biosolarización son casi las únicas soluciones permitidas. En muy poco tiempo el número de plantas injertadas ha pasado de 100 o 200.000 a más de 1 millón, probablemente 1.200.000 y seguirá creciendo

El injerto es, en determinados casos, la técnica más eficaz y económicamente viable. Esto, unido al hecho de su escaso o nulo poder contaminante y que sea admitido en Producción Integrada y Ecológica permite augurar muy buenas perspectivas a esta técnica. (Foto 11) Por otra parte, la mejora de los métodos de trabajo y la mecanización de las operaciones, el empleo de robots, permite, si no el abaratamiento de los costes de la operación, al menos que no hayan subido al tenor del resto de los insumos.

Jiffy-7C®

**Aumenta tu éxito**  
El mejor medio disponible para enraizamiento

[www.jiffypot.com](http://www.jiffypot.com)

**¿Propagación en condiciones de stress?**

- 100% coco
- Máxima capacidad de aireación
- Extraordinaria capacidad de retención de agua
- Humectación por capilaridad superior en todos los medios de propagación

*Let's grow together*

**Tel: +34 968 402623**  
**Fax: +34 968 419023**  
**info@jiffypot.com**