

# Los hongos del suelo, factor limitante del cultivo de la sandía

La técnica del injerto permite y asegura la continuidad de este cultivo

La superficie cultivada suele tener graduales oscilaciones de año a año, dado que el cultivo de la sandía precisa, por lo general, la rotación, y a veces hay dificultad en encontrar "tierras nuevas" (sobre todo, en las zonas tradicionales de cultivo), no contaminadas por hongos del tipo *Fusarium*, que permitan el cultivo sin excesivos riesgos y no exijan una previa desinfección del terreno, ya que este cultivo muestra una fuerte sensibilidad, tanto a este patógeno como a la conocida "fatiga del suelo".

La producción global en nuestro país oscila alrededor de las 700-800.000 toneladas, de las cuales cerca de 300.000 se dirigen a la exportación hacia países europeos. La mitad de la producción total corresponde a Andalucía, siguiéndole en importancia Castilla-La Mancha, Extremadura, Comunidad Valenciana, etc., lo que nos permite una horquilla de mercado que comienza en marzo y llega prácticamente hasta finales de octubre.

## Problemática del cultivo

La sandía entra dentro de los cultivos tradicionales hortícolas, pudiendo afirmarse que es un cultivo "fácil de manejar", que permite realizarlo en tierras frescas y profundas con acolchado de plástico en los secanos, o con sistemas de riego al aire libre o bajo cubierta.

Tanto la siembra, preparación de semilleros, plantación, etc., como el cultivo en sí, no ofrecen mayores dificultades, centrándose preferentemente la atención en el control de plagas y enfermedades, tales como pulgones, trips, ácaros, mildíu, oídio, etc., no siendo hasta la fecha preocupante la incidencia de virosis que, por contra, afectan al melón y otras cucurbitáceas de forma sensible.

Con referencia a las virosis, tal vez conviene mencionar el **virus del**

*Dentro del grupo de hortalizas de fruto, el cultivo de la sandía, junto con el de melón, ostenta uno de los más destacados lugares en importancia. Alrededor de 30.000 hectáreas son ocupadas cada año en España por este cultivo, de las cuales un tercio aproximadamente se conducen con algún sistema de protección, bien invernadero, macrotúnel o túnel bajo, complementariamente del ya tradicional acolchado del suelo, y el resto, al aire libre.*

Ricardo V. Monera Olmos. Perito Agrícola

**cribado del melón (MNSV)**, ya que ha sido citada su presencia en sandía recientemente en nuestro país, manifestándose con la aparición de necrosis en tallos y hojas, seguida por la muerte de las plantas. El diagnóstico en otros países y el desarrollo de la enfermedad se describen como un grave problema.

## El hongo *Fusarium*, factor limitante

El más grave problema fitosanitario que en la actualidad tiene el cultivo de la sandía es el causado por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (**FON**), el cual ocasiona la muerte de las plantas, normalmente, en el momento de iniciarse la recolección, o incluso antes si la infección es muy fuerte.

El FON es el principal patógeno vascular que ataca a la sandía y el causante de la muerte masiva de plantas en todas las zonas productoras del mundo. Se ha identificado repetidamente como el causante de la pérdida de plantaciones en la Comunidad Valenciana, Andalucía, etc., al igual que en casi todos los países productores de la cuenca mediterránea (Italia, Grecia, Túnez, Líbano, Israel, etc.) y otros fuera de ella (China, EE.UU., Japón...).

A pesar de que los daños más espectaculares se producen antes de la recolección, el hongo puede atacar a plantas de cualquier edad después de la germinación. En suelos fuertemente infectados hay mucha mortalidad de plantas jóvenes.

El hongo penetra por las raíces y se localiza en los vasos leñosos de éstas y del tallo, impidiendo o dificultando la ascensión y circulación de la savia, produciendo el pardeamiento del tejido leñoso y una exudación gomosa.

En la planta adulta atacada, las hojas presentan un amarilleo y se marchitan durante las horas cálidas del día, y se recuperan parcialmente durante la noche, terminando por morir a los tres o cuatro días de ob-



Plantas de sandía afectadas por FON.

servar la presencia de la enfermedad. Otras veces, la planta afectada presenta ramificaciones cortas, con marchitamiento limitado a una o varias ramas. Los frutos cuajados son escasos y poco desarrollados cuando la fusariosis se presenta tempranamente, y de maduración defectuosa. Como se exponía anteriormente, con frecuencia la planta muere antes de que los frutos alcancen el momento de la recolección.

**Ciclo de la enfermedad.**

Este hongo puede mantenerse en el suelo durante un período largo, 10 a 16 años, sin cultivo de sandía, en forma

de órganos resistentes (clamidosporas), o colonizando raíces de malas hierbas o de otros cultivos a los que no causa ningún perjuicio, pudiendo también transmitirse mediante semillas procedentes de plantas afectadas, a través de sustratos contaminados, mediante el viento, agua de riego, herramientas de cultivo, etc.

La enfermedad causada por FON resulta más grave con temperaturas entre 19 y 28 °C. Se cita que la presencia de nematodos en el suelo agrava la enfermedad, por el debilitamiento primario que producen.

**Métodos de control.** El método de lucha más utilizado hasta ahora, sobre todo en tierras más o menos infestadas por *Fusarium oxysporum f. sp. niveum*, es la desinfección del suelo con fumigantes de amplio espectro. El bromuro de metilo ha sido el desinfectante más eficaz para control de FON, pero su aplicación es muy cara y, como ya es conocido por todos, por los problemas medioambientales y de residuos que produce, tras el protocolo de Montreal, existe el acuerdo de restringir su utilización progresivamente hasta el año 2005 en que estará prohibido su uso.



Taller para realización del injerto.

que el FON estaba limitando seguir con el mismo, como es el caso de Almería, Valencia, etc.

**Finalidad del injerto**

Con el injerto se trata de cultivar la parte aérea de sandía (variedad) sobre el sistema radicular de una planta de otra especie pero de la misma familia, que actúa como patrón o portainjertos, y que es resistente al *Fusarium*. Está demostrado que esta técnica es, al menos, tan eficaz como la desinfección de suelo en la lucha contra la enfermedad. El injerto permite cultivar sandía en parcelas

La rotación del cultivo es un método de incierta eficacia, dada la larga permanencia del hongo en el suelo. Como mínimo, se recomienda dejar un lapso de 4-6 años entre dos cultivos de sandía y utilizando aquellas variedades que muestran cierta tolerancia a la enfermedad, aunque las más resistentes, con posibilidades de cosechar frutos, no pasan de dar en suelos muy contaminados más allá de un 30-40% de la producción que darían en suelo sin el patógeno.

La problemática utilización del bromuro de metilo ha dado paso en los últimos años a numerosas investigaciones, ensayos experimentales, etc., de métodos alternativos para la desinfección de suelos, todos ellos conocidos por el sector hortícola, entre los que se encuentra la solarización, la combinación de ésta con incorporación de materia orgánica (biofumigación), otras materias activas distintas al bromuro de metilo, ondas electromagnéticas, plantas biocidas, variedades resistentes, etc.

En el caso de la sandía (y otras hortalizas) ha dado un excelente resultado la técnica del injerto, que ha posibilitado el mantenimiento del cultivo en extensas zonas productoras en

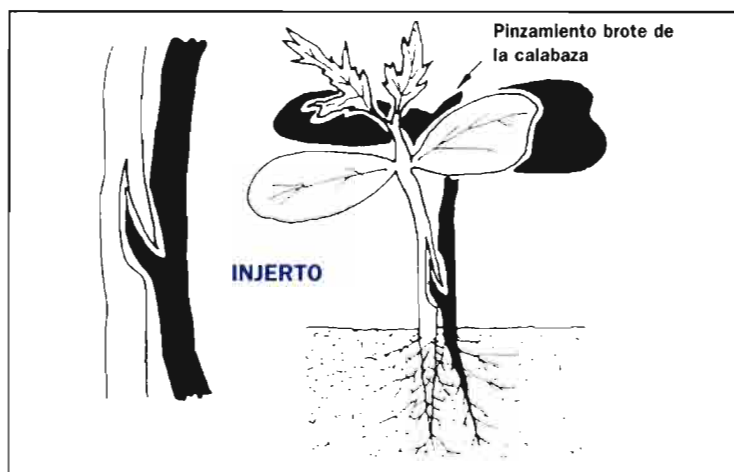
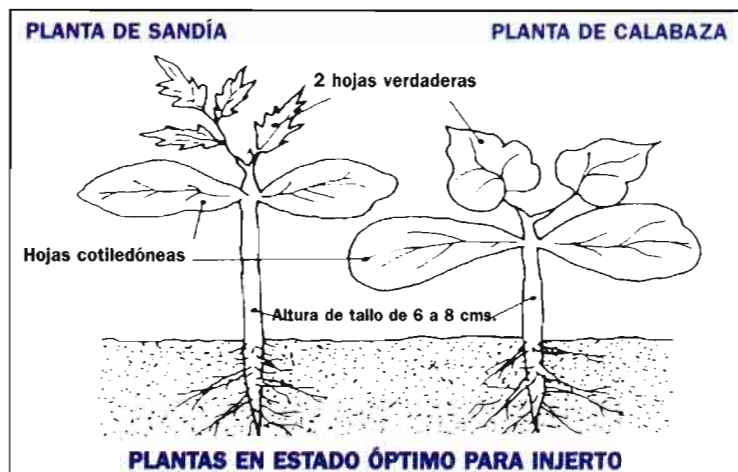
fuertemente contaminadas por FON, donde la producción de plantas sin injertar sería inviable. Por tanto, su función principal es evitar el contacto entre la planta sensible y el suelo infectado.

El injerto de la sandía para prevenir el *Fusarium* comenzó a practicarse en Japón en 1914. En Europa, el injerto de hortalizas se utiliza desde 1947 entre los horticultores holandeses, siendo Daskaloff (1950) quien preconizó este procedimiento para las cucurbitáceas y solanáceas; posteriormente, Ravenboert (1962) y sus investigaciones fueron el origen del injerto de las solanáceas.

La introducción de la técnica del injerto en España, así como su perfeccionamiento y puesta a punto, se debe al dr. ingeniero agrónomo Alfredo Miguel Gómez, de Valencia, actualmente coordinador de la experimentación hortícola en la Consejería de Agricultura de la Comunidad Valenciana. Sus investigaciones, ensayos y experiencias, que comenzaron en los años 70, han dado como resultado la generalización del injerto de sandía en las más importantes zonas productoras (Almería, Valencia, etc.).



Frutos de portainjertos de sandía: (izq.) *C. hibrida*, (centro) *C. moschata*, (dcha.) *Lagenaria* -arriba- y *Citrullus* -abajo-.



La importancia de su trabajo ha sido reconocida en todos los ámbitos agrícolas, pues con el paso del tiempo se ha visto que la utilización del injerto es una técnica muy eficaz, limpia y cuyo uso implica un nulo impacto ambiental. La inminente prohibición del desinfectante de suelo más eficaz y ampliamente utilizado, el bromuro de metilo, revaloriza la técnica del injerto por su efecto no contaminante.

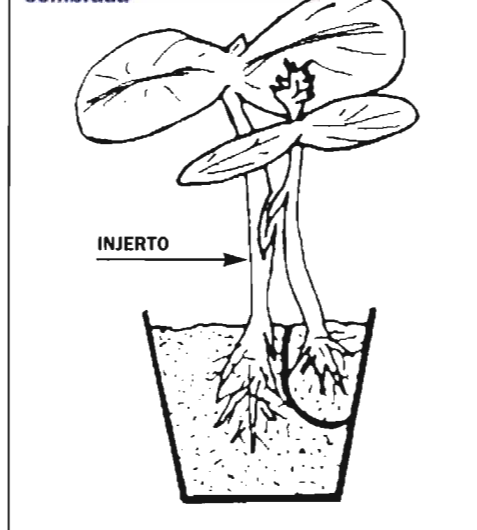
Cultivos en expansión, como son los efectuados mediante producción integrada y agricultura ecológica en horticultura, tienen en el injerto herbáceo un aliado potencial grande, sobre todo por la limitación que tienen los mismos de uso de desinfectantes químicos del suelo.

Por último, en ocasiones se utiliza el injerto, aún en suelo previsiblemente no infestado, con la sola finalidad de conseguir mayor producción, debido al vigor que confiere el patrón a la planta injertada. Y, por otra parte, el injerto permite cultivar clones de plantas procedentes de multiplicación *in vitro* o de semilla.

### Cualidades del portainjertos

Según los estudios llevados a cabo por A. Miguel (1977), un portainjertos debe reunir

Detalle planta injertada de calabaza directamente sembrada



las siguientes cualidades:

- **Ser inmune a la enfermedad que produce la muerte de las sandías, el FON.** Puesto que éste es un patógeno específico, cualquier otra especie distinta de la sandía, no se ve afectada por él. Actualmente, se ha identificado una línea de sandía silvestre (PI-296341) resistente a las tres razas conocidas de FON y

perfectamente utilizable como portainjertos.

- **Que no haya algún otro parásito del suelo que le afecte frecuente o gravemente.** Así, por ejemplo, la especie *Lagenaria siceraria*, utilizada frecuentemente como patrón de sandía, puede ser atacada por un *Fusarium vascular*, el *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae*. Sea por ésta o por otra razón, las plantas injertadas sobre ésta han producido menos y muerto antes que las injertadas sobre otros patrones.

- **Resistencia o tolerancia a otros patógenos del suelo.** Algunos de los actualmente utilizados son más resistentes a *Verticillium*, poco sensibles a *Phyrium* y nematodos, y tolerantes a *Olpidium* (transmisor del MNSV del melón).

- **Vigor y rusticidad.** Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite utilizar menos plantas por unidad de superficie sin disminuir la producción, ya que cada una de ellas produce mayor número de frutos. Los costes de implantación se reducen notablemente.

- **Tener buena afinidad.** La compatibilidad está relacionada con la proximidad botánica. Sólo son compatibles con la sandía las plantas de su misma familia, cucurbitáceas, pero no todas ellas en el mismo grado.

- **Presentar buenas condiciones para el injerto,** con hipocotilo relativamente largo (5-7 cm), grueso, poco ahuecado y consistente.

- **No modificar negativamente la calidad del fruto.** Los patrones normalmente empleados no transfieren sabores extraños ni otras alteraciones apreciables. Las plantas injertadas tienen mayor vigor, lo que se traduce en frutos más gruesos, con haces vasculares más pronunciados y de maduración más tardía.

### Portainjertos utilizados

En general, los más utilizados son híbridos de *Cucúrbita* (*C. máxima* x *C. moschata*) de distintas casas comerciales, ya que tienen com-

CUADRO I. RESISTENCIA DE LOS DISTINTOS PATRONES (A. MIGUEL, 1997)

	FON	FOM	Phom.	Olp.	V.d.	Py	Nem
<i>Cucúrbita híbrida</i>	+++	+++	++	+++	+++	++	+
<i>Lagenaria siceraria</i>	+++	+++	?	?	-	-	-
<i>Citrullus</i> (PI 296341)	+++	+++	-	-	-	-	-
<i>Cucúrbita moschata</i>	+++	+++	?	?	?	?	?

F.O.N.- *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*  
 F.O.M.- *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*  
 Phom.- *Phomopsis sclerotoides*  
 Olp.- *Olpidium* sp.  
 V.d.- *Verticillium dahliae*  
 Py - *Pythium* sp.  
 Nem.- Nematodos  
 ?.- Sin datos



Recolección de sandías.



Injerto de púa en hendidura.

pleta afinidad con la sandía, son muy vigorosos y resistentes a FON, además de resistentes a *Verticillium*, tolerantes a *Phomopsis*, *Phyium* y nematodos. Se comercializan distintos híbridos del mismo tipo (Shintoza, Tetsukabuto, Brava, Titán, Híbrido 90, Aquiles...).

En Japón se emplean también diversas variedades de *Lagenaria siceraria*, que presenta buena afinidad con la sandía y es resistente al FON. Las más conocidas son la "calabaza de peregrino" y "calabaza gitana", dando una producción, en general, menor que con los patrones híbridos de *Cucúrbita*.

Una variedad de sandía silvestre (*Citrullus lanatus*) resiste a las razas conocidas de FON, utilizándose como patrón la selección **PI-296341 FR**, produciendo un fruto de tamaño algo menor y con un grado de azúcar ligeramente superior a *Cucúrbita*, aunque tiene el inconveniente de la dificultad de identificar los rebrotes del patrón que deben eliminarse, al ser las hojas idénticas a las de la variedad.

Por último, citaremos como portainjertos otras especies y variedades de *Cucúrbita* menos utilizadas, siendo la más conocida la "calabaza de violín" (*C. moschata*) y algunas variedades de *C. máxima*, con un comportamiento variable, presentando diferencias de afinidad entre líneas de calabaza y variedades de sandía.

### Clases de injertos

Son numerosos los métodos de realización del injerto en hortalizas, tales como el de aproximación, *dakitsugi*, doble injerto, de púa en hendidura, de brote, de perforación lateral, de empalme, púa terminal, etc., aunque el más utilizado en el caso de la sandía es el **injerto de aproximación** y, actualmente, comienza a extenderse el de púa en hendidura.

En el injerto de aproximación, durante el proceso de soldadura se mantienen los dos sistemas radiculares, es decir, del patrón y de la variedad. Su principal ventaja es la menor sensibilidad a las condiciones ambientales durante el período de soldadura, respecto a los otros métodos. Si la climatización donde se efectúa la operación no es muy perfecta éste es el procedimiento con el que se consiguen los mayores porcentajes de prendimiento. El enraizamiento en maceta de trasplante es rápido y no se producen paralizaciones en el crecimiento y soldadura.

El injerto de **púa en hendidura** consiste en unir un brote de la variedad a la planta que hace de patrón. Las principales ventajas respecto al anterior consisten en que no necesitan manipulación adicional, como es el corte del tallo de sandía después del injerto, y que la unión en el momento de la plantación es mucho más robusta que con el de aproximación. El mayor inconveniente es la necesidad de una climatización adecuada, con un control estricto de humedad y temperatura para no perder las púas antes de la soldadura.

### Conclusiones

La sandía funciona perfectamente injertada sobre patrones de varias especies, siendo los híbridos de *Cucúrbita* los que hacen la planta más resistente, vigorosa y productiva. Con los otros patrones descritos se consigue un tamaño de fruto algo menor y una ligera mejora cualitativa, pero a costa de una apreciable disminución de la producción.

El peso del fruto es claramente superior, a

condiciones y marcos iguales, en las plantas injertadas, y a veces este mayor vigor va acompañado de algunos defectos propios de esta característica: mayor grosor de la corteza, textura más dura de la carne y haces vasculares más marcados y, en ocasiones, algo de ahuecamiento en el interior del fruto. Estos defectos se corrigen en gran parte moderando el abonado nitrogenado y dejando el fruto 5-7 días más sobre la planta a partir del momento en que presente síntomas externos de madurez.

En cuanto al cultivo de sandía injertada, es similar al de planta sin injertar, teniendo en cuenta las siguientes matizaciones: a) la densidad de plantación se debe reducir al 60-70% de plantas que se utilizarían sin injertar; b) al efectuar la plantación debe enterrarse el cepellón pero no el injerto; c) durante el cultivo deben ir eliminándose los brotes que nazcan del patrón. ■

### AGRADECIMIENTO

Al dr. ingeniero agrónomo Alfredo Miguel Gómez por su atenta cesión del material gráfico que aparece en el artículo y sus comunicaciones personales. Las fuentes consultadas son diversas obras e informes del mismo, destacando su obra más reciente "Injerto de hortalizas". Serie Divulgación Técnica, nº 40, año 1997, editado por la Consejería de Agricultura de la Generalitat Valenciana. Ha sido acreedor del Premio de Investigación de la Fundación Caja Rural Valencia, compartido con el catedrático J. V. Maroto de la ETSIA de Valencia.