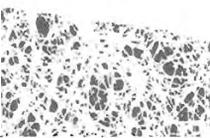


55/96 JORNADAS

II JORNADAS SOBRE SEMILLAS Y SEMILLEROS HORTICOLAS

Almería,
29, 30 y 31
de Mayo
de 1995



**II JORNADAS SOBRE
SEMILLAS Y SEMILLEROS
HORTICOLAS**

Edita: JUNTA DE ANDALUCIA. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria.

Publica: DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA
Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: CONGRESOS Y JORNADAS, 35/96.

Información: Recopilada y coordinada por Antonio Lafarque García y José Salazar Ruiz.
Delegación Provincial de la C.A.P. de Almería.

Coordinación y Diseño: Heliodoro Fernández López, Rosa M^a Mateo Fernández

Depósito Legal: SE. 578 - 96.

I.S.B.N.: 84-87564-40-2

Fotocomposición e Impresión: J. de Haro. Sevilla.

Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación, sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

**II JORNADAS SOBRE
SEMILLAS Y
SEMILLEROS
HORTICOLAS**

Almería, 29, 30 y 31 de Mayo de 1995

INDICE

	<u>Pág.</u>
Prólogo	9
Introducción	11
Programa de las Jornadas	13
Relación de organismos y empresas patrocinadoras	15
El injerto en hortalizas	17
Parámetros de calidad en plántulas hortícolas	53
Turbas para semillas	79
Virus transmitidos por semilla en especies hortícolas	103
Refrigeración de invernaderos: sombreo, ventilación y humectación	141
Producción de miniplantas de temporada: un complemento a la producción de semilleros hortícolas .	157
Viabilidad, germinación y vigor: tres conceptos distintos para un mismo lote de semillas	179
Sanidad fúngica de los semilleros	193
Conclusiones de las mesas redondas	209

PROLOGO

Los semilleros hortícolas en su doble faceta de germinadores de semillas y viveristas de plántulas, son un eslabón trascendental de la cadena productiva de cultivos intensivos. Esta trascendencia es aún mayor en la horticultura de Almería, debido a la magnitud de sus cifras productivas: 1.550.528 Tm. con un valor de 123.100 millones de pesetas en 1994.

La implantación de los primeros semilleros en Almería se fecha en los comienzos de la década anterior. En la actualidad cerca de 50 entidades con más de 60 instalaciones repartidas por toda la provincia, manejan anualmente un número de plántulas superior a los 600 millones de unidades con un volumen de negocio que rebasa los 5.000 millones de pesetas y puede afirmarse que las plantas cultivadas de especies de primer orden económico, tales como pimiento y tomate, nacen en el 100% de los casos en estas instalaciones.

La creación en 1992 de la Asociación de Semilleros Hortícolas (ASEHOR) que engloba al 90% del empresariado de la provincia de Almería y a empresarios de Granada y Málaga, no hizo sino confirmar el peso específico del sector.

Este conjunto de circunstancias incitó a la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca en Almería a organizar en mayo de 1993 las I Jornadas Técnicas sobre Semilleros Hortícolas con el objetivo de reflexionar sobre las causas de este pujante desarrollo, conocer y acercar a los profesionales de la agricultura la tecnología y sistemas de cultivo al uso y ofrecer, en definitiva, una panorámica técnica del sector.

Esta apuesta de futuro se convirtió, dos años después, en una realidad consolidada gracias a la positiva respuesta obtenida en aquella primera convocatoria en la que se dieron cita los principales agentes técnicos, profesionales y empresariales. Las II Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas, celebradas en mayo de 1995, se convirtieron en una tribuna de información y un foro de discusión que recogió necesidades, sugerencias y soluciones y finalizaron con el compromiso de todos los participantes de reunirse nuevamente en una tercera convocatoria de carácter internacional, a celebrar en 1997.

La importancia del contenido de estas II Jornadas, sugiere la conveniencia de la publicación y divulgación de los textos de las conferencias impartidas.

Por último, dejar constancia del esfuerzo organizativo de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca en Almería y reconocer el esfuerzo patrocinador -generoso y decisivo- del sector privado.

D. LUIS GAZQUEZ SORIA
Director General de la Producción Agraria

INTRODUCCION

*Se presentan los textos de las seis conferencias pronunciadas en las **II Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas** y las conclusiones obtenidas en las dos mesas redondas que se celebraron.*

*Por su importancia hemos creído conveniente añadir dos textos de sendas conferencias impartidas por Julio Gómez Vázquez y José María Durán Altisent en las **I Jornadas Técnicas sobre Semilleros Hortícolas**. Su vigencia y calidad están fuera de toda duda.*

PROGRAMA DE LAS JORNADAS

29 de mayo de 1995

09:30 h. Acto Inaugural

10:30 h. EL INJERTO EN HORTALIZAS; Alfredo Miguel Gómez, Dr. Ingeniero Agrónomo. Consellería d'Agricultura, Pesca i Alimentació (Valencia)

11:30 h. Coloquio

12:30 h. CALIDAD CEE EN SEMILLAS Y PLANTULAS HORTICOLAS (mesa redonda)

17:00 h. PARAMETROS DE CALIDAD EN PLANTULAS HORTICOLAS; Pedro Hoyos Echevarría, Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola (Madrid)

18:00 h. Coloquio

30 de mayo de 1995

10:00 h. TURBAS PARA SEMILLEROS; Manuel Abad Berjón, Dr. Ingeniero Agrónomo. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (Valencia)

11:00 h. Coloquio

12:00 h. CALIDAD FISICO-QUIMICA Y SANITARIA DE LAS TURBAS (mesa redonda)

17:00 h. VIRUS TRANSMITIDOS POR SEMILLAS EN ESPECIES HORTICOLAS; Marisol Luis Arteaga, Dr. Ingeniero Agrónomo. Servicio de Investigación Agraria de la Diputación de Aragón (Zaragoza)

18:00 h. Coloquio

31 de mayo de 1995

10:00 h. REFRIGERACION DE INVERNADEROS: SOMBREO, VENTILACION Y HUMECTACION; Juan Ignacio Montero Camacho, Dr. Ingeniero Agrónomo. IRTA (Cabriels, Barcelona)

11:00 h. Coloquio

12:00 h. PRODUCCION DE MINIPLANTAS DE TEMPORADA: UN COMPLEMENTO A LA PRODUCCION HORTICOLA; Manuel Caballero Ruano, Dr. Ingeniero Agrónomo. Centro de Investigación y Tecnología Agraria (La Laguna, Tenerife)

13:00 h. Coloquio

13:30 h. Lectura de Conclusiones y Clausura

RELACION DE ORGANISMOS Y EMPRESAS PATROCINADORAS

Instituto de Estudios Almerienses
Caja Rural de Almería
Unicaja
Asociación de Semilleros Hortícolas
De Ruiters Semillas S.A.
Hazera España 90 S.A.
S & G Sandoz Seeds
Petoseed Ibérica S.A.
Rijk Zwaan Ibérica S.A.
Ramiro Arnedo S.A.
Asgrow y Bruinsma Seeds
Nunhems Semillas S.A.
Clause
Western Seed

EL INJERTO EN HORTALIZAS

Autor: ALFREDO MIGUEL GOMEZ
Dr. Ingeniero Agrónomo
Consellería d'Agricultura, Pesca i
Alimentació - Valencia

En líneas generales el injerto está limitado en las angiospermas a las dicotiledóneas y en las gimnospermas a las coníferas. 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.

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

HISTORIA

El injerto de sandía, para prevenir el *Fusarium*, comenzó en el Japón en 1914. En 1917 TACHISI, de la Universidad Agrícola de Nara, publicó la técnica del injerto de púa y en 1923 BATANABE describió el método de púa oblicua.

En Europa el injerto de hortalizas se utiliza desde 1947 entre los horticultores holandeses. DASKALOFF, en 1950, preconizó este procedimiento para las cucurbitáceas y solanáceas. Las investigaciones de BRAVENBOER (1962) fueron el origen del injerto de las solanáceas. El injerto de aproximación se introdujo en Japón en 1950 procedente de Europa. La única referencia europea sobre el injerto de sandía, anterior al comienzo de nuestros ensayos, corresponde a SIMONOV en 1974 en la antigua Yugoslavia.

FINALIDAD DEL INJERTO

El injerto tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el suelo infestado. La variedad a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género de la misma familia (LOUVET, 1974). En estas condiciones, el portainjertos resistente permanece sano y asegura, a partir del suelo, una alimentación normal de la planta, a la que aísla del parásito. En la mayoría de los casos, se deja el sistema radicular del portainjertos y la parte aérea de la variedad.

PORTAINJERTOS

Un portainjertos debe reunir las siguientes cualidades:

- Ser inmune a la enfermedad que se desea prevenir.
- Que no haya algún otro parásito del suelo que le afecte frecuente o gravemente.

- Vigor y rusticidad. Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite instalar 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. Es también una característica positiva, que la raíz del patrón se desarrolle bien con temperaturas del suelo relativamente bajas, lo cual permite hacer plantaciones tempranas.
- Tener buena afinidad con la planta que se injerta.
- Presentar buenas condiciones para la realización del injerto; en cucurbitáceas, hipocotilo relativamente largo (5-7 cm.), grueso, poco ahuecado y consistente.
- No modificar desfavorablemente la calidad del fruto. Los patrones normalmente empleados no producen sabores extraños ni otras alteraciones apreciables.

CUCURBITACEAS

Sandía

En sandía se emplea el injerto normalmente como método de lucha contra *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *niveum* Sn et Hn. (FON) (foto 1). Puesto que éste es un parásito estricto, cualquier otra especie distinta a la sandía no se



Foto 1.- Sandía inoculada con F.O.N. a la izquierda, sin injertar. A la derecha, injertada.

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, por lo tanto, como portainjertos.

Los patrones normalmente empleados para sandía pertenecen a algunas de estas especies.

Híbridos de Cucurbita

Son los más frecuentes. Se trata de híbridos de *C. maxima* x *C. moschata*. Se comercializan distintos híbridos del mismo tipo (Shintoza, Tetsukabuto, Brava, RS-841, 148, Kamel, etc). En los ensayos realizados rara vez se han apreciado diferencias importantes de comportamiento entre unos y otros. Son resistentes al FON de la sandía, a *Verticillium*, tolerantes a *Pythium* y Nematodos.

Lagenaria siceraria

La planta más conocida de este tipo es la **Calabaza de peregrino** (foto 2), aunque las variedades más utilizadas (Kyosei, P-950) tienen frutos alargados. Esta es la especie más citada como portainjertos de sandía por la bibliografía japonesa, sin embargo, en los ensayos realizados ha dado casi siempre menos producción que los patrones antes mencionados.

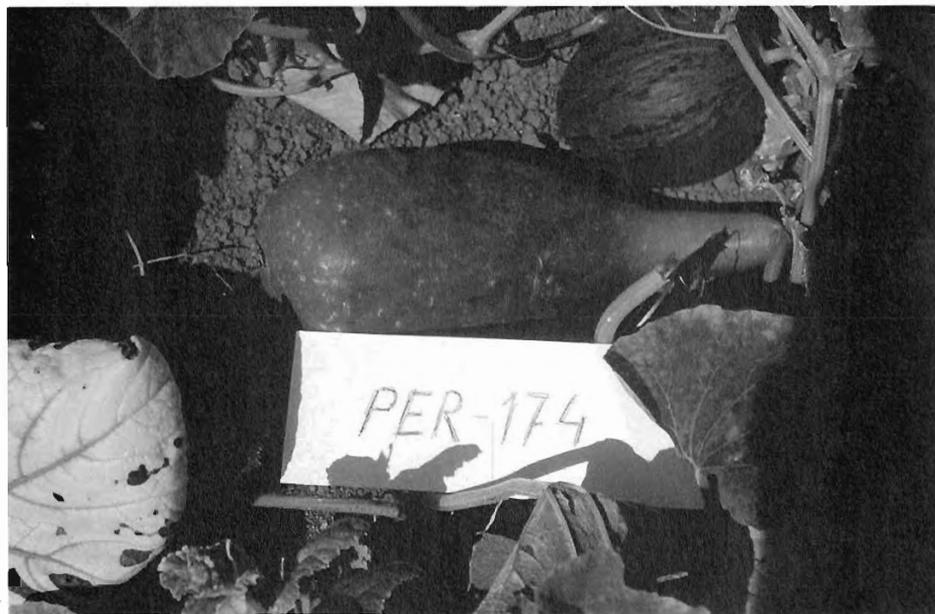


Foto 2.- Fruto de *Lagenaria*.

Citrullus lanatus

Es la sandía. Como patrón puede utilizarse alguna variedad resistente a las razas de FON que estén presentes en el suelo. La línea PI-296341 FR, seleccionada de sandía silvestre, es resistente a las tres razas conocidas y tiene un buen comportamiento frente a la enfermedad. Hay un inconveniente adicional con esta especie: la dificultad de identificar los rebrotes del patrón, que deben ser eliminados, ya que sus hojas son similares a las de la sandía cultivada (foto 3).

Cucurbita moschata

De esta especie sólo una variedad población (**Calabaza de Violín**) se viene utilizando como portainjerto desde hace 10-15 años, aunque en pequeña proporción. Su comportamiento es variable, presentando diferencias de afinidad entre líneas de calabaza y variedades de sandía. Posiblemente se necesita un trabajo para seleccionar las variedades con mayor índice de compatibilidad.

Melón

En melón el injerto se ha utilizado normalmente para prevenir los ataques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Sn et Hn (FOM). Hay numerosas referencias sobre la eficacia de esta práctica utilizando distintos patrones. También se



Foto 3.- Arriba, sandía comercial sin pepitas. Abajo, fruto de *Citrullus lanatus*, utilizado como patrón.

ha utilizado el injerto como método de lucha contra colapso producido por el virus del cribado (MNSV) o Acremonium.

Los patrones más utilizados pertenecen a alguna de las siguientes especies: (foto 4)

Híbridos de Cucurbita. Los mismos anteriormente mencionados para la sandía.

Benincasa cerifera. Se ha empleado en Francia y Holanda desde 1961 para prevenir el FOM con buenos resultados sobre melón de tipo Cantaloup.

Cucumis melo. Variedades, normalmente del tipo Galia o Cantaloup, resistentes a las razas de FOM presentes en el suelo a cultivar. Como en el caso de sandía sobre sandía, el injerto de melón sobre melón puede ocasionar confusiones entre patrón y variedad en el momento del injerto o con los rebrotes del patrón, en el terreno definitivo.

Las resistencias de los distintos patrones para sandía y melón aparecen en el siguiente cuadro:

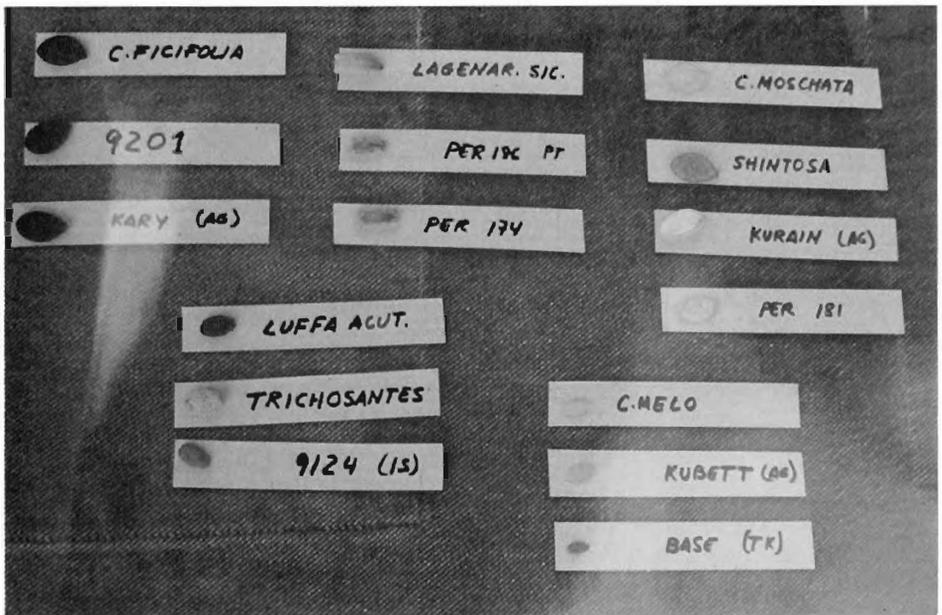


Foto 4.- Semillas de distintas especies ensayadas como portainjerto de melón.

RESISTENCIA DE LOS DISTINTOS PATRONES

	FON	FOM	Phom.	Olp.	V.d.	Py	Nem.
<i>Cucurbita hibrida</i>	+++	+++	++	+++	+++	++	++
<i>Lagenaria siceraria</i>	+++	-	?	?	-	-	-
<i>Citrillus (PI 296341)</i>	+++	+++	-	-	-	-	-
<i>Cucurbita moschata</i>	+++	+++	?	?	?	?	?
<i>Benincasa cerifera</i>	+++	+++	?	?	-	-	-
<i>Cucumis melo*</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

* Variedades de melón resistentes a las razas de FOM presentes en el suelo.

Se han ensayado otros pies como portainjertos de sandía y melón (*Cucurbita ficifolia*, *Luffa* sp, ...) pero con resultados peores que los anteriormente expuestos.

SOLANACEAS

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

AFINIDAD ENTRE GENEROS Y ESPECIES DE SOLANACEAS PORTAINJERTOS

Variedad	Tomate	Pimiento	Berenjena	Nicotiana xanthi	Datura stramo- nium.	Solanum torvum	S. integri folium	S. stramoni florum	S. sessi florum
Tomate	++++	+	++++	+++	+++	++	+++	+++	+
Berenjena	++++	+	++++	++	+++	++++	++++	++	+
Pimiento	+	++++	+	+	+	+	+	+	+
Afinidad:	++++	muy buena							
	+++	buena							
	++	media							
	+	mala							

(BEYRIES, 1974)

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

Tomate y berenjena

Tradicionalmente, la razón para el injerto del tomate ha sido la prevención del "Corky root", producido por *Pyrenochaeta lycopersici*, aunque simultáneamente se obtenía resistencia a *Fusarium*, *Vorticillium* y nematodos si la variedad injertada no la llevaba incorporada. En la actualidad el injerto se sigue utilizando, incluso en cultivo sin suelo, con el fin de prevenir, además, el *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici*.

La berenjena se ha injertado normalmente para prevenir ataques de *Vorticillium*.

El tomate (*Lycopersicum esculentum*) (foto 5) se puede injertar sobre *Datura stramonium*, tabaco (*Nicotiana tabacum*), y *Solanum nigrum*. También se ha injertado tomate sobre patata (*Solanum tuberosum*), produciendo a la vez frutos de tomate y tubérculos de patata. La berenjena se ha injertado con éxito sobre *S. aethiopicum*, *S. sysimbrifolium* y *Cyphomandra betacea*, aunque los mejores resultados se han obtenido con *S. torvum*, especie resistente a *Pseudomonas solanacearum*.



Foto 5.-Tomate injertado sobre patrón híbrido (*L. esculentum* x *L. hirsutum*) en cultivo hidropónico.

El portainjerto más utilizado, al menos en Europa, para tomate, ha sido el híbrido interespecífico KNVF obtenido por el cruce de una variedad de *L. esculentum* VF₁N x *L. hirsutum*, resistente a *Pyrenochaeta lycopersici* y *Didymella*. Los portainjertos actuales llevan, además los genes Ve, I, I₂ y Mi, de resistencia a *Vorticillium*, *Fusarium* razas 0 y 1 y *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*).

En el siguiente cuadro aparecen las resistencias de distintos patrones.

PORTAINJERTOS DE TOMATE

Portainjertos	RESISTENCIAS						
	P	V	F1	F2	N	Fr	Tm
<i>Hybridos interespecificos Lycopersicum hirsutum X Lycopersicum esculentum</i>							
KNVF Nunhems	O+++	O+	O	N	O	N	N
PNVF - S&G y Royal Sluis	O+++	O+	O	N	O	N	N
KNVF ₂ - Peltier	O+++	O+	O	O	O	N	N
TmKNVF ₂ - Enza - De Ruiter	O+++	O+	O	O	O	N	O
Hirès - S&G	O++	O++	O	O	O	N	O
TmKNVF ₂ Fr - De Ruiter	O+++	O+	O	O	O	O	O
He - Man - S&G	Tolerante	O	O	O	O	O	O
Brigeor - INRA	O+++	O	O	O	O	O	O
<i>Tipo tomate: Lycopersicum esculentum</i>							
Mogeor - INRA	O+	O+	O	O	O	O	O
Kyndia - Vilmorin	O+	O+	O+	N	O	N	O
Energy - Vilmorin	O+	O	O	O	O	O	O
PSF 861.61 - Peto	O+	O	O	O	O	O	O
PG1 y PG2 - De Ruiter	N	O	O	O	O	O	O

Leyenda: **P** Corky root **V** Verticillium **F₂** Fusarium raza 2
N Nematodos **Fr** Fusarium radidis **O** resistente
Tm Mosaico del tabaco **F₁** Fusarium raza 1 **N** no resistente

Fuente: INRA Montfavet - M. GINOUX

Quando la variedad injertada es resistente a TMV se recomienda que se injerte sobre un patrón que también lo sea.

Pimiento

Ha sido la prevención de la "seca" o "tristeza" del pimiento, ocasionada por *Phytophthora capsici*, la razón para el injerto de esta especie.

El pimiento sólo es compatible con otros *Capsicum*. Presenta mala afinidad con otras solanáceas e incluso con algunos taxones de su misma especie. El injerto sobre las líneas más resistentes confiere poco vigor a la planta. Se utilizan normalmente líneas intermedias en el proceso de introducción del carácter de resistencia en variedades comerciales. Tal es el caso de *Phyo 636*, (foto 6) resultado del cruzamiento de *Pl 493.1* x *Yolo Wonder*, seguida de retrocruzamientos y autofecundaciones, y obtenido por CHAMBONNET Y POCHARD en 1970.

Además de *Phyo 636*, se han utilizado otros portainjertos como *Phyo 6.110* y *Phyo 6.37*, y la línea *P.51*, obtención Caillard.

En Japón se han utilizado otros portainjertos distintos. Uno de ellos es un cruzamiento entre *Capsicum annuum* var. *Murasabi* x *C. Chinense* n° 3341.

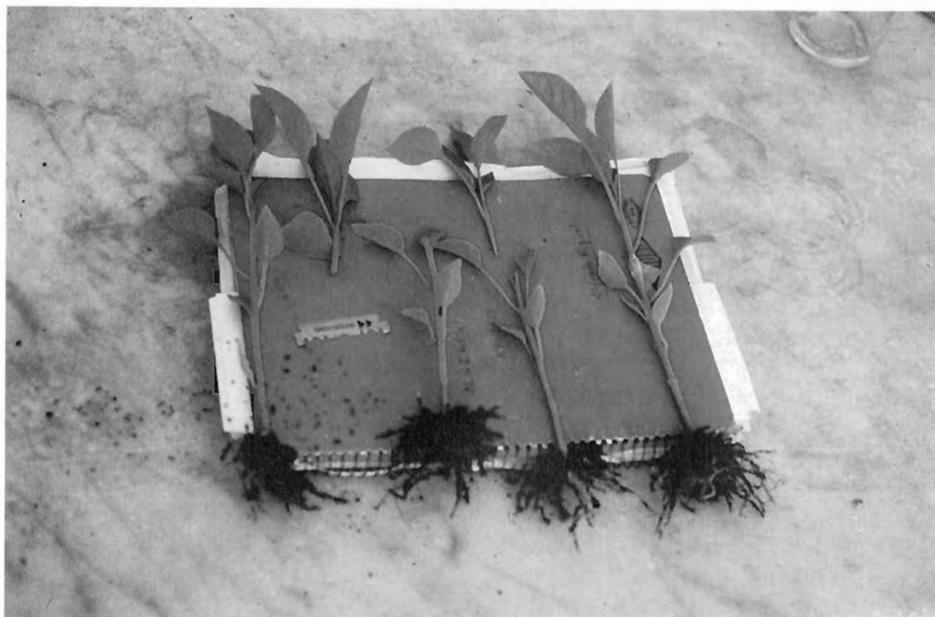


Foto 6.- Injerto de pimiento sobre sobre Phyto 636.

Que sepamos ha dejado de emplearse de manera comercial, el injerto de pimiento en todas partes salvo, quizá, en Japón y Corea.

En nuestros ensayos los patrones Smith nº 5 y P-29 mostraron una buena resistencia a *P. capsici* mientras que *Phyto 636* sólo fue parcialmente resistente.

PROCESO DE UNION DEL INJERTO.

El fenómeno por el cual dos partes distintas se unen para formar una unidad se efectúa en dos fases: una en la que se produce una reacción de compatibilidad y otra en la que se completa la unión (LINDSAY, et al., 1974). La firmeza de la unión aumenta lentamente al principio y sólo lo hace rápidamente en un estado avanzado de la fase de injerto.

La unión se completa cuando se han establecido varias conexiones de xilema y floema a través de la superficie del injerto. Esto se produce normalmente en un período de una a tres semanas, siendo algo más lento el proceso cuando el injerto se realiza entre dos especies distintas que cuando se efectúa entre plantas de la misma especie.

En primer lugar, después de la operación del injerto, se forma una capa necrótica en el plano de unión, formada por los residuos de las membranas de las células destruidas en el corte. Los primeros signos de división celular se pueden observar, a partir del segundo día, en el cambium de los haces vascular-

res próximos a la zona de corte. Entre los días 3 y 7 después del injerto, las células de parénquima se dividen y forman un callo similar al de cicatrización de heridas. Este proceso se da tanto en injertos compatibles como en los que no lo son y es, fundamentalmente, una reacción a las heridas producidas.

En las combinaciones compatibles se produce una reabsorción de la capa necrótica como fase preliminar a la formación de plasmodesmos secundarios entre células de las diferentes especies. La mayor parte de los plasmodesmos se forman en el callo, cerca de los haces vasculares cortados. En la primera semana se forman las primeras conexiones vasculares entre los haces del patrón y la variedad, por división y diferenciación del callo. Los elementos de conexión no siempre van directos entre haces vasculares sino que, con frecuencia, encuentran anastomosis, puentes de unión formados entre haces vasculares de las dos especies.

El cambium sólo interviene en la formación de uniones vasculares al final de la segunda semana, produciendo elementos de unión de xilema y floema entre los haces vasculares de patrón y variedad (TIEDEMANN, 1989).

En la unión de dos plantas de la misma especie las conexiones se forman unos 7 días después del injerto, completándose la unión a los 14 días, mientras que el proceso viene retardado una semana cuando el injerto se produce entre dos especies distintas. El número de conexiones es unas cuatro veces mayor en injertos sobre la misma especie que entre distintas especies (TIEDEMANN, 1989).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNION DEL INJERTO.

Entre los más importantes están los siguientes:

A) Temperatura.- Tiene un marcado efecto sobre la formación de tejido de callo. En el injerto de cucurbitáceas se recomienda mantener la temperatura de 25 a 26 °C durante la fase de unión del injerto. Se obtienen sin embargo buenos resultados cuando las mínimas no bajen de 15 °C ni las máximas suban de 30-32 °C.

B) Humedad.- Los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse, por algún medio, en condiciones de humedad elevada, pues en caso contrario las probabilidades de una buena cicatrización son reducidas.

C) Superficie de contacto.- Si se pone en contacto sólo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando ésta alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada.

D) Contaminación con patógenos.- En ocasiones entran, en las heridas producidas al injertar, bacterias u hongos que causan la pérdida del injerto. El prevenir estas infecciones, agua limpia y manos limpias, es fundamental.

E) Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto.- Es necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no lleguen a marchitarse ni el patrón ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injerto de púa o empalme. A la vez debe mantenerse una buena temperatura para que se produzca la soldadura del injerto y alta humedad relativa.

INCOMPATIBILIDAD

La diferencia entre injerto compatible e incompatible no esta bien definida. Desde especies que tienen una relación estrecha y unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí, incapaces de unirse, hay una gradación intermedia de plantas que forman una soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento.

No hay ninguna regla para predecir el resultado de un injerto pero, en términos generales, cuanta más afinidad botánica haya entre las plantas, más probabilidades de éxito en el injerto. No obstante, es más fácil la unión entre *Cucumis sativus* y *Cucurbita ficifolia* que la de *Cucurbita-Cucurbita*, debido al mayor número de haces vasculares en el pepino y su menor cavidad medular, lo cual, hace más fácil la aproximación entre haces vasculares de las dos plantas (TIEDEMANN, 1989).

La incompatibilidad se manifiesta en:

- Aparición de "miriñaque" (foto 7), un abultamiento de la zona inmediatamente superior al injerto.
- Enrollamiento de las hojas, seguida de la muerte de la planta en cualquier estado vegetativo de la misma (foto 8).
- Muerte prematura de plantas.

Dejar una o varias hojas en el patrón puede reducir los problemas de incompatibilidad, aunque nosotros no hemos visto una mejora sustancial con esta práctica en melón. Se eliminan o reducen fuertemente los problemas de incompatibilidad dejando los dos tallos, del patrón y de la variedad, lo cual sólo es admisible cuando la enfermedad a prevenir no es vascular, caso de *Pyrenochaeta lycopersici* en tomate o *Acremonium sp.* en melón. Aunque no se han visto síntomas de incompatibilidad entre melón y *Cucurbita* dejando los dos tallos, tampoco los resultados agronómicos han mejorado sobre el injerto con una sola raíz.



Foto 7.- Mirífaque en la zona de unión del injerto, en melón.



Foto 8.- Planta con síntomas de incompatibilidad.

INTERACCION PATRON VARIEDAD

La resistencia a enfermedades de suelo, al menos a Fusarium, está ligada al conjunto raíz-hipocotilo, más bien que al tallo y hojas de la planta. En la combinación variedad sensible injertada sobre patrón resistente no hay síntomas de enfermedad a causa de la limitada invasión radicular. Si se infectan raíces adventicias de la variedad, se manifiesta la enfermedad, porque el parásito llega a colonizar la parte baja del tallo.

Aunque el vigor de la planta injertada es un compromiso entre el propio del portainjertos y el de la variedad, la influencia del primero es mayor.

Normalmente el injerto no afecta las características genéticas de la variedad. El tomate conserva su hábito de crecimiento, tanto si está injertado sobre una variedad de porte determinado o indeterminado. Sin embargo HIRATA (1980) comprobó que había transporte de material genético del patrón a la variedad, en tomate, capaz de modificar el color del fruto de la planta injertada y producir segregación en su descendencia.

METODOS DE INJERTO

Con pequeñas diferencias, tanto en cucurbitáceas como en solanáceas hay dos métodos básicos de injerto: uno es el que durante el proceso de soldadura se mantienen los dos sistemas radiculares, del patrón y la variedad (aproximación, dakitsugi) y otro, en el que un brote de la variedad se une a la planta del patrón (púa, empalme). Como es natural, durante el proceso de soldadura deben mantenerse unas condiciones ambientales más estrictas con los métodos en los que la variedad queda sin raíz en el momento del injerto.

CUCURBITACEAS:

Injerto de aproximación (foto 9)

- Sembrar en bandeja el melón o sandía, con sustrato suelto. Mantener en invernadero a 15-30 °C.
- A los 5-7 días, sembrar en bandeja el patrón, si es calabaza. Si el portainjertos es melón, sembrarlo 5 días antes que la variedad.
- Cuando en el patrón aparece la primera hoja verdadera, injertar.
- Arrancar con raíces la planta del patrón y de la variedad.
- Eliminar el brote del patrón, dejando los dos cotiledones (y la primera hoja verdadera, a veces, en melón).
- Hacer una incisión en el patrón comenzando por bajo de los cotiledones, hacia abajo, de 1-1'5 cm. y hasta la mitad del tallo.

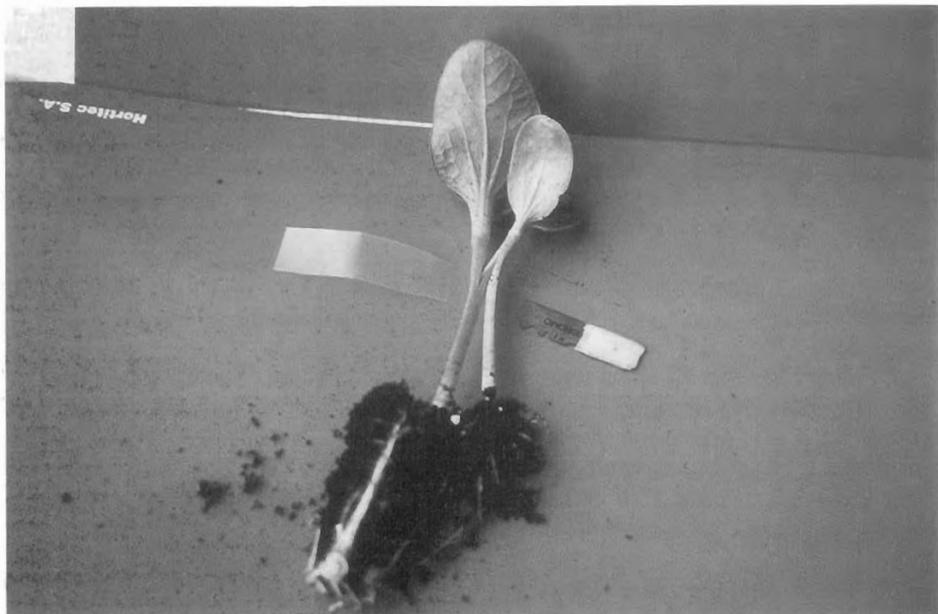


Foto 9.- Injerto de aproximación.

- Eliminar la piel del tallo de la variedad en la zona de soldadura.
- Hacer incisión de abajo a arriba, comenzando 2 cm. por bajo de los cotiledones.
- Ensamblar patrón e injerto y sujetar con pinza o cinta.
- Plantar en una maceta de 6-10 cm. de anchura (foto 10).
- Mantener las plantas en invernadero a 25-26 °C. Durante los dos o tres primeros días, sombrear las plantas.
- A partir de ese tiempo, levantar el sombreado y airear progresivamente.
- A los 10 días del injerto, cortar el tallo de la variedad (hacer una prueba previa con algunas plantas) justo por bajo del injerto. (Pueden dejarse las dos raíces cuando el problema a evitar no es vascular).

Injerto de púa en hendidura.

- Sembrar el portainjertos en bandeja.
- Sembrar la variedad en bandeja.
- Repicar el portainjertos a maceta o bandeja de 6 cm. de anchura, cuando comienza a desplegar los cotiledones.
- Injertar con la primera hoja verdadera bien desarrollada en el patrón.
- Cortar el tallo de la variedad 1'5 cm. por bajo de los cotiledones y hacer un bisel de 0'6-1cm. en su extremo (foto 11).



Foto 10.- Plantas recién injertadas.



Foto 11.- Púa preparada para injertar.



Foto 12.- Injerto de púa.

- Eliminar el brote del portainjertos y hacer una hendidura entre los cotiledones, hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1'5 cm. de longitud.
- Insertar la púa en la hendidura y ligar con pinza o cinta.
- Mantener la planta en ambiente cálido (23-25 °C) y húmedo y sombrear ligeramente.
- A partir del cuarto día retirar el sombreado paulatinamente y a la semana retirarlo completamente y comenzar a ventilar.
- A las dos semanas ya se puede trasplantar (foto 12).

Injerto de perforación lateral.

Preparación de las plantas como en el caso anterior.

- Eliminar el brote de la calabaza.
- Meter un punzón (cuchillo de bambú) por la parte superior de la calabaza y saliendo 1 cm. por bajo del cotiledón, de forma que llegue a sobresalir un poco.
- Cortar la variedad 1-1'5 cm por bajo de los cotiledones y hacer un bisel de 5-6 mm. en su extremo.
- Sujetar un cotiledón del portainjertos con la mano izquierda y la púa con la derecha e introducirla de golpe en la perforación. Debe quedar sujeta de manera que al tocarla con el dedo no se mueva.
- Mantener en ambiente cálido y húmedo como en el caso de púa en hendidura.

Una modificación expuesta por la firma de semillas KANDA SEED, consiste en que:

- Se injerta cuando en el patrón y la variedad apunta la primera hoja verdadera.
- Se corta el patrón a ras de suelo y, una vez injertado, se planta en maceta para que se produzca su enraizamiento simultáneamente a la cicatrización del injerto.

Injerto de empalme.

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

- Cortar el patrón en diagonal, justo por bajo de los cotiledones (foto 13).
- Introducir un tubo de polietileno o pinza que ajuste con el tallo, por el extremo cortado.
- Cortar el melón o sandía por bajo de los cotiledones en un ángulo similar al anterior e introducir la planta en el tubo de manera que ajuste con el corte del patrón (foto 14).
- Mantener el tubo unos 12 días, hasta que se produzca la cicatrización del injerto, conservando las plantas en ambiente adecuado para que se produzca la soldadura.
- Retirar el tubo de plástico (o pinza).

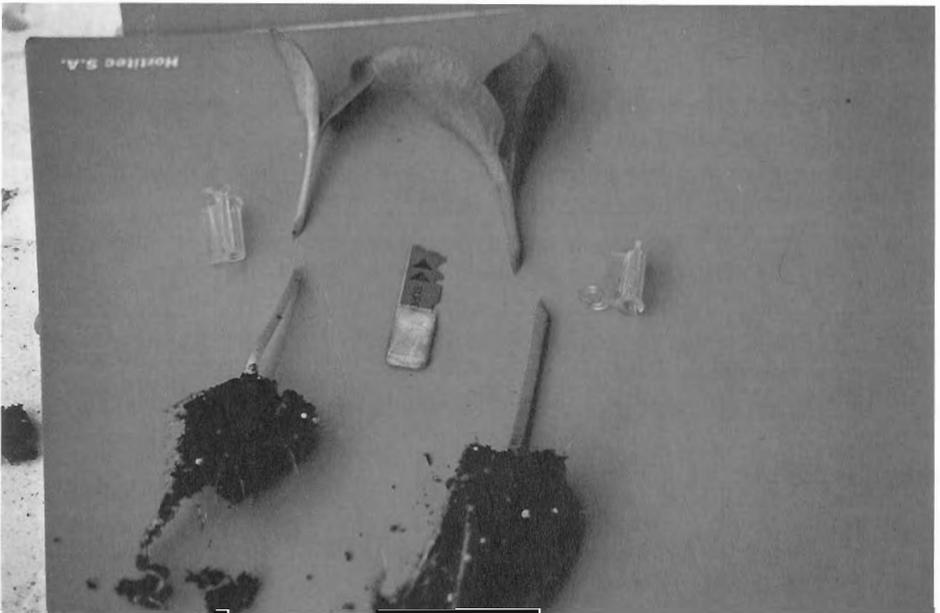


Foto 13.- Corte del patrón y de la variedad.

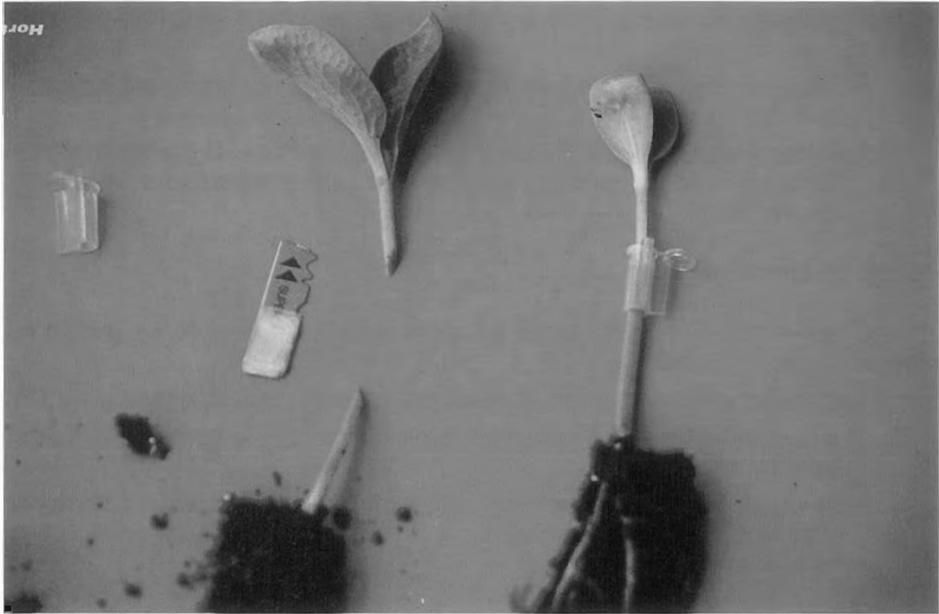


Foto 14.- Empalme ya realizado.

SOLANACEAS:

Dakitsugi

- Siembra del patrón en maceta y de la variedad en bandeja, unos 10-14 días más tarde.
- Decapitar el portainjertos sobre dos hojas verdaderas y hacerle un corte desde el centro del tallo hacia abajo.
- Arrancar la planta de la variedad y hacerle dos cortes, en lados opuestos, del tallo, dejándolo aplanado, a unos 10 cm. del cuello.
- Introducir la parte pelada de la variedad en la incisión del portainjertos y sujetar con pinza. La raíz de la variedad se apoya simplemente en la maceta del portainjerto.
- Cuando está soldado, cortar el pie de la variedad por bajo del injerto.

De púa terminal.

- Siembra del portainjertos en bandeja y repicado a maceta o taco de 7-8 cm. cuando tiene 2-3 hojas.
- Siembra de la variedad 15-20 días después que el patrón, en bandeja. Mantener temperaturas de 14-15 °C por la noche y 20-21°C por el día.



Foto 15.- Planta de KNVF decapitada. A su lado, púa de la variedad.

- Diez días antes del injerto, bajar la temperatura y reducir los riegos.
- Injerto en estado de 6-7 hojas bien desarrolladas.
- Decapitar el portainjerto por encima de la 3ª - 4ª hoja y hacer una incisión en el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1'5 cm. (foto 15).
- Corte del brote terminal de la variedad por bajo de la 2ª - 3ª hoja más joven. Hacer bisel en su extremo inferior.
- Introducir la púa en la hendidura del portainjerto y unión con cinta o pinza (foto 16).
- Colocar las plantas en ambiente cálido (20-25 °C y 14-15 °C por la noche), húmedo (85-90% HR) y sombreado, evitando la insolación directa, pero con luz suficiente.
- A partir del 4º - 5º día, airear progresivamente.
- Después de los 10 días de injerto ya se puede proceder a la plantación.

De perforación lateral.

La preparación del patrón y de la variedad es como en el caso anterior. Se injerta en el mismo estado de las plantas (6-7 hojas bien desarrolladas).

- Decapitar el portainjertos por encima de la 3ª - 4ª hoja.
- Hacer, a 2 cm. por bajo del extremo cortado, con un estilete, una incisión, atravesando el tallo por el centro.



Foto 16.- Injerto de púa terminal.

- Corte del brote terminal de la variedad por bajo de la 2^a-3^a hoja más joven. Hacer bisel en su extremo inferior.
- Introducir la púa en la hendidura del tallo del portainjertos, de manera que sobresalga el extremo por el lado opuesto (no necesita ligadura).
- Mantener en condiciones adecuadas, como en el resto de los casos.

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS CON INJERTO.

SANDIA.

En los experimentos realizados desde 1979 se ha observado incompatibilidad en algunos casos entre la sandía y *Cucurbita ficifolia*, *C. maxima* y *Benincasa cerifera*. Otras plantas, con el mismo patrón, han continuado vegetando sin problemas. No se han visto casos de incompatibilidad con los híbridos de *Cucurbita* (*C. maxima* x *C. moschata*,) utilizados como portainjertos, ni con *Lageneria siceraria* ni con *Citrullus* sp. En los experimentos de 1981 a 1986, con la variedad Sugar Baby no se han visto informes de incompatibilidad con *C. moschata* (calabaza de violín). En 1994, sin embargo, el comportamiento de esta patrón ha presentado algunas deficiencias con esa variedad, igual que sucedió en 1992 con la variedad Reina, sin semillas. Este comportamiento irregular lo atribuimos a la distinta procedencia del material vegetal de *C. moschata* ya que la calabaza de violín es una variedad población (foto 17).



Foto 17.- Ensayo de patrones para sandía sin pepitas.



Foto 18.- Sandías injertadas sobre híbrido de *Cucurbita*.

En suelo contaminado, las producciones de la sandía injertada son siempre muy superiores a la de las plantas sin injertar. Los híbridos de *Cucurbita* (foto 18) dan siempre producciones altas y normalmente no se observan diferencias significativas entre ellos. Las plantas injertadas sobre *Lagenaria* son menos vigorosas y tienen menos capacidad de supervivencia que las anteriores. Las producciones que normalmente se obtienen con estos portainjertos son también menores que con los de híbridos de *Cucurbita*.

C. moschata var. Violín, ha sido un excelente patrón para la variedad Sugar Baby, con producciones similares o ligeramente inferiores a las obtenidas

TABLA 1
PRODUCCION TOTAL
Variedad Sugar Baby

SANDIA

Año	Suelo contaminado			Suelo desinfectado
	Portainjerto	kg/m ²	Testigo	
1979	B. cerifera	3,85 b	1,96 b	7,50a
	C. ficifolia	2,92 b		
	C. hibrida	6,02a		
1980	B. cerifera	2,54 b	0,25 c	7,33a
	C. ficifolia	4,02 b		
1981	B. cerifera	2,51 c	0,04 d	5,06 b
	C. ficifolia	3,21 c		
	C. moschata	7,01a		
1982	C. moschata	6,90a	0,69 c	8,91a
	L. siceraria	4,12 b		
1983	C. moschata	7,10a	0,26 c	4,33 b
1984	C. moschata	7,78a	1,05 b	7,63a
	C. hibrida:			
	Jus Tetsukabuto	8,03a 7,31a		
1985	C. moschata	7,99a	0,00 c	6,86 b
1986	C. moschata	5,96 b	1,75 c	5,67 b
	C. hibrida:			
	Just Tetsukabuto	10,33a 9,13ab		
1994	C. moschata	3,18 b	3,35 b	
	C. hibrida:			
	Shintoza	6,24a		
	L. siceraria: Kyosei	6,85a		

sobre híbridos de *Cucurbita*, pero su comportamiento con esa variedad en 1994 y con la Queen (triploide) ha sido más bien deficiente.

La producción de las plantas injertadas sobre *Citrullus lanatus*, no ha difirido de la de las plantas injertadas sobre *Lagenaria*.

En la tabla 1 pueden verse las producciones obtenidas con la variedad Sugar Baby injertada sobre distintos patrones y sin injertar. En la tabla 2 están las producciones de la sandía sin semillas Reina injertada sobre distintos patrones (gráfico 1).

T A B L A 2
PRODUCCION TOTAL
Variedad Reina (sin semillas)

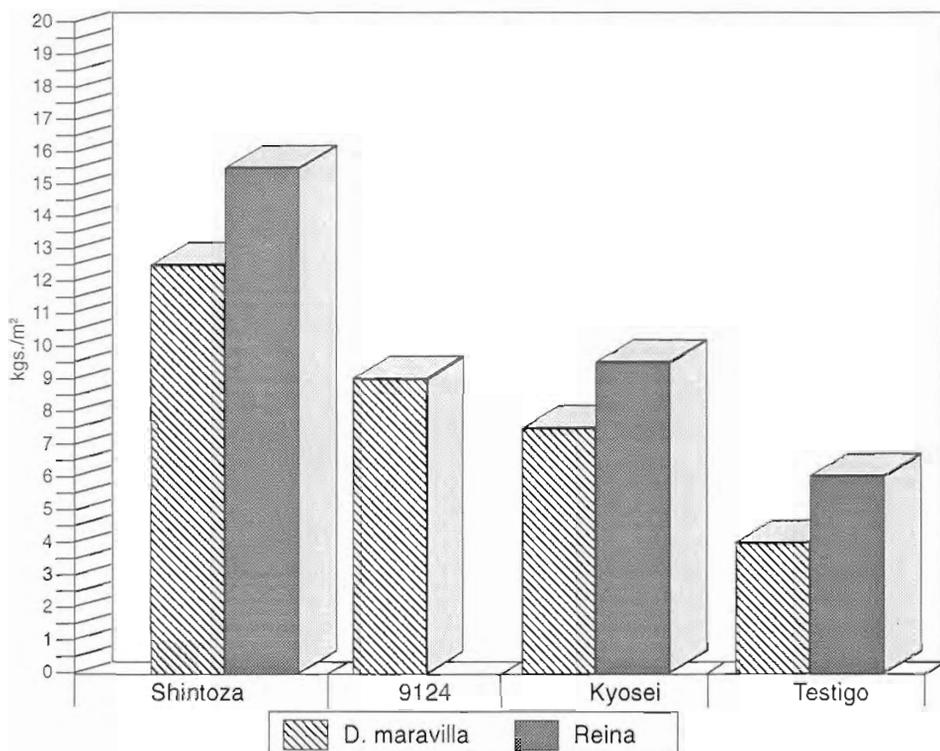
SANDIA

PATRON	1992		1993		1994	
	Reina	Reina+D. Marav.	Reina	Reina+D. Marav.	Reina	D.Marav.
C. híbrida:						
Shintoza			6,16a	8,09a	12,62a	15,20a
Kamel	7,37	9,92	4,37b	6,52ab		
841	7,55	10,07	4,68b	6,01b		
Brava	7,79	10,48	4,67b	6,03b		
C. moschata:			3'06c	3'76c		
Citr. 9124:			0'86d	1'03d		9,11b
Lagenaria:						
Kyosei	6,39	9,18	2,83c	3,47c	7,45b	9,31b
Testigo	1,06	1,74	0,84d	1,24d	4,14b	6,32c

El tamaño de fruto con la planta injertada es normalmente mayor que el de la planta sin injertar (tablas 3 y 4 y gráficos 2 y 3).

Algunos defectos del fruto (corteza más gruesa, haces vasculares más marcados), van asociados al mayor vigor de las plantas injertadas y normalmente se corrigen con un menor abonado nitrogenado y dejando el fruto unos días más en la planta. El ahuecado del fruto, que eventualmente se presenta, no se ha podido correlacionar con ningún tipo de patrón ni práctica específica, aunque parece que suele aparecer con mayor intensidad en primaveras lluviosas y planta injertada. El contenido en sólidos solubles (gráfico 4) es algo inferior en plantas injertadas (tabla 5) aunque las diferencias observadas con el testigo no han sido significativas. En cualquier caso, los frutos de plantas injertadas son perfectamente comerciales. Las deficiencias, si se producen, se deben principalmente a recolección anticipada o exceso de riego y abonado.

Gráfico 1. PATRONES EN SANDIA SIN SEMILLAS
Producción comercial



MELON.

Los melones de tipo Galia y Cantaloup, en los experimentos realizados, han presentado muy buena afinidad y producción (foto 19) (gráficos 5 y 6), injertados sobre híbridos de *Cucurbita* (tabla 6). El problema que plantean es el aumento de tamaño (tabla 7), y posiblemente una ligera disminución en el contenido en sólidos solubles (gráfico 7). Estos tipos, de melón, injertados sobre *Cucumis melo* (foto 20), variedades resistentes a varias razas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, a pesar de su buena afinidad, tienen una supervivencia en campo y producción similares a las de las mismas variedades sin injertar. El tamaño y calidad del fruto ha sido comparable al de las plantas sin injertar.

Los tipos de melón español, Rochet y Piel de Sapo, injertados sobre híbridos de *Cucurbita* mejoran a veces su producción, tamaño de fruto y supervivencia en campo. Hay, no obstante, un cierto grado de incompatibilidad, que se manifiesta en la muerte prematura de algunas plantas, en número más o menos elevado y hacen que el comportamiento productivo sea variable (foto 21). En los



Foto 19.- A la izquierda Piel de Sapo y a la derecha Galia, ambos injertados sobre híbrido de *Cucurbita*.



Foto 20.- Cantaloup, a la izquierda injertado sobre híbrido de *Cucurbita* y a la derecha sobre *Cucumis melo*.



Foto 21.- A la izquierda, melón injertado y a la derecha, sin injertar.

ensayos realizados se han obtenido rendimientos de 1 a 4'3 Kg/m², en la mayoría de los casos, con diferencias a favor de la planta injertada. El tamaño de fruto es normalmente mayor en las plantas injertadas y su calidad, completamente satisfactoria. El mismo tipo de melón injertado sobre *Cucumis melo* presenta muy buena afinidad pero su supervivencia es, como en el caso de los Galia o Cantaloup, deficiente (tablas 8 y 9).

Hay híbridos de tipo español que tienen buena afinidad con los híbridos de *Cucurbita* y otros más similares a las de las variedades Rochet y Piel de Sapo.

Tanto los tipos Galia y Cantaloup como los españoles, injertados sobre *Benincasa cerifera* son bastante menos vigorosos y en ningún caso, cultivados al aire libre, han dado producciones comparables a las obtenidas con patrones híbridos de *Cucurbita* o *Cucumis melo*.

T A B L A 3
PESO MEDIO DEL FRUTO (kg/fruto)
Variedad Sugar Baby

SANDIA

Año	Suelo contaminado		Suelo desinfectado	
	Portainjerto	(kg/fruto)		Testigo (kg/fruto)
1979	B. cerifera	3,50 b	2,407 d	2,975 c
	C. ficifolia	3,73 b		
	C. hibrida	4,23a		
1980	B. cerifera	3,366a	1,825 c	2,827 b
	C. ficifolia	3,387a		
1981	B. cerifera	2,753 b	1,325 d	2,108 c
	C. ficifolia	3,170ab		
	C. moschata	3,336a		
1982	C. moschata	4,340a	1,754 d	3,143 c
	L. siceraria	3,533 b		
1983	C. moschata	4,290a	1,860 c	2,960 b
1984	C. moschata	3,380a	2,068 d	2,413 c
	C. hibrida:			
	Just Tetsukabuto	3,003 b 3,186 b		
1985	C. moschata	5,610a		4,017 b
1986	C. moschata	4,833a	3,533 cd	3,318 d
	C. hibrida:			
	Just Tetsukabuto	4,528ab 4,033 bc		
1994	C. moschata	5,710a	4,44 b	
	C. hibrida:			
	Shintoza	5,98 a		
	L. siceraria:			
	Kyosei	6,84 a		

T A B L A 4
PESO MEDIO DEL FRUTO
Variedad Reina (sin semillas)

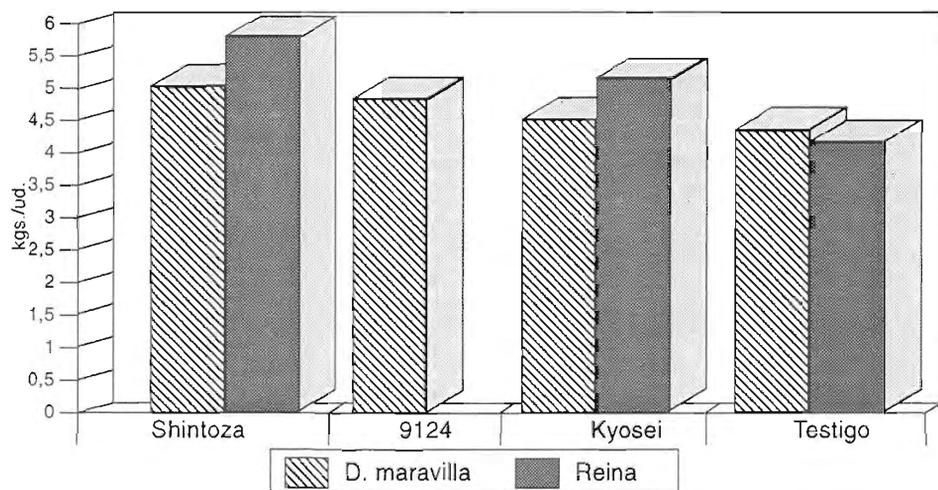
SANDIA

Patrón	1992	1993	1994
C. híbrida:			
Shintoza		5,847a	5,883a
Kamel	4,534	5,785a	
841	4,346	4,927 b	
Brava	4,375	5,404ab	
C. moschata:		5,056 b	
Citr. 9124:		3,550 d	
Lageneria:			
Kyosei	4,331	5,028 c	5,269 b
Testigo	2,901	2,678 d	4,053 c

CALIBRE FRUTO
Variedad Reina (1994)
Porcentaje en peso

Patrón	< 2 kg.	2-3 kg.	3-5 kg.	5-7 kg.	> 7 kg.
Shintoza	–	2,2	23,8	37,2	36,7
Kyosei	–	1,5	29,5	37,1	31,9
Testigo	1,6	12,2	55,9	26,3	3,9

Gráfico 2. PATRONES EN SANDIA SIN SEMILLAS
Peso medio del fruto



T A B L A 5
CONTENIDO EN AZUCAR
º BRIX

SANDIA

Patrón	D. Maravilla	Reina	Media
Testigo	11,12	11,58	11,35
Citrullus	10,83	—	10,83
Lagenaria	10,25	10,92	10,58
Cucurbita hibrida	10,62	10,12	10,33
Media	10,67	10,87	

T A B L A 6
COMBINACION PATRON-VARIEDAD
PRODUCCION TOTAL

MELON

Patrón	P. SAPO			GALIA		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
C. hibrida:						
Shintoza	1,21a	1,21a	1,18	3,30b	5,16a	3,87
C. melo:						
Accent		1,79a			2,90b	
Jador						3,45
Testigo	0,03b	0,22b	1,64	1,85c	2,67b	3,94

T A B L A 7
COMBINACION PATRON-VARIEDAD
PESO MEDIO

MELON

Patrón	P. SAPO			GALIA		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
C. hibrida:						
Shintoza	1,721a	2,019a	1,789	1,582a	1,691a	1,565
C. melo:						
Accent		2,016a			1,372b	
Jador						1,303
Testigo	1,000 b	1,200c	1,608	1,046a	1,276b	1,447

Gráfico 3. PATRONES EN SANDIA SIN SEMILLAS
Calibre del fruto Var. Reina

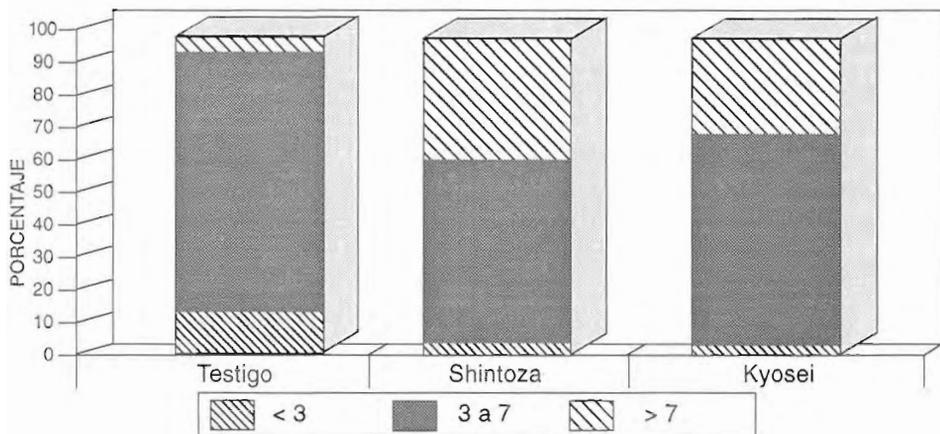
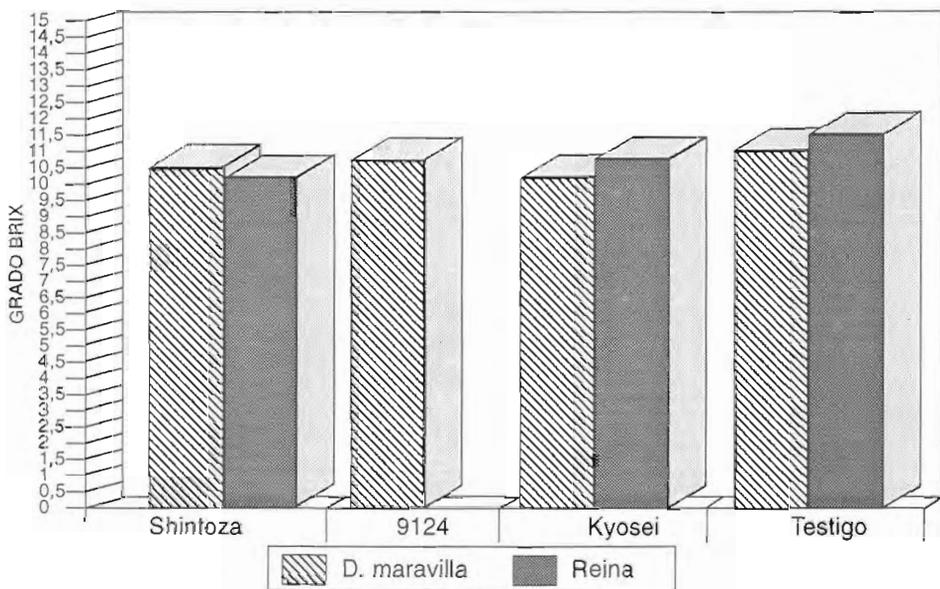


Gráfico 4. PATRONES EN SANDIA SIN SEMILLAS
Contenido en azúcar



T A B L A 8
PRODUCCION TOTAL

MELON

Patrón	1980	1982	1984	1990	1991	1992	1993	1994
B. cerifera	0,63b			2,52cd			0,14b	
C. ficifolia	0,24b							
C. moschata		1,85a	0,97		0,87b			
C. hibrida:								
Tetsukabuto		4,29	2,41		3,13a			
Brava				3,46a	3,11a	1,07a		
841				3,21ab	3,17a	0,93a		
Shintoza					2,94a	1,21a	1,21a	1,18
C. melo:								
UC. Honey.			0,80					
Accent							1,79	
Jador								
Testigo:								
Rochet	3,02a	1,34b	2,00					
Piel Sapo				1,94d	1,54b	0,03b	0,22b	1,64

T A B L A 9
PESO MEDIO

MELON

Patrón	1980	1982	1984	1990	1991	1992	1993	1994
B. cerifera	1,013a			1,713a			1,525b	
C. ficifolia	0,936a							
C. moschata		1,712a	1,096		1,552			
C. hibrida:								
Tetsukabuto		1,734	1,187		1,563			
Brava				1,919a	1,502	2,145a		
841				1,872a	1,553	2,187a		
Shintoza					1,670	1,721a	2,019a	1,789
C. melo:								
VC. Honey.			0,787					
Accent							2,016a	
Jador								
Testigo:								
Rochet	0,774a	1,178b	1,363					
Piel Sapo				1,684a	1,399	1,000	1,200c	1,608

Gráfico 5. COMBINACION PATRON - VARIEDAD
Producción Total

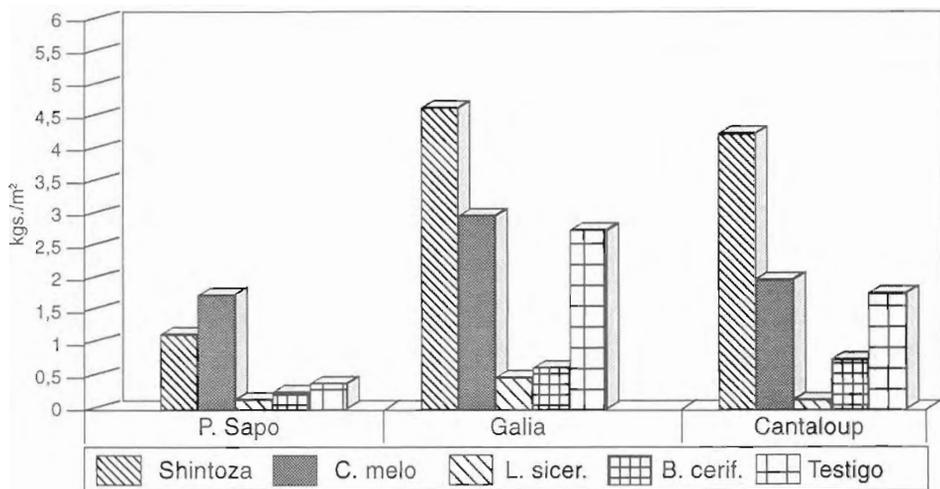


Gráfico 6. COMBINACION PATRON - VARIEDAD
Peso Medio

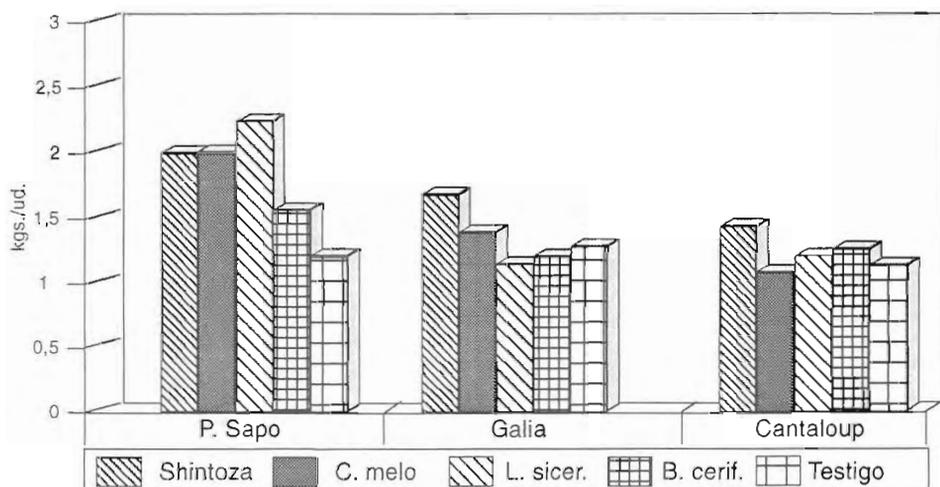
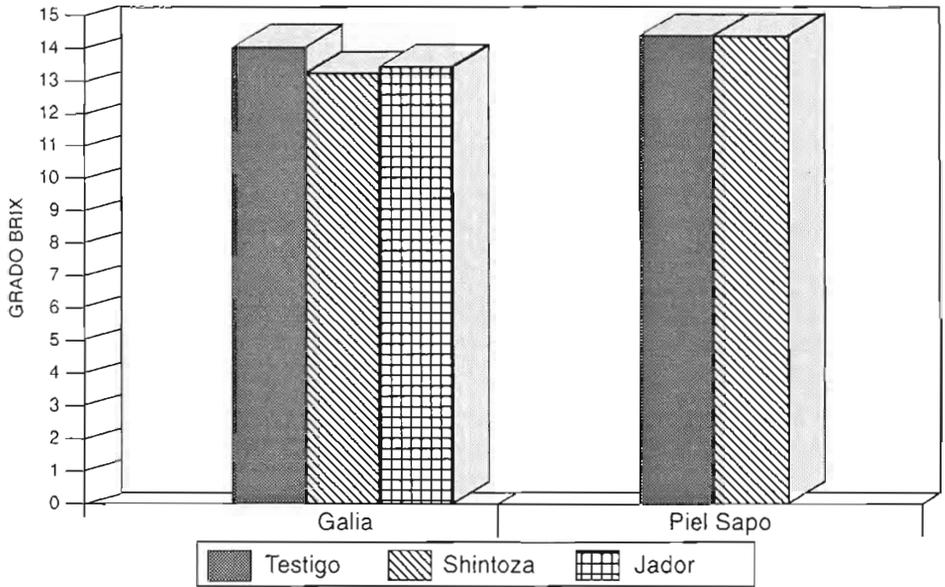


Gráfico 7. PATRONES DE MELON
Contenido en azúcar



PARAMETROS DE CALIDAD EN PLANTULAS HORTICOLAS

Autor: PEDRO HOYOS ECHEVARRIA
Profesor de Horticultura del Departamento
de Producción Vegetal de la U.P. de Madrid.
E.U.I.T.A.

INTRODUCCION

La agricultura a lo largo de la historia ha tenido como objetivo prioritario producir la mayor cantidad posible de alimentos para satisfacer las necesidades de la población. Solamente en la segunda mitad de este siglo aparece el concepto calidad, se empieza a tener en cuenta como complementario de la obtención de una determinada producción, que ésta tenga una cierta calidad. En los países más desarrollados, donde la alimentación de la población está totalmente solucionada, tiene hoy más importancia la calidad que la producción, a la hora de fijar el objetivo de un determinado cultivo. También cobra cada vez más importancia el aspecto cualitativo relacionado con su composición y por tanto con la influencia que el consumo de un producto tiene sobre la salud.

Uno de los problemas con que se enfrenta este concepto, calidad, es la dificultad de su apreciación, en muchos casos es un concepto totalmente subjetivo, muy ligado a la persona que lo consume y a sus gustos. Aunque cada vez son más los trabajos que tienen como fin la definición objetiva de la calidad, con independencia del consumidor, estamos muy lejos todavía de afirmar que la situación es óptima en este sentido.

Aunque la situación descrita para la agricultura es cierta, no se debe generalizar, no ocurre lo mismo en todos los sectores. Hay sectores en que es más fácil objetivar ese concepto (cereales), otros donde es menos necesario, y finalmente el sector hortícola donde es, hoy en día, imprescindible. Incluso dentro de este sector hay también grandes diferencias, pero en general es el más necesitado de que la idea de calidad se imponga, y que pueda ser evaluada de la forma más objetiva posible.

La producción de plantas hortícolas, evidentemente, tiene como objetivo la obtención de plantas que tras el trasplante, permitan que el agricultor consiga una importante producción de alta calidad, y en una determinada fecha.

Con seguridad, en el párrafo anterior hemos definido lo que consideramos es una planta de calidad. Vemos como el mismo concepto, según el fin de la producción que se realice, tiene matices muy diferentes, pero debe ser un objetivo en todos los casos: obtener producción con calidad. También encontramos diferencias muy importantes y lógicas en los parámetros que permiten evaluar la calidad y en los métodos de medida.

CONCEPTO DE CALIDAD. INTERES DE SU USO.

Introducir el concepto de calidad (medida de una forma objetiva) en el sector de producción de plantas conferirá a éste una mayor transparencia, permitirá conocer mejor qué empresas producen mejor planta desde el punto de vista del mejor servicio al agricultor, y éste podrá elegir la planta que más le conviene por el precio que esté dispuesto a pagar. Elegir la planta a plantar es una decisión muy importante, el agricultor está condicionando muchos aspectos del cultivo y del resultado de su trabajo y por ello sabiendo muy bien qué producto quiere, debe conocer muy bien qué producto le ofrecen (Welles, 1989).

También los poderes públicos están preocupados por garantizar la calidad de la planta hortícola, aunque hasta ahora se ha dado primacía casi absoluta a uno de los aspectos de esta calidad, el sanitario. Ciertamente, en el artículo 4 de la Orden de 28 de Octubre de 1994 que es la que aprueba el Reglamento Técnico de Control de la Producción y Comercialización de Plantones de Hortalizas y Material de Multiplicación de Hortalizas distinto de las Semillas, se hace referencia en el Punto 4, a que “el vigor y tamaño del material serán satisfactorios en relación con su valor de utilización como material de multiplicación o de plantación. Además cuando corresponda, deberá existir un equilibrio adecuado entre raíces, tallos y hojas”; es una referencia muy vaga a aspectos diferentes de los sanitarios, que son los que ocupan todo el reglamento y los anexos. Esta referencia tan genérica sirve de poco realmente, aunque dé alguna clave de por dónde debe ir una planta de calidad, esto es, muy ligada a su “utilización”, y probablemente “el equilibrio entre sus partes, bien diferenciadas: raíz, tallo y hojas”, es también otro elementos de apoyo para conocer sobre qué materias hay que trabajar.

Si hay que definir la calidad de una planta por su utilidad, por la respuesta que le dará al agricultor, es claro que habrá que decidir qué atributos de la planta son los más favorables para conseguir una mayor producción de la mejor calidad posible y en el momento más adecuado para obtener los mejores precios y por tanto un mayor beneficio si se mantuviesen los costes. La definición la hacemos, lógicamente, asignando valores a los órganos que la constituyen: raíz tallo y hojas; habría finalmente que relacionar los parámetros medibles en la planta obtenida en el semillero, con su respuesta en el campo, en cultivo.

Hay aspectos de la calidad que escapan a lo meramente parametrizable sobre la planta, pero que deben tenerse en cuenta: sanidad, al que ya hemos hecho referencia y que es objeto de otros trabajos de las Jornadas, homogeneidad de la partida: diferencias de tamaño y edad entre las plantas pueden abocar a diferencias en el momento de producir tanto en precocidad, cantidad y calidad (Welles, 1991; Hoyos, 1990). Este último aspecto también es recogido aunque no de forma totalmente explícita en el Reglamento ya citado.

Hay parámetros más fáciles de medir que otros y que por tanto pueden ser más baratos de realizar y tener una mayor aplicación, pero lógicamente habrá que evaluar su validez, que podría estar ligada a su capacidad de respuesta en campo. También habrá que estudiar, en los parámetros, el tiempo necesario

para medirlos, si son medidas inmediatas, o si, como ocurre con muchas determinaciones encaminadas a conocer el estado fitosanitario, se requiere tiempo y por tanto, al seguir creciendo la planta y tener que transferirse al campo, cuando se tiene el resultado puede ser tarde.

También el tamaño de la muestra sobre la que hay que trabajar es importante, sobre todo si el parámetro que pretendemos medir implica la destrucción de la planta. En todo caso, si para tener mayor fiabilidad en la evaluación, se precisa contar con una muestra de gran tamaño, esto implicará mucho tiempo en la medida, y en algunos casos un gasto importante en semilla, sustrato y otros medios de cultivo, con lo que se haría preciso estudiar bien este aspecto.

En cualquier método, por sencillo que sea, se debe trabajar con la mayor precisión posible al tratarse de plantas de pequeño tamaño, o donde una apreciación grosera, sin mucho rigor puede llevar a no detectar diferencias o a adjudicar valores a determinada planta que no se correspondan con la realidad.

Una característica que hay que pedir también, a los métodos de evaluación cualitativa de una planta es su aplicación práctica, las posibilidades de puesta en práctica por un semillero, pues pueden existir parámetros que den una buena correlación con la respuesta en campo, pero que sean complicados, caros o consuman mucho tiempo en su medición o requieran material muy sofisticado o personal muy cualificado y por tanto sea difícil su adopción por las empresas. A este respecto, habría que señalar que estos métodos, sí podrían ser de interés y se deben emplear en trabajos de investigación o en aquellos que tienen como fin, evaluar la influencia que tienen los factores de cultivo, en semillero sobre la calidad final de la planta. Hay muchas veces pequeñas diferencias que únicamente pueden ser apreciadas con métodos sofisticados, pero que pueden influir en la respuesta de la planta. Lo importante es que estos parámetros puedan ser correlacionados con otros de más fácil medida, y así, una vez comprobada la bondad de determinado cambio en determinadas técnicas, y ser este cambio adoptado para la producción de plantas, evaluarla o ratificarla, ponerla de manifiesto con un parámetro fácil, sencillo de medir.

En el párrafo anterior hemos hablado de la influencia de las técnicas de cultivo sobre la planta obtenida, sobre su calidad, luego aquí encontramos también una razón más de la existencia de parámetros universalmente conocidos, que permitan evaluar técnicas de cultivo, comparar ensayos, etc. Si previamente se conoce la relación entre determinado atributo de la planta al trasplantar y su respuesta en campo, no es preciso realizar todo el cultivo para conocer cómo influye tal o cual modificación de una técnica ya empleada o la incorporación de una nueva y por tanto se podrán realizar más ensayos, al requerir menos tiempo y ser más baratos y se podrán probar mayor número de niveles de los factores en estudio, o técnicas que se piense podrían influir en la producción de planta de una forma positiva.

Como se va apreciando, avanzar en el camino del conocimiento de la calidad de planta hortícola tiene muchos aspectos favorables, es un área de

trabajo hasta ahora poco apreciada. Dadas las indudables ventajas que pueden presentar, se debía incentivar el trabajo en ella, divulgar resultados y sobre todo su empleo, para que ofrezca al agricultor las indudables ventajas que encierra, como dice Welles (1989), y que ya hemos citado “que el agricultor sabiendo muy bien qué producto quiere debe conocer perfectamente qué producto le ofrecen”.

CALIDAD DE PLANTA Y TRASPLANTE

No se debe olvidar que pueden existir otros matices relacionados con la calidad y que pueden venir relacionados con el uso que hagamos de la planta. Según la zona y el tipo de cultivo, el sistema de trasplante será diferente. Hoy día, una gran parte de la producción de planta va a ser empleada en campos de producción de hortalizas al aire libre, en muchos casos incluso serán hortalizas cuyo destino sea la industria. Estos cultivos se realizan, cada vez en mayor proporción, en grandes superficies y con sistemas muy mecanizados que buscan un abaratamiento de los costes. Una de las tareas en que más ha avanzado la mecanización, es el trasplante, tarea en la que tienen que encontrarse tres mundos: planta, máquina y suelo, la conjunción debe ser perfecta si queremos conseguir una labor de alta calidad, cual sería un campo en que todas las plantas están colocadas con el marco y la profundidad predefinida. Además de que el suelo esté correctamente preparado y la máquina esté bien elegida y perfectamente adaptable a este uso, cualidades que pueden ser diferentes según el sistema de plantación que tenga la máquina, (hay presentes hoy en el mercado, innumerables variaciones tanto en los sistemas de extracción y sujeción de plantas como de transferencia de ésta al suelo), la homogeneidad de planta es también un requisito fundamental para un buen trabajo de una transplantadora, así como el sustrato que constituye el cepellón, que conferirá a éste, si ha sido correctamente aprisionado, la rigidez necesaria para que no se desmorone en su trayecto desde la bandeja hasta el suelo.

En el caso de que el trasplante se realice de forma manual, también hay características de la planta que facilitan este trabajo y que por tanto había que tener en cuenta.

Con relación al trasplante, no debemos olvidar, que uno de los campos que más desarrollo está teniendo en los 2-3 últimos años en el sector de producción de plantas, es el del trasplante automatizado aplicando aquí sistemas que en origen han sido pensados para el sector de planta ornamental, donde se requieren diferentes repicados o enmacetados, labor muy cara si se realiza de forma manual. En nuestro sector son cada vez mayores las expectativas creadas por este tipo de máquinas, pues permitirían cambios radicales en la concepción del trabajo en un semillero, ya que al mecanizarse el repicado e independizarlo de la mano de obra, sería más factible sembrar sobre bandejas de alvéolo pequeño y repicar aquellas que hayan germinado correctamente y presentaran un tamaño y forma de acuerdo a lo que se precise para los estadios posteriores de desarrollo. Trabajando de esta manera: 1º se puede ahorrar gran cantidad de sustrato, sobre todo en las especies de difícil germinación (por ejemplo: apio); 2º

se consigue un mejor aprovechamiento del espacio disponible en el semillero, pues se ocupa (en las primeras fases mientras la plantita se desarrolla en un alvéolo pequeño de 2-3 cm³) mucho menos espacio por planta y por tanto se puede para el mismo espacio obtener más plantas, o para el mismo número de plantas ahorrar espacio, no requerirá el mismo que si se hiciera todo el ciclo de cultivo en el mismo alvéolo. Este cambio en el plan de trabajo de un semillero debe tenerse en cuenta en el futuro y más si ese futuro pasa por semilleros que trabajen también para el sector de planta ornamental donde hay especies de baja y difícil germinación. Esta nueva vía de trabajo es tratada también en el seminario de forma más amplia y profunda.

Las máquinas que realizan estos trabajos tienen como elemento principal, sistemas de análisis de imagen, que permiten, una vez tomada una imagen de la planta aceptarla o rechazarla, según su coincidencia y divergencia con una imagen-patrón ya preestablecida. Estos sistemas de análisis de imagen están llamados a desempeñar un papel importante cuando queramos estudiar aspectos de calidad de planta ligados a características morfológicas de la planta, incluso pueden permitir la inclusión, en sistemas de comunicación por ordenador, de imágenes tomadas sobre las plantas producidas, que el receptor de la imagen puede analizar antes de tomar su decisión.

CALIDAD DE PLANTA. RELACION ENTRE PLANTA A TRASPLANTAR Y RESPUESTA EN CULTIVO

A partir de ahora pasaremos revista a los diferentes parámetros que se han empleado para evaluar las plantas y que han sido relacionados con el comportamiento tras el trasplante, superando el estrés post-trasplante y más tarde dando producciones de calidad en el tiempo adecuado. No es una revisión exhaustiva, sino simplemente una constatación del empleo de muchos parámetros, de su utilidad y la propuesta de su empleo, en el futuro, en los semilleros.

Para hablar de los diferentes parámetros medidos en toda la planta o en partes de ella, hemos elegido hacerlo parámetro a parámetro, buscando matices según el estadio o parte de planta. Se utilizan ejemplos extraídos de trabajos que en la mayoría de los casos buscar mejorar en las técnicas. El objetivo nuestro no es revisar como se encuentra la técnica de la producción de planta, sino enunciar por dónde debe ir la evaluación de la calidad en planta hortícola, por ello seremos muy breves al tratar los aspectos técnicos y nos centraremos en los metodológicos. También se citaría la relación (cuando se haya estudiado) entre el parámetro medido y la respuesta posterior en campo, pero hacemos la misma salvedad, no en un estudio definitivo en este sentido.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA Y ESTRES POST-TRASPLANTE

La primera pregunta que debe hacerse el agricultor, es: ¿superará la planta la crisis debida al trasplante?. Son muchas las acciones que se pueden

hacer para conseguir que una planta supere bien el trasplante y arraigue, se desarrolle en su nuevo medio. También el medio en que plantamos tiene importancia en la superación del estrés tras el trasplante, no es lo mismo plantar en un invernadero con todos los parámetros climáticos controlados y de niveles parecidos a los que la planta ha tenido en los invernaderos del semillero, que en el otro extremo, plantar en seco, donde muy probablemente, el único aporte de agua que se realice será para ayudar en ese momento a que la planta enraíce. Tenidas en cuenta estas precisiones, actuaremos sobre la densidad de plantas, la ventilación, el abonado y riego, o emplearemos reguladores de crecimiento, etc. La manera de evaluar si una planta va a resistir mejor o peor el estrés está relacionada con el contenido en materia seca (M.S.). Parece ser este el mejor parámetro para evaluar la sensibilidad de la planta y suele ocurrir que cuanto mayor es el contenido en M.S. más resistente es la planta al estrés.

Tesi (1991) afirma que el contenido en M.S. (%) influye de forma muy importante en el prendimiento del tomate a bajas temperaturas (figura 1); quedando muy claro que un aumento del 1% en M.S., puede suponer (en esas condiciones) un incremento del 30% en el porcentaje de plantas arraigadas. Un alto nivel de M.S. también puede conferir a la planta un mejor comportamiento si se hace trasplante mecanizado.

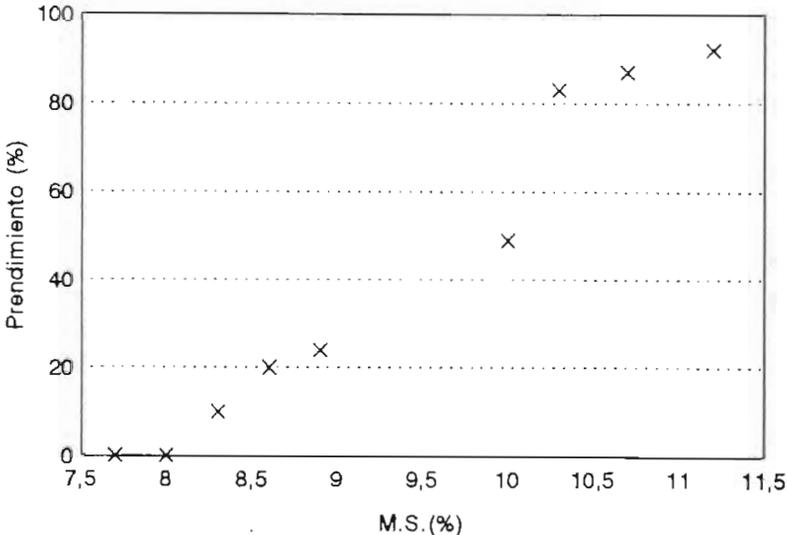


Fig. 1.- Relación entre la Materia Seca (M.S.) al transplantar y el porcentaje de prendimiento en tomates sometidos a bajas temperaturas en campo, tras el trasplante. (Tesi, R., 1987).

Medir el porcentaje de M.S. es relativamente sencillo, y no necesita un equipamiento sofisticado, únicamente una estufa que permita mantener una temperatura entre 70 y 75°C. Se mantiene en ella hasta que el órgano en estudio haya perdido todo el agua que contiene y el peso seco se mantenga constante.

El nivel de temperatura idóneo para esta deshidratación es distinto según la especie de que se trate.

Hay autores que prefieren trabajar con temperaturas de 65 °C (Leskovar, D.I. y Cantliffe, D.I. 1991). En este caso el tiempo preciso hasta peso constante puede ser mayor y así, si a 75 °C puede ser suficiente, en la mayoría de casos con 48 h., a 65 °C se puede requerir casi 24 h más, pero puede ganarse algo en precisión. Para el peso seco conviene contar con una balanza digital de sensibilidad como mínimo un miligramo. La misma balanza nos podrá valer para determinar el peso fresco. No es preciso que sea de un amplio rango en gramos, ya que las plantas raramente superarán los 20-25 gramos.

El primer parámetro del que hemos hablado, la M.S., requiere conocer el peso fresco y el peso seco de la planta, es un parámetro derivado y muy empleado en trabajos de producción vegetal, pero también aquellos de los que se deriva tienen empleo, sobre todo el peso fresco ya que goza de la ventaja de ser el parámetro más fácil de determinar y puede correlacionarse con algunos parámetros productivos, como puede ser precocidad y producción total, en la mayor parte de hortalizas de fruto (Welles, 1989).

En muchos casos puede ser de utilidad conocer como se reparte el peso de la planta entre las partes que lo constituyen: raíz, tallo y hojas; en algunos casos se separa únicamente entre parte aérea y sistema radicular. En otros casos sin embargo se afina bastante y puede ser preciso separar incluso los limbos de los peciolo al calcular el peso de la hoja. Masson et al. (1991) descubrieron que para evaluar la resistencia de las plantas al estrés del trasplante el índice que mejor se ajustaba era el SLA (Specific Leaf Area), que relaciona el área foliar con el peso seco de los limbos, encontrándose en tomate, que plantas con bajo SLA resistían mejor el "shock" del trasplante. Este índice evaluaba mejor esta capacidad de la planta, que el obtenido de dividir el área foliar entre el peso seco total de la parte aérea, L.A.R. (Leaf Area Ratio). Normalmente las plantas de más edad suelen tener mayor SLA, pero esto no es así indefinidamente (Leskovar et al., 1991). Para conocer estos índices debemos contar con medidas del área foliar, parámetro que en muchos casos tiene aplicación por sí solo.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA RELACIONADAS CON LA PRODUCCION Y CALIDAD EN CAMPO

Es abundante la literatura en que se estudia la influencia de diferentes técnicas de cultivo en semillero sobre los parámetros que tiene la planta al plantar y más tarde en campo, una vez realizado el trasplante definitivo. Son quizás los autores italianos los que llegan a relacionar más directamente valores de parámetros en planta y resultados en campo. Los autores americanos estudian en muchos casos los dos aspectos, y dejan al lector la ligazón entre ellos. Tal es el caso de Dufault (1986), quien estudiando diferentes fórmulas de abonado en semillero de melón, discute los resultados de esas aplicaciones sobre parámetros medidos en el momento del trasplante, tales como: n° de hojas, peso seco

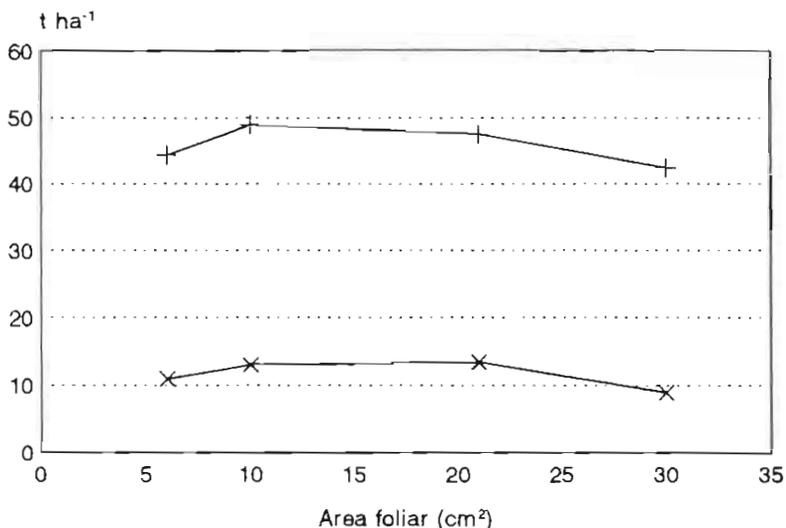


Fig. 2.- Relación entre área foliar de la planta al transplantar y producción precoz (x) y total (+) en tomate. (Elaborado a partir de datos de Leskovar, D.I. et al., 1991).

de parte aérea y raíces, altura y diámetro del tallo, área foliar y relación entre el peso seco de parte aérea y de raíz. Como parámetros productivos obtiene la producción precoz y total así como los calibres. Otros trabajos que también permiten obtener buenas relaciones son los debidos a Leskovar et al. (1994), donde

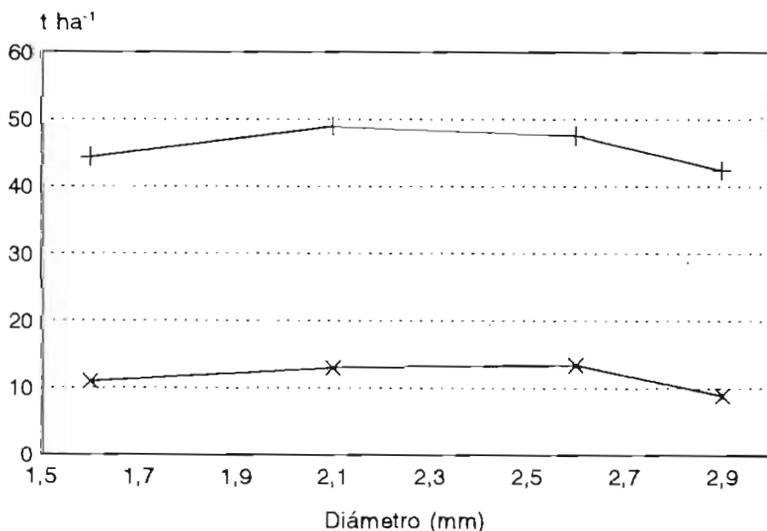


Fig. 3.- Relación entre el diámetro de la planta al transplantar y producción precoz (x) y total (+) en tomate. (Elaborado a partir de datos de Leskovar, D.I. et al., 1991).

parte área y raíces, altura y diámetro del tallo, área foliar y relación entre el peso seco de parte aérea y de raíz. Como parámetros productivos obtiene la producción precoz y total así como los calibres. Otros trabajos que también permiten obtener buenas relaciones son los debidos a Leskovar et al. (1994), donde, relacionando los sistemas de trasplante en tomate para el mercado fresco, obtiene valores para parámetros como: área foliar, longitud del tallo, peso seco de raíz y parte aérea, peso seco de hojas, y como resultados productivos los rendimientos según lose diferentes calibres obtenidos. También trabajando con tomate, pero esta vez estudiando la influencia de la edad al trasplante, Leskovar et al. (1991) nos permiten constatar una no muy clara relación entre parámetros como la longitud y diámetro del tallo y área foliar y la producción precoz y total (figuras 2, 3 y 4). En algunos casos la producción aumenta al contar con mayores valores de los parámetros medidos, pero las diferencias no son estadísticamente significativas, y por tanto no compensaría tener más tiempo la planta en el semillero ya que llega un momento en que aunque aumente el área a la hora de trasplantar no lo hace la producción en la misma medida. Weston y Zandstra estudiando en 1986 la influencia del tamaño del alvéolo sobre el desarrollo de las plantas y la producción posterior de tomate obtuvieron resultados algo diferentes a los de Leskovar et al. (1991), aunque en este caso al ser toda la planta de una misma edad no hay la interferencia que se señaló anteriormente, que ocurría con la planta de edad superior a 5 semanas. Las curvas obtenidas a partir de los datos de Weston et al. (1986) (figuras 5 y 6) tienen valores más altos de partida que los mostrados en las figuras 3, 4 y 5, los datos más bajos correspondían a plantas de tomate de solo 3 semanas.

El trabajo que más rotundamente liga los parámetros de crecimiento en semillero y los productivos en cultivo, en tomate, se debe a Basoccu y Nicola, quie-

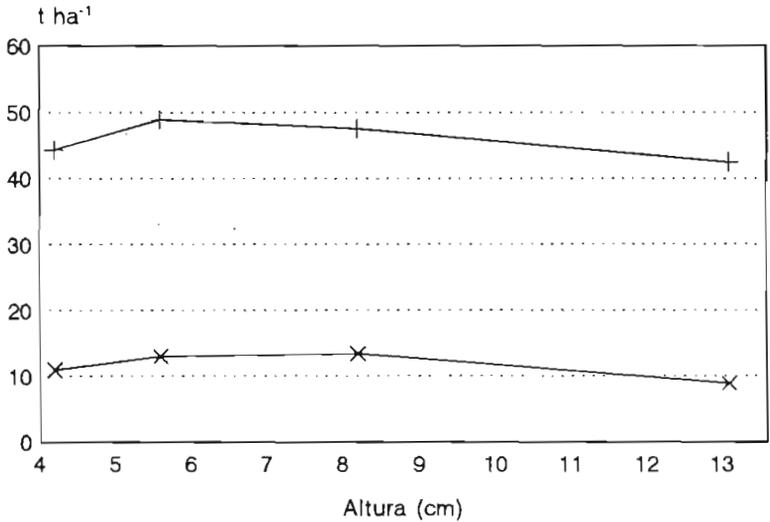


Fig. 4.- Relación entre la altura de la planta al trasplantar y producción precoz (x) y total (+) en tomate. (Elaborado a partir de datos de Leskovar, D.I. et al., 1991).

nes en 1989 propusieron diferentes relaciones entre aquellos. La producción total se puede expresar en función del peso seco de la parte aérea según la relación:

$$P.T. (\text{Grm}^{-2}) = 12,145 \text{ P.S.A. (Mg)} + 6405.8 \cdot R^2 = 0.6465.$$

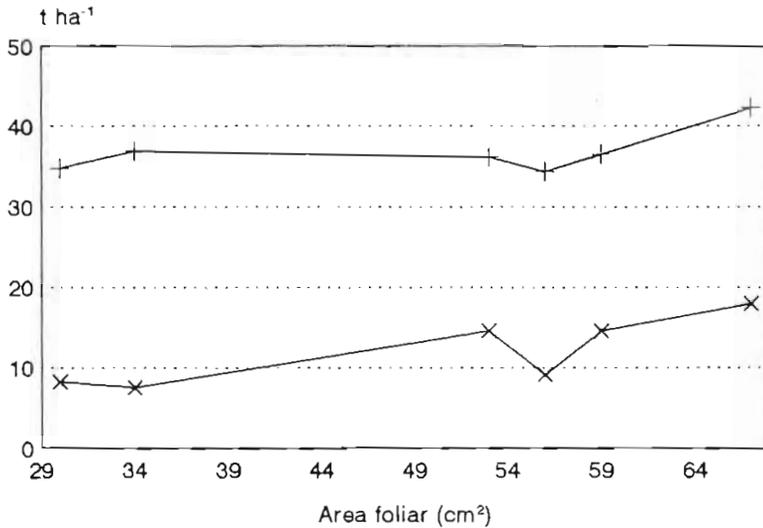


Fig. 5.- Relación entre área foliar de la planta al transplantar (30 días) y producción precoz (x) y total (+) en tomate. (Elaborado a partir de datos de Weston, L.A. y Zandstra, B.H., 1986)

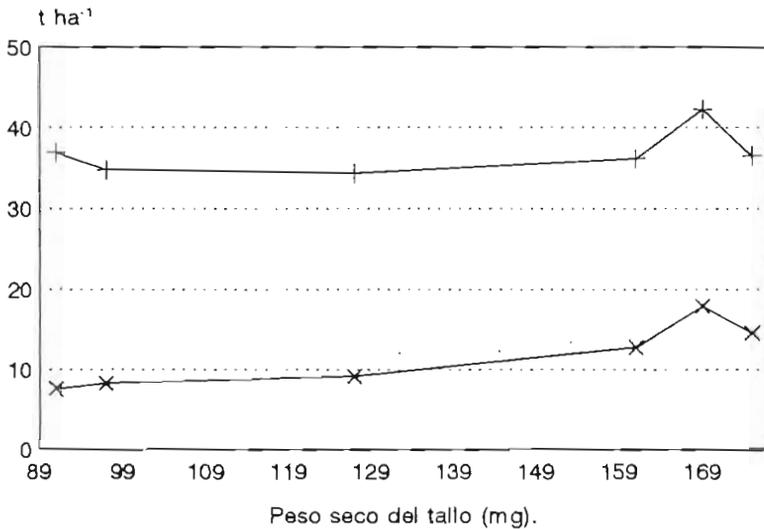


Fig. 6.- Relación entre peso seco del tallo al transplantar (30 días) y producción precoz (x) y total (+) en tomate. (Elaborado a partir de datos de Weston, L.A. y Zandstra, B.H., 1986).

P.S.A. es el peso seco de la parte aérea. La producción precoz, a una fecha dada, se relacionaba también con el peso seco de la parte aérea según la relación:

$$P.P. (\text{gm}^{-2}) = 2,0 \text{ P.S.A. (mg)} + 403.7. R^2 = 0.8813.$$

Estas relaciones se obtuvieron tras hacer un análisis de regresión multivariable, paso a paso, en que entraron las variables: altura de la planta, número de hojas por planta, peso fresco de la parte aérea y de raíces, peso seco de la parte aérea y de raíces (valor absoluto) y área foliar, eligiéndose las relaciones antes citadas.

Hay otros casos en los que se han podido relacionar claramente con la producción, otros parámetros diferentes del peso seco. Así encontramos en trabajos de Pimpini y Gianquinto de 1991, cómo la producción expresada en gramos por planta, aumenta de forma lineal con el diámetro del tallo y con la longitud de éste y de forma logarítmica con el contenido en M.S. de la parte aérea y con el área foliar (figura 7). Estas dos últimas relaciones son de gran interés y nos previenen, en el mismo sentido de lo visto al consultar los datos de Leskovar et al. (1991), que llegado un momento, no por mucho aumentar el área foliar conseguimos aumentos apreciables de producción y por tanto puede no ser interesante forzar más el parámetro, pues podría incluso dejar de ser rentable.

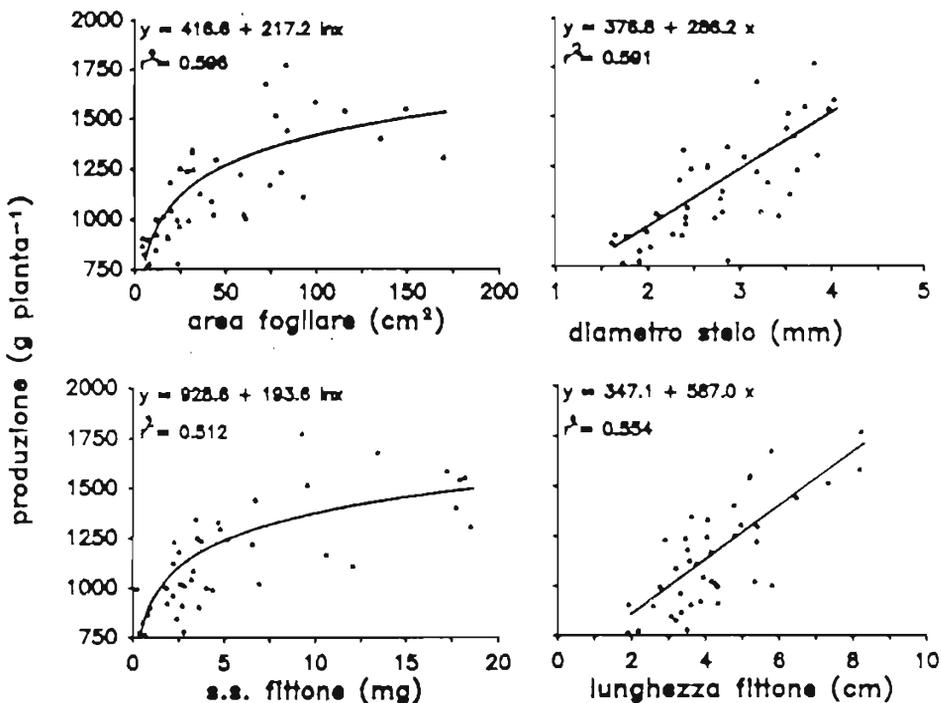


Fig. 7.- Relación entre algunas características de la planta en el transplante y la producción por planta de frutos de tomate (Pimpini, F. y Gianquinto, G., 1991).

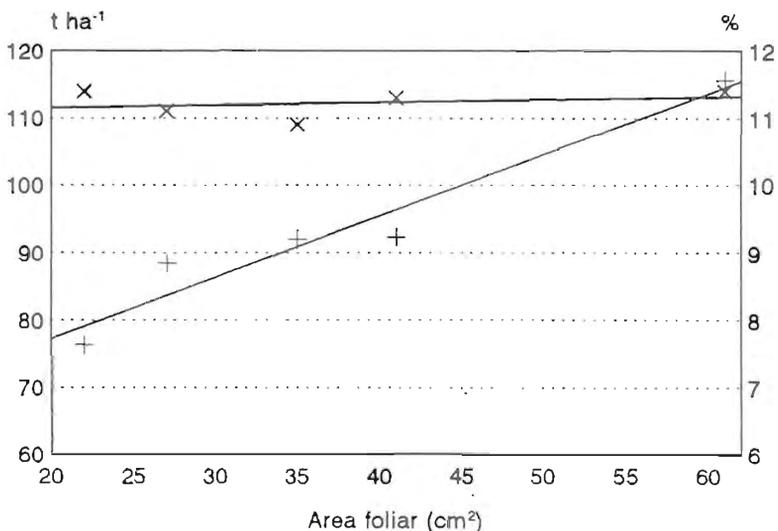


Fig. 8.- Relación entre área foliar de la planta al transplantar (20 días) y producción total (+) y °Brix (x) en sandía. (Elaborado a partir de datos de Liu, A. y Latimer, J.G., 1995).

En ensayos en que se compara el corcho con otros sustratos standard para la producción de plantas de tomate, Ordovás et al., obtuvieron en 1994 relaciones entre parámetros como: peso seco de parte aérea, número de hojas, longitud y diámetro del 1^{er} entrenudo y finalmente índice de ahilamiento, calcu-

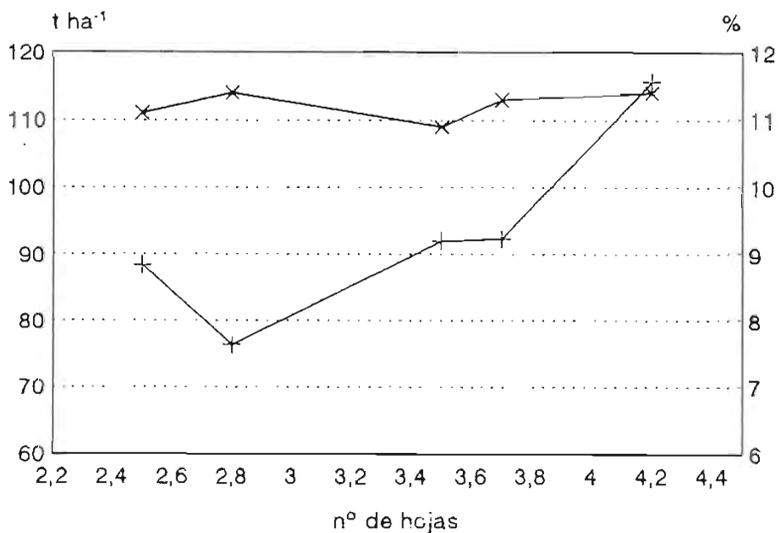


Fig. 9.- Relación entre nº de hojas de la planta al transplantar (20 días) y producción total (+) y °Brix (x) en sandía. (elaborado a partir de datos de Liu, A. y Latimer, J.G., 1995).

lado como la relación entre la longitud y el diámetro del primer entrenudo. Aunque las diferencias entre los parámetros eran claras, no se detectaron diferencias en campo, ni en la producción, ni número de frutos ni tamaño de estos, por lo que no se muestra en este trabajo como esa relación.

Trabajando en sandía, Liu y Latimer (1995), obtuvieron diferentes respuestas para los distintos tamaños de alvéolo empleados. Variaba la producción y calidad aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas. Sí encontraron diferencias en la mayoría de los parámetros que emplearon para evaluar la plántula: número de hojas, área foliar, peso seco de raíz y de parte aérea.

El tamaño del fruto producido y el contenido en sólidos solubles variaron muy poco, algo más varió, el rendimiento total. Estos valores y los del área foliar y número de hojas de la planta se recogen en las figuras 8 y 9, donde se aprecia que a mayor área foliar, mayor expectativa de producción, aunque no está estadísticamente contrastado. No hay diferencias en lo que a contenido en sólidos solubles totales se refiere. La influencia del número de hojas es muy similar a la vista para el área foliar.

Si continuamos revisando la bibliografía encontramos resultados similares a los anteriores. Son los obtenidos por Gianquinto y Arcella (1991) en pepino. En esta especie parece que el parámetro más adecuado es el diámetro del tallo medido como se indicó anteriormente. Obtuvieron una relación cuadrática entre el diámetro del tallo y la producción total por planta (figura 10). Se aprecia como llega un momento en que la curva se va haciendo horizontal, llegando a la situación ya señalada en otras especies, en que puede no interesar aumentar el diámetro al trasplante, pues económicamente no se vería compensado por el aumento de producción. También la precocidad, evaluada como "Índice Medio de Cosecha", que es la media ponderada de todas las fechas de recolección. (I.C.M. = $\Pi \times di/Pt$, donde Π es la producción obtenida en determinada fecha, di

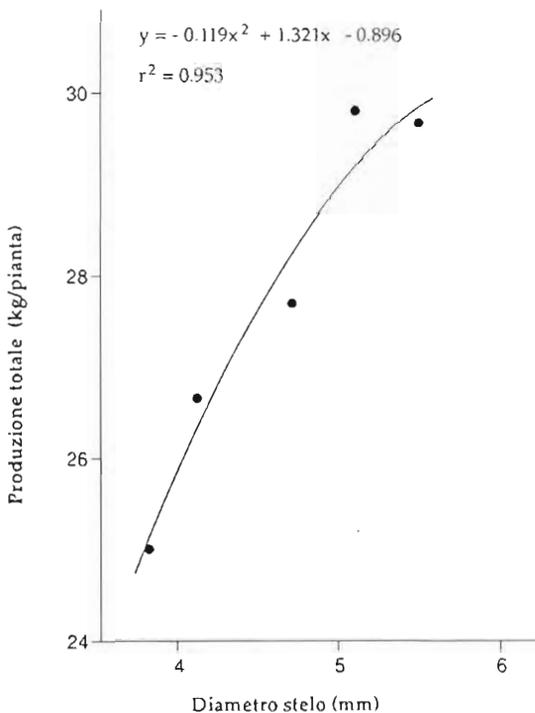


Fig. 10.- Influencia del diámetro del tallo en el momento del trasplante sobre la producción total por planta en pepino. (Elaborado a partir de datos de Gianquinto, G. y Arcella, C., 1989).

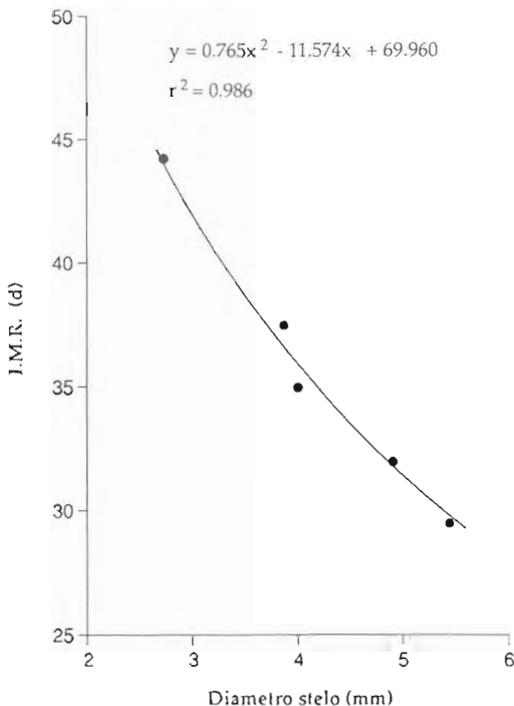


Fig. 11.- Influencia del diámetro del tallo en el momento del trasplante sobre el Índice Medio de Cosecha (I.M.C.) (ver Texto). (Elaborado a partir de datos de Gianquinto, G. y Arcella, C., 1989).

ter el interés por el empleo de parámetros de medida de la calidad de planta hortícola obtenida en semilleros. Dijimos que no era este un trabajo de revisión de técnicas y lo mantenemos, pero únicamente y a a título de ejemplos escogidos, haremos referencia a la influencia del tipo de luz y del empleo de un regulador de crecimiento sobre parámetros de la planta al trasplante, y cómo el empleo de esta metodología permite evaluar correctamente los ensayos conducentes a qué luz conviene más o qué dosis de regulador de crecimiento da una planta más compacta, más adecuada para aguantar el estrés del trasplante y producir más y más pronto.

Hemos hablado de muchos parámetros distintos del peso, y por tanto es necesario explicar como se miden, igual que hicimos con los diferentes tipos de peso, cuando hablábamos del estrés post-trasplante.

Longitud de planta o Altura total: Distancia entre el cuello de la planta y la parte más alta de éste.

Diámetro de tallo: Diámetro del tallo medido, en algunos casos a nivel del cuello (Damato y Trotta 1991): En otros, y suele ser el caso más generaliza-

= número de días desde la primera recolección y **Pt** es la Producción Total obtenida). Se obtiene en este caso una relación cuadrática (figura 11). Conforme mayor es el diámetro más precoz es la producción.

Para finalizar este apartado, recogeremos el trabajo que sobre apio realizaron Gianquinto y Arcella (1989). Relacionan: altura de la planta, número de hojas y área foliar con el número de hojas, el peso de la parte aérea y el contenido en M.S. de dicha parte aérea. Todo ello considerando las plantas cosechables en dos fechas diferentes (figura 12). Se ve en todos los casos, como, contar con valores altos de estos parámetros, influye positivamente sobre la producción, aunque como en casos anteriores las relaciones no son lineales.

Se ha hecho hasta ahora un estudio, aunque no completo sí suficiente, para despertar

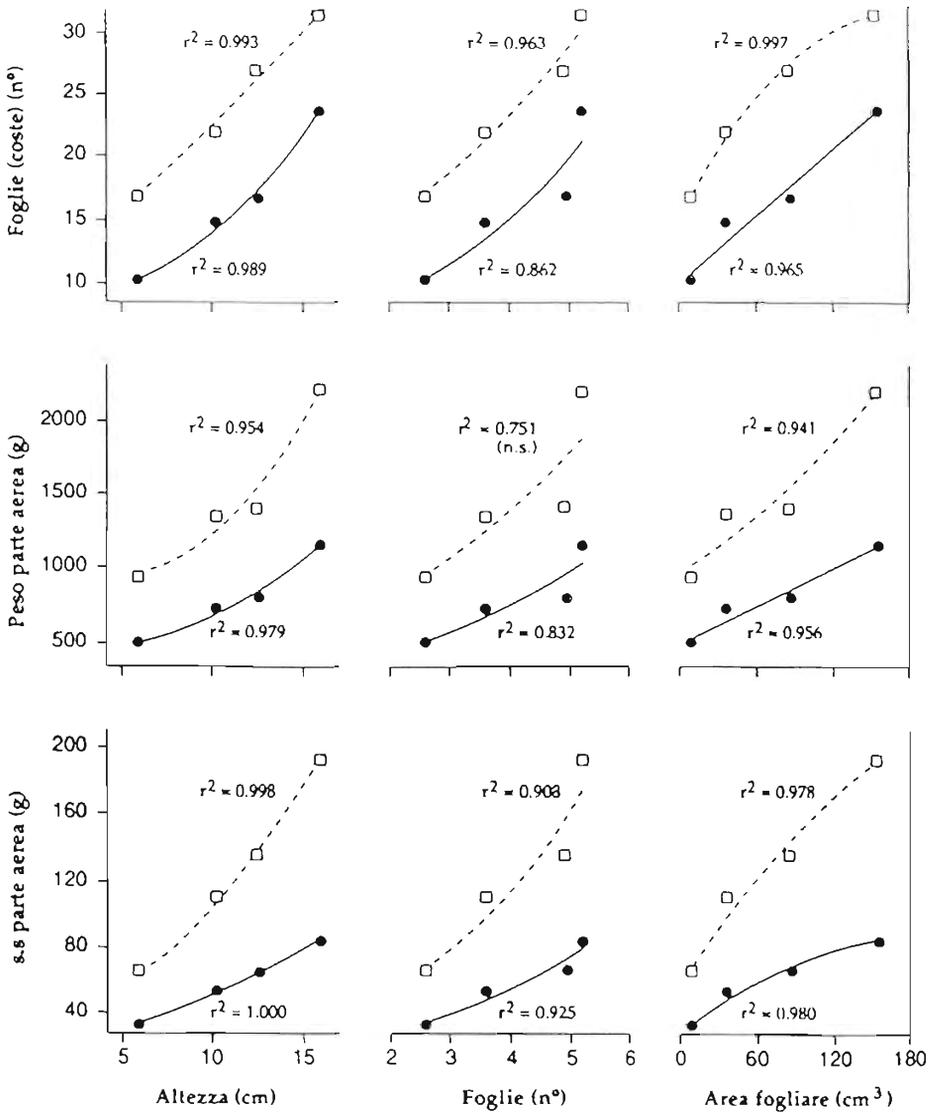


Fig. 12.- Influencia de algunas características de la planta al transplantar sobre el número de hojas, peso y M.S. de la parte aérea en apio. Medidas realizadas en dos fechas diferentes (4/6 línea continua y 27/6 línea discontinua). (Arceila, C. y Gianquinto, G., 1989).

do, se mide justo por debajo del nudo cotiledonar (Leskovar et al. 1991), también algunos autores lo toman a la mitad de la altura (Cattivello et al. 1995).

Relación longitud/diámetro del tallo: Suelen utilizarse como índice de aislamiento. A mayor valor de este índice planta más ahilada y mayor riesgo de estrés post-trasplante. (Ordovás et al., 1994; Cattivello et al., 1995).

Número de hojas: Se excluyen normalmente las cotiledonares. Lo normal es que la última hoja considerada sea aquella cuyo limbo tiene una longitud superior a 1 cm. (Leskovar et al., 1991).

Area foliar: Consiste en medir el área de las hojas que constituyen la planta. Requiere de un medidor de área foliar, equipamiento habitual en los laboratorios donde se realizan trabajos en Producción Vegetal. Es una medida fácil y rápida si se cuenta con este aparato, que es fácil de utilizar.

Longitud de raíces: Es el parámetro más difícil de medir. Es preciso limpiar muy bien el sistema radicular con el fin de obtenerlo intacto y sobre él medir la longitud de la cabellera. También es preciso limpiar bien las raíces cuando se pretende determinar su peso, ya sea fresco o seco. Hay dispositivos en el mercado para estudiar incluso la densidad de raíces, su grosor, etc.; se basan en el análisis de imagen, son sofisticados y precisan de personal entrenado en su uso, por lo que no sería fácil implementarlo para su uso habitual en un semi-llero, quedando reservado a trabajos de investigación.

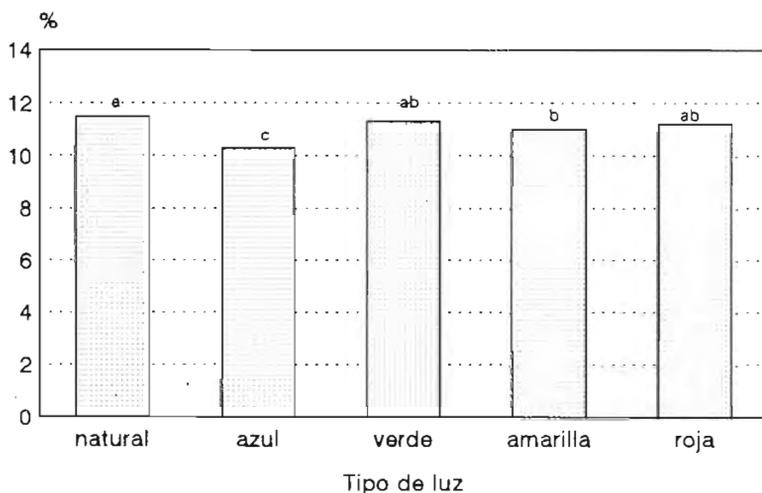


Fig. 13.- Influencia del tipo de luz sobre la producción de materia seca en tomate, (elaborado a partir de datos de Mortensen y Stromme, 1987). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas.

INFLUENCIA DEL TIPO DE LUZ SOBRE EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS EN SEMILLERO

Cómo influye la iluminación sobre la fotosíntesis es muy conocido y no vamos a detenernos en ello, sin embargo es menos conocida la influencia que sobre el desarrollo de la planta en semillero puede tener determinados tipos de luz, la respuesta puede ser variada, pues si se emplea luz suplementaria el espectro de emisión puede ser variable de unas a otras lámparas (Basoccu, 1991). También hoy tiene importancia en el mercado, el hecho de disponer de plásticos de diferentes pigmentaciones, diferentes colores, con lo que podemos actuar sobre la luz natural impidiendo o favoreciendo el paso al interior del invernadero de determinadas partes del espectro. Mortensen y Stromme (1987) han puesto en evidencia que la calidad de la luz actúa sobre alguna característica morfofisiológica de la planta, siendo importante sobre todo en las primeras fases del crecimiento. Se ha visto que la luz azul determina una disminución en la asimilación del carbono, debido probablemente al efecto morfogénico de la reducción de la superficie foliar inducido por este tipo de luz. También el área foliar obtenida con luz roja es inferior a la obtenida con luz verde o amarilla. La superficie obtenida con estas, es superior a la obtenida con luz natural. También la M.S. (%) es menor con la luz azul (figura 13) que con el resto de tipos de luz, siempre refiriéndonos a tomate.

INFLUENCIA DE DIFERENTES DOSIS DE PACLOBUTRAZOL (PP-333) SOBRE ALGUNOS PARAMETROS DE PLANTAS DE TOMATE

En la tabla 1 se recogen los datos obtenidos por Pardosi et al. (1989), al aplicar diferentes dosis de PP-333 sobre plantas de tomate. Mejora sustancialmente el contenido en M.S. (%), luego serán plantas más resistentes al estrés del trasplante. También la planta reduce de forma estadísticamente significativa, el área foliar y la altura. Mediante estos parámetros evaluamos con mucha precisión la influencia de los tratamientos. En posteriores trabajos, Pardosi et al. (1991) no encontraron diferencias en campo, ni en producción total, ni en producción precoz, ni tampoco en tamaño de fruto debido a los diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento.

ANÁLISIS DE IMAGEN. APLICACION AL TRASPLANTE O REPICADO AUTOMATIZADO EN SEMILLERO

Se ha hablado en apartados anteriores de lo importante que es contar con bandejas homogéneas, esto es, con ligeras diferencias entre plantas y además sin alvéolos vacíos. Conseguir esto puede ser difícil en algunas especies, sobre todo de plantas de flor de temporada. En muchos casos puede ser conveniente recurrir al repicado, para hacer bandejas completas con todas las plantas de características similares. Esto es hoy posible con el empleo de máquinas repicadoras que son controladas por ordenador y que se apoyan en el "análisis de imagen" para evaluar si la planta que está en cada alvéolo cumple unos míni-

mos y debe ser repicada. Cuando se toma la imagen de una planta, se están evaluando parámetros morfológicos: altura, tamaño de hojas, color, compacidad de vegetación, etc.. Aquí puede haber también un gran porvenir para el análisis de imagen, no tanto como elemento fundamental (que lo es) de las trasplantadoras, sino como elemento de evaluación de plantas, teniendo, como ya se dijo, la ventaja adicional de poderse enviar una imagen al futuro comprador.

Hoy en día existen en el mercado, tanto europeo como americano, diferentes sistemas de trabajo como el descrito. El problema de momento es su alto precio, problema que podría dejar de serlo, si las prestaciones: ahorro de mano de obra en repicado, ahorro de espacio en semillero, ahorro de sustrato, compensan el desembolso a realizar (Meuleman, 1991).

En las figuras 14, 15, 16 y 17, se aprecia claramente como actúan estos sistemas. Se ha utilizado como ejemplo la máquina de la firma Visser, por ser esta, una compañía europea de más fácil acceso que las americanas y porque sus ilustraciones son muy claras.

CONSERVAR LA PLANTA DE CALIDAD. TECNICA DEL FUTURO

Los semilleros, cada vez más tecnificados, más especializados, tienden a mantener siempre ocupados sus invernaderos, buscando nuevos mercados como pueden ser el de la planta de temporada o en el caso de hortícolas, produciendo cuando esté libre, planta que pudiéndose almacenar, saldría al mercado cuando este lo demande. Esta última posibilidad cada vez es menos utópica, cada vez se va conociendo más sobre las posibilidades de almacenar planta sin que se alteren apenas sus parámetros de calidad y sin que influya en el posterior comportamiento en campo. De momento en plantas hortícolas se sabe que (p. ej.: tomate) se puede llegar hasta 3 semanas de conservación, en oscuridad con temperaturas alrededor de 7 °C (Heins et al., 1994). Esta conservación no afecta ni a la fecha de recolección, ni a los parámetros productivos: flores por inflorescencia y número de nudos con la primera inflorescencia. Las posibilidades en plantas ornamentales son mucho mayores, pudiéndose llegar en muchas especies, a plazos de hasta 6 semanas (Cyclamen, Petunia, Begonia, Impatiens) lo que puede dar una gran capacidad de maniobra a la hora de planificar trabajos en los semilleros.

CONCLUSION

Cada vez hay más trabajos que manejan parámetros de calidad para evaluar la bondad de diferentes técnicas de cultivo que pueden mejorar el trabajo en los semilleros. También cada vez es más necesario contar con informaciones objetivas que puedan servirnos para evaluar el trabajo de un semillero, los agricultores, a la hora de elegir una planta, deben saber qué repercusiones tendrá elegir tal o cual tipo de planta. En definitiva, el sector de semilleros debe ganar en transparencia y el único camino para conseguirlo es adoptar criterios

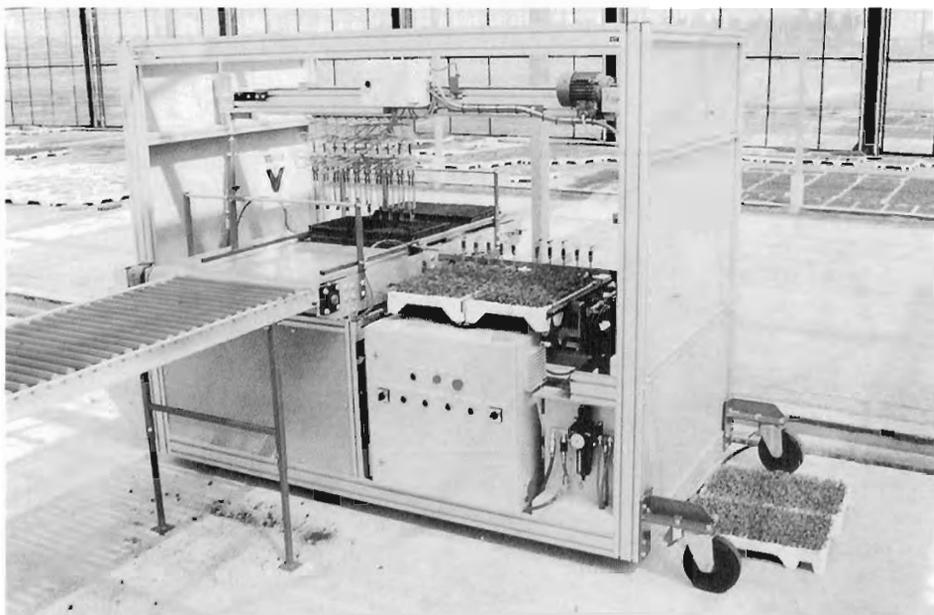


Fig. 14.- Aspecto general de una transplantadora automática con analizador de imagen para la selección de planta (Visser I.T. & E. BV. 1994).

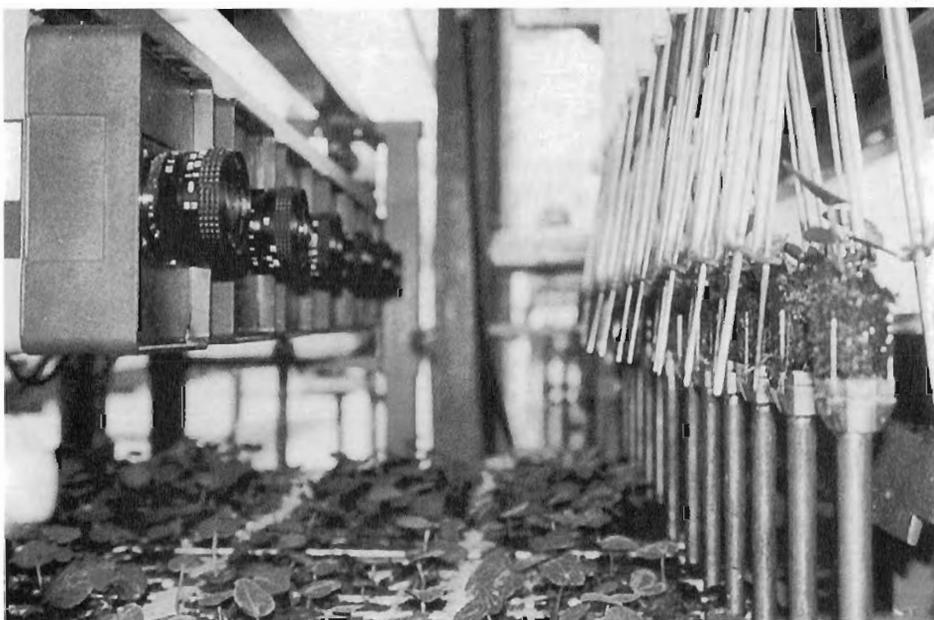


Fig. 15.- Una vez extraída la planta de su alveolo, se toma una imagen de perfil con una cámara de color. La imagen tomada es comparada con una imagen patrón, permitiendo su aceptación o rechazo. (Visser I.T. & E. BV. 1994).

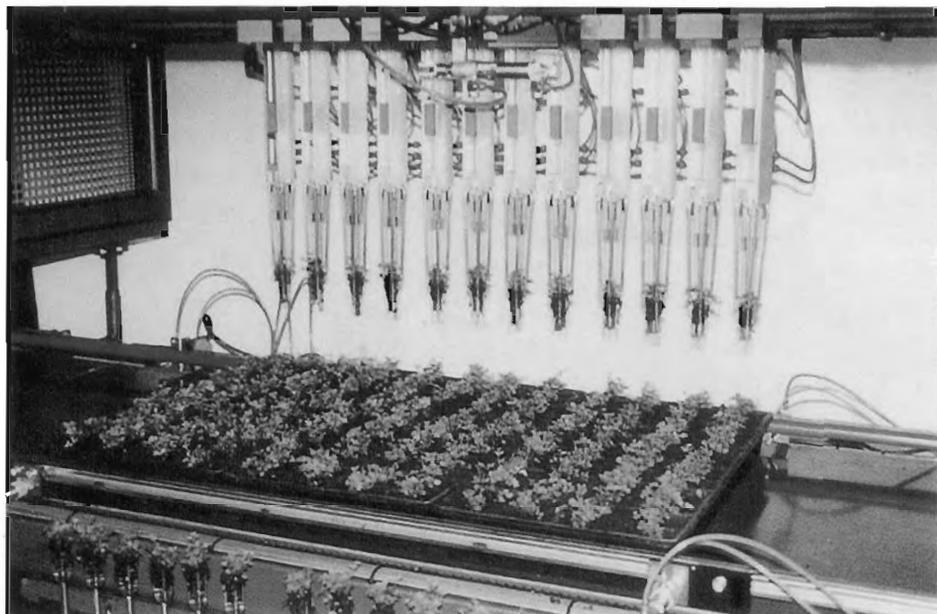


Fig. 16.- Sistema de sujeción de la planta tras ser extraída del alveolo. Acto seguido es clasificada y transferida, si se acepta, a una nueva bandeja que contará con un 100% de plantas de la calidad prefijada. (Visser I.T. & E. BV. 1994).



Fig. 17.- Imagen de ordenador del sistema Trayvisión 100, permite una inspección automática a partir de la imagen tomada por una cámara. El programa clasifica cada planta de cada alveolo. El sistema puede dar información de los alveolos sin planta. (Visser I.T. E. BV. 1994).

objetivos, parámetros fáciles y rápidos de medir, con la mayor correlación posible con la respuesta en campo. Esto es hoy factible, incluso esa información debería darse al agricultor cuando recoge la bandeja.

Hay parámetros más fáciles y baratos, sobre todo aquellos que consisten en pesar toda la planta en fresco. Si se pretende tener información más valiosa habrá que recurrir al peso seco y al contenido en M.S. (%). También son fáciles de obtener: altura, diámetro del tallo, número de hojas. Más complicado, pero muy interesante, es el área foliar. Trabajar con el sistema radicular es de lo más delicado.

Como vemos son muchas las posibilidades que se nos ofrecen, no estaría mal empezar ya con algún parámetro; el sector saldrá, seguro, beneficiado.

Las nuevas técnicas de análisis de imagen podrán ayudar mucho en este camino, así como en el de repicado o trasplante dentro del semillero.

La conservación de plantas en cámaras, a temperaturas alrededor de 7 °C, puede ser también un elemento de futuro para un mejor aprovechamiento de las instalaciones de los semilleros y una correcta preservación de la calidad de la planta.

Tabla 1.- Efecto de diferentes concentraciones de PP-333, aplicado como spray foliar, sobre algunos parámetros morfológicos de plantas de tomate. Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes. (Pardossi et al., 1989).

	Testigo	1 ppm	5 ppm	10 ppm
Altura (cm.)	25 a	14 b	10 b	9
Area Foliar (cm ²)	138 a	111 b	99 b	105 b
Peso Seco Total (mg)	381 b	529 a	526 a	571 a
% M. S.	6 b	11 a	10 a	11 a
P.S. Hoja/P.S. Tallo	1.3 c	3.4 b	3.6 a	4.4 a

BIBLIOGRAFIA

- ARCELA C., GIANQUINTO G., 1991. Ricerche sulle modalità di allevamento in vivaio di piantine di sedano: riflessi sulla produzione in coltura protetta. 1° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- BASOCCU L., 1991. Problematiche attuali del vivaismo orticolo. 2° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- BASOCCU L., NICOLA S., 1989. Effetti delle condizioni di luce naturale, dello stato idrico e del volume del substrato sull'accrescimento in vivaio e sulla produttività del pomodoro in serra fredda. 1° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- CATTIVELLO C., GREGOULDO M., PANTANALI R., 1995. Controllo dell'eziolatura con condizionamenti meccanici. *Culture Protette* n° 11: 65-71.
- DAMATO G., TROTTA L., 1991. Fittoregolatore, rame e caratteristiche delle piantine di pomodoro. 2° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- DUFAULT R.J., 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant Quality and Early Yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5): 698-703.
- GIANQUINTO G., ARCELLA C., 1989. Un biennio di sperimentazione sulle modalità di allevamento in vivaio di piantine di cetriolo :riflessi sulla produzione in coltura protetta anticipata. 1° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- HEINS R., LANGE N., WALLACE T., CARLSON W., 1994. Plug Storage. Reprinted of *Greenhouse Grower*.
- HOYOS P., 1989. Lo último en semilleros hortícolas. *Horticultura*, 53:7-41.
- HOYOS P., 1990. Puesta al día de la tecnología en semilleros hortícolas. *Horticultura*, 54:38-64.
- LESKOVAR D.I., CANTLIFFE D.J., 1991. Tomato transplant morphology affected by handling and storage. *Hort Science* 26 (11): 1377-1379.
- LESKOVAR D.I., CANTLIFFE D.J., STOFFELLA P.J., 1994. Transplant production systems influence growth and yield of fresh-market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119 (4): 662-668.
- LESKOVAR D.I., CANTLIFFE D.J., STOFFELLA P.J., 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age of transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(3): 416-420.
- LIU A., LATIMER J.G., 1995. Root cell volume in the planter flat affects watermelon seedling development and fruit yield. *Hort Science* 30(2):242-246.
- MALORGIO F., PARDOSSI A., TOGNONI F., 1991. Effetto de trattamenti con brachizanti sulla crescita in vivaio e sulla produzione del pomodoro in coltura protetta. 2° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- MASSON J., TREMBLAY N., GROSSELIN A., 1991. Nitogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable transplant production. I. Transplant growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (4): 594-598.
- MORTENSEN L.M., STROMME E. 1987. Effects of light quality on some Greenhouse crops. *Scientia Horticulturae*. 33: 27-36.
- MEULEMAN J., 1991 Selection of young plants, grown into trays, using image processing. 2° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- ORDOVAS J., AGUADO M.T., ORTEGA M.C., MORENO M.T., SUAREZ M.P., 1992. Utilización del corcho como sustrato para semilleros de tomate con seguimiento de las plantas en campo. *Actas de Horticultura* n° 11: 155-159.

- PARDOSSI A., VERNIERI P. TOGNONI F., 1989. Controllo della crescita e indurimento di piantina di pomodoro attraverso la regolazione della temperatura notturna in vivaio. 1° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- PIMPINI F., GIANQUINTO G., 1991. Primi risultati sulle modalità di allevamento in vivaio di piantina di pomodoro da industria. Riflessi su accrescimento e produzione in campo. 2° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- TESI R., 1987. Principi di orticoltura e ortaggi d'Italia. Ed. Edagricole. Bologna.
- VISSER I.T.& E. BV., 1994. Visser plug technology. Visser International Trade & Engineering BV. Gravendeel. Holanda.
- WELLES G.W.H. 1989. Agronomic techniques for seedling growing in Dutch vegetable glasshouse industry. 1° Convegno Nazionale "IL VIVAISMO ORTICOLO". Foggia.
- WESTON L.A., ZANDSTRA B.M., 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4): 498-501.

TURBAS PARA SEMILLEROS

**Autores: MANUEL ABAD BERJON
PATRICIA NOGUERA MURRAY
VICENTE NOGUERA GARCÍA
Departamento de Producción Vegetal
E.T.S. Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Valencia**

1.-INTRODUCCION

El sector profesional de los semilleros hortícolas es de marcada importancia en nuestro país. Baste citar, por ejemplo, que solamente los semilleros de la provincia de Almería producen anualmente alrededor de 500 millones de plántulas, con un valor superior a los 3.500 millones de pesetas (Abad y Martínez, 1995).

Por otra parte, las técnicas culturales empleadas en la producción de plántulas de semillero han experimentado cambios rápidos y notables durante estos últimos años. La utilización de invernaderos con cobertura plástica, sistemas sencillos de control climático, equipos de riego y fertilización automatizados, etc, se ha difundido ampliamente con el fin de ofertar nuevos productos, aumentar la productividad e incrementar la calidad de las plántulas (figura 1).

Unido a estos cambios tecnológicos, se ha producido una sustitución total del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustrato. Las principales razones de esta sustitución, han sido (Raviv *et al.*, 1986; FAO, 1990; Abad, 1991):

- 1) - La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro,
- 2) - La existencia de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en el suelo natural, particularmente salinización, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas, y
- 3) - La fuerte intensificación cultural que facilita el cultivo en sustrato, al permitir un control riguroso del medio ambiente radicular, especialmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes.

Desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato de cultivo es producir una plántula de calidad en el más corto período de tiempo, con los más bajos costes de producción. En adición, el sustrato utilizado no debería provocar un impacto medioambiental de importancia.

Los sistemas de producción de plántulas de semillero están basados actualmente en la utilización de bandejas de alvéolos y turbas *Sphagnum* como sustrato, enriquecidas con frecuencia mediante abonado de fondo. Se utilizan turbas *Sphagnum* "rubias" y mezclas de éstas con turbas *Sphagnum* "negras", que proporcionan una capacidad de retención de agua superior.



Fig. 1a.- Los sistemas de producción de plántulas de semillero están basados en la utilización de bandejas de alvéolos y turbas *Sphagnum* como sustrato.

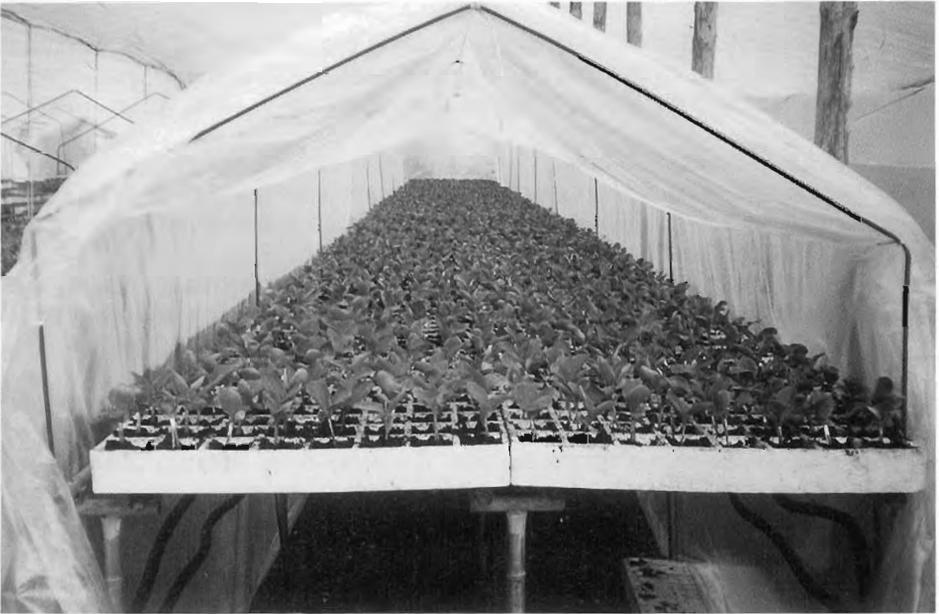


Fig. 1b.- Los sistemas de producción de plántulas de semillero están basados en la utilización de bandejas de alvéolos y turbas *Sphagnum* como sustrato.

2.-LOS SUSTRATOS HORTICOLAS: CONCEPTO Y CLASIFICACION

El término "sustrato" se aplica en Horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición vegetal (Abad, 1991, 1992).

Entre los diferentes criterios de clasificación de los sustratos, merece ser destacado el que se basa en las propiedades de los materiales:

- 1) - Químicamente inertes: Arena granítica o silíceas, lana de roca, perlita, etc.
- 2) - Químicamente activos: Turbas rubias y negras, vermiculita, etc.

La diferencia entre ambos tipos de materiales viene determinada por la capacidad de cambio catiónico, propiedad físico-química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de los nutrientes por parte del sustrato (Abad, 1991, 1992). En el primer grupo, el material actúa única y exclusivamente como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes; éstos han de suministrarse mediante la solución fertilizante, que debe ajustarse al máximo con objeto de no crear disfunciones en la planta. En el segundo caso, el sustrato, además de soporte para la planta, actúa como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

3.-CRITERIOS PARA LA ELECCION DE UN SUSTRATO

Las funciones más importantes de un sustrato de cultivo son proporcionar un medio ambiente "ideal" para la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces, y facilitar una base adecuada para el anclaje o soporte mecánico de las plántulas.

Un elevado número de materiales pueden ser utilizados con éxito, bien separadamente o bien en mezcla, en la preparación de los medios de cultivo de las plántulas de semillero. La elección de un material particular viene determinada usualmente por (Bunt, 1988; Handreck y Black, 1991):

- 1) - Su suministro y homogeneidad. Se invierte mucho tiempo, dinero y esfuerzo para poner a punto un sistema que permita preparar y manejar un sustrato particular. Por otra parte, cada sustrato requiere su propio plan de riego y fertilización. Un cambio en la calidad del sustrato puede llegar a alterar el sistema completo, pudiendo resultar finalmente en pérdidas graves en la producción. Son particularmente difíciles de descubrir los cambios que no pueden ser detectados visualmente. Por todo ello, el material elegido debe reunir las características de disponibilidad abundante y elevada homogeneidad.

2) - Su coste. En una Horticultura competitiva, el coste de los materiales utilizados es importante. Sin embargo, el coste del sustrato no debe invalidar otros aspectos o factores, ya que el material elegido debe permitir alcanzar el objetivo propuesto con el mínimo de riesgos o inconvenientes.

3) - Sus propiedades. Una vez que se conocen los costes y la disponibilidad del material, el siguiente paso es examinar con detalle las propiedades del mismo. Las analogías y las diferencias entre los distintos materiales utilizados como sustratos pueden ser comprendidas más fácilmente si las características de dichos materiales se consideran agrupadas en propiedades físicas, propiedades químicas y propiedades biológicas. Por otra parte, las propiedades de los materiales son factores dominantes, que determinan el manejo posterior del sustrato.

4) - La experiencia local en su utilización. La experiencia en la producción de plántulas de semillero en sustrato se ha generado en países distantes de las regiones españolas en las que se está practicando esta técnica. Existen diferencias marcadas entre estas zonas en aspectos tales como estructura de los invernaderos y condiciones climáticas de los mismos, calidad de las aguas de riego, variedades y fechas de siembra, etc. Estas diferencias obligan al desarrollo de planes o programas de investigación, experimentación y extensión, con objeto de ofrecer finalmente al viverista un paquete tecnológico adecuado a sus condiciones particulares.

Generalmente, estos factores son interdependientes y así, por ejemplo, la densidad aparente del material influye sobre los costes de su transporte y manipulación, y los de la infraestructura necesaria para su utilización. Del mismo modo, su resistencia mecánica y su mayor o menor receptividad para los agentes patógenos, determinan su durabilidad, que afecta de modo marcado a la amortización de las instalaciones (Blanc, 1987).

El factor individual más importante a la hora de elegir un determinado material como sustrato para la producción de plántulas de semillero es la ausencia de sustancias que sean tóxicas para la planta (fitotoxinas) (Bunt, 1988; Handreck y Black, 1991). Un elevado número de materiales cumplen esta condición y pueden, por tanto, ser utilizados con éxito, siempre y cuando su manejo esté adaptado a los requerimientos del medio y de la plántula.

4.-EL MANEJO DE LOS SUSTRATOS

El problema más generalizado en los semilleros a la hora de utilizar un determinado sustrato, bien de tipo "industrial", bien una mezcla preparada "in situ" por el propio viverista, es el de su manejo.

La experiencia demuestra que cuando se presentan problemas con un sustrato, es debido a que el manejo de éste no es el adecuado (Abad, 1991, 1992). Existen entonces dos soluciones:

- 1) - El viverista se adecúa a las propiedades del sustrato que está utilizando, o
- 2) - El sustrato se prepara de acuerdo con las características y la forma de cultivar del viverista.

Como variables más importantes a la hora de preparar y utilizar un determinado sustrato, deben considerarse: contenedor (alvéolo), riego y fertilización (Abad *et al.*, 1993). El efecto del contenedor sobre el crecimiento de las plantas viene mediado por: 1) - Condiciones físicas, que afectan a las relaciones aire-agua del sustrato, y 2) - Condiciones químicas, relacionadas con el potencial nutritivo del volumen del sustrato. El plan de riegos debe asegurar una nutrición hídrica óptima de las plántulas, aportando el agua según las exigencias de éstas. El objetivo de cualquier programa de fertilización es poner a disposición de las plántulas un suministro continuo de nutrientes, en cantidades suficientes y bien equilibrados, con el fin de conseguir el nivel de crecimiento requerido.

El binomio sustrato-manejo determinará el éxito o el fracaso en la utilización de un determinado material como sustrato para la producción de plántulas de semillero.

La conclusión "... *este sustrato particular proporcionó los mejores resultados*" realmente quiere decir "... *este sustrato dió los mejores resultados bajo el sistema particular de manejo que prevaleció durante el cultivo*" (Bunt, 1988). Un cambio en las prácticas de manejo o un cambio en el medio ambiente, a menudo pueden llegar a proporcionar resultados completamente diferentes.

5.-CARACTERISTICAS DEL SUSTRATO "IDEAL"

Una cuestión que se plantea frecuentemente es: ¿Existe el sustrato "ideal" para la producción de plántulas de semillero, en cuanto a composición o constituyentes?. La respuesta obvia es "no", ya que el sustrato es un elemento más del complejo agroecosistema hortícola.

El mejor medio de cultivo en cada caso variará de acuerdo con numerosos factores: especie vegetal, condiciones climáticas, tamaño y forma del alvéolo, programas de riego y fertilización, aspectos económicos, experiencia local en su utilización, etc.

Salvo situaciones extremas, ningún sustrato que cumpla unos requerimientos mínimos puede considerarse inapropiado para el cultivo.

Ya que las plantas responden a las características o propiedades de los sustratos más bien que a sus materiales constituyentes o componentes, se debe hablar de características "ideales" de los sustratos a utilizar en la producción de plántulas de semillero.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plántulas, se requieren las siguientes características del sustrato (Raviv *et al.*, 1986; Abad, 1991, 1992; Abad *et al.*, 1993):

5.1.-Propiedades físicas

- A.* Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible (asimilable),
- B.* Suficiente suministro de aire,
- C. Textura fina,
- D. Baja densidad aparente,
- E. Elevada porosidad, y
- F. Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón) del sustrato, y fluida.

5.2.-Propiedades físico-químicas y químicas

- A. Moderada a elevada capacidad de intercambio catiónico,
- B.* Suficiente nivel de nutrientes asimilables,
- C.* Salinidad reducida,
- D.* pH ligeramente ácido y elevada capacidad tampón, y
- E. Mínima velocidad de descomposición.

5.3.-Otras propiedades

- A.* Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos, y sustancias fitotóxicas,
- B. Reproducibilidad y disponibilidad,
- C. Bajo coste,
- D. Fácil de preparar y manejar (llenado de bandejas, extracción de cepellones, etc),
- E. Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección, y
- F. Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

Las propiedades señaladas con un asterisco (*) son las más limitantes del crecimiento de las plántulas.

Tabla 1.- Niveles óptimos de las propiedades físicas de los sustratos para semilleros

Propiedad	Nivel óptimo
Tamaño de partícula (mm)	0,25-2,50
Densidad aparente (g/cm ³)	≤ 0,2
Densidad real (g/cm ³)	1,4-2,0
Espacio poroso total (% vol.)	> 85
Capacidad de aireación (% vol.)	20-30
Agua fácilmente disponible (% vol.)	20-30
Agua de reserva (% vol.)	4-10
Agua total disponible (% vol.)	24-40
Agua difícilmente disponible (% vol.)	15-41
Valor "R" (cm.)	≤ 10
Capacidad de retención de agua (%)	≥ 50
Mojabilidad (min.)	≤ 5
Contracción (% vol.)	< 30

Fuente: Elaboración propia a partir de De Boodt (1975), Raviv *et al.* (1986), Bunt (1988) y AS-3743 (1993).

Tabla 2.- Niveles óptimos de las propiedades físico-químicas y químicas de los sustratos para semilleros.

Propiedad	Nivel óptimo
pH (suspensión acuosa 1:6)	5,3-6,5
Conductividad eléctrica (dS/m, 20 °C) (extracto acuoso 1:6)	0,151-0,500
Capacidad de cambio catiónico (m.e./100 g.)	> 20
Materia orgánica (%)	> 80
Cenizas (%)	< 20
Relación carbono/nitrógeno (C:N)	20-40
Nutrientes asimilables (mg/L sustrato): (extracto acuoso 1:6)	
N-NO ₃ ⁻	51-130
N-NH ₄ ⁺	< 50
P	19-55
K	51-250
Mg	16-85

Fuente: Elaboración propia a partir de Raviv *et al.* (1986), ADAS (1988) y Bunt (1988).

En las tablas 1 y 2 se presentan los niveles óptimos o estándar de las propiedades físicas y químicas más importantes de los sustratos utilizados para la producción de plántulas de semillero. Si bien dichos niveles pueden variar en función de las exigencias de la especie vegetal, el medio ambiente, las prácticas de manejo, etc, los intervalos que se presentan en las mencionadas tablas constituyen un excelente punto de referencia a la hora de utilizar un determinado sustrato de cultivo en los semilleros.

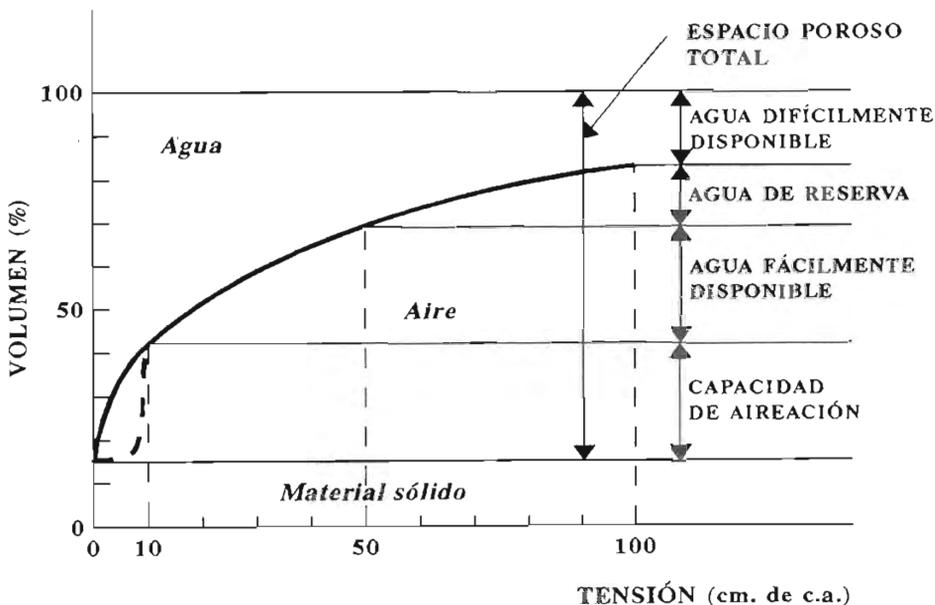


Fig. 2.- Curvas de liberación de agua de un sustrato. Curvas de tipo hiperbólico (línea continua) y sigmoide (línea discontinua). Fuente: Elaboración propia a partir de De Boodt *et al.* (1974) y Handreck y Black (1991).

La curva característica de liberación de agua de un sustrato se presenta en la figura 2. Si el perfil de dicha curva obedece a una cinética hiperbólica (línea continua), indica que el sustrato estará bien aireado a bajas tensiones. Por el contrario, si la curva es de tipo sigmoidal (línea discontinua), el sustrato retendrá cantidades elevadas de agua y estará pobremente oxigenado a tensiones pequeñas, como puede llegar a ocurrir en los alvéolos de las bandejas para semilleros, con poca altura. De ahí, la importancia de caracterizar las relaciones aire-agua de los sustratos para semilleros a potenciales matriciales inferiores a los 10 cm de tensión de columna de agua, estudiando la distribución volumétrica del material sólido, el agua y el aire a una tensión de 5 cm de columna de agua, por ejemplo.

Un estudio más detallado sobre conceptos y discusión de las propiedades físicas y químicas de los sustratos de cultivo puede encontrarse en trabajos más básicos, de carácter general (Abad, 1992; Cadahía y Eymar, 1993; Martínez, 1993; Ansorena, 1994).

6.-TURBAS: CONCEPTOS

La turba es el componente más importante y más ampliamente utilizado en los medios de cultivo de las plántulas de semillero.

Las turbas son fundamentalmente vegetales fosilizados.

Penningsfeld y Kurzmann (1983) han definido la turba como la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se pueden identificar los restos de diferentes especies vegetales.

Strasburger *et al.* (1986) han señalado que este sustrato natural está formado por restos de musgos y otras plantas superiores, que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica.

Tabla 3.- Producción anual de turba para uso hortícola (década 1970-1980) y superficie estimada de las turberas con profundidad superior a 30 cm., en los principales países productores.

País	Producción anual (millones de m ³)	Superficie (miles de Km ²)
U.R.S.S.	300,0	1.500,0
R. F. Alemana	6,0	11,1
R. P. China	4,0	34,8
EE.UU.	1,6	402,0
Reino Unido	1,5	15,8
Canadá	1,1	1.700,0
Irlanda	1,1	11,8
Suecia	0,8	70,0
Polonia	0,8	13,5
Finlandia	0,7	104,0

Fuente: Schmilewski (1984).

Los depósitos naturales de turba (turberas) están ampliamente distribuidos por todo el mundo, localizándose las superficies con mayor extensión en las regiones subártica y boreal, si bien los depósitos tropicales y subtropicales permanecen aún inexplorados (tabla 3). Se ha señalado (Barkham, 1993) que en la época actual, y sobre una base mundial, el incremento anual de materia orgánica en las turberas es significativamente inferior a su pérdida y/o consumo para producción de energía y aprovechamiento en Agricultura y Horticultura, lo que resulta en una explotación "no sostenible" de estos ecosistemas húmedos. El productor de turba más importante en la Unión Europea es la R.F. Alemana. Sin embargo, las fuertes presiones ecologistas ejercidas en este país para limitar las extracciones de turba con objeto de conservar el medio ambiente, han determinado una marcada penetración en el mercado de turbas procedentes de los Países Bálticos, recientemente independizados de la Unión Soviética (Bielorrusia, Estonia, Letonia, Lituania, etc).

7.-ORIGEN Y FORMACION DE LAS TURBAS. TIPOS DE TURBAS

Los depósitos de restos de vegetales pueden formarse en diferentes ecosistemas (Gras, 1983; Strasburger *et al.*, 1986): 1) - En el seno de las aguas freáticas (lagos, lagunas, aguas estancadas en las zonas planas, etc), bajo la influencia tanto de las aguas subterráneas como de las superficiales, y 2) - En los terrenos encharcados de modo permanente, fuera del contacto con las aguas freáticas, que se alimentan exclusivamente de las precipitaciones atmosféricas. En estas situaciones, puede tener lugar la formación de dos tipos de turberas (Penningsfeld y Kurzmann, 1983; Schmilewski, 1984; Puustjärvi, 1994): bajas o llanas y altas.

7.1.-Turberas bajas, solígenas o eutróficas

En este tipo de turberas y según la composición de las aguas freáticas, especialmente ricas en caliza y nutrientes, las turbas poseen mayor o menor cantidad de elementos nutritivos, particularmente calcio, magnesio y nitrógeno, y son de reacción ligeramente ácida a neutra (o incluso básica).

Según la vegetación que las integra, heterogénea y relativamente exigente en nutrientes, se pueden clasificar en: turberas de carrizos (*Phragmites* spp.) o de cárices (*Carex* spp.), y turberas arboladas (alisos, *Alnus* spp., sauces, *Salix* spp.), si bien otras muchas especies pueden estar también presentes (*Juncus* spp., *Typha* spp., etc).

Estas turbas eutróficas, fuertemente descompuestas ("negras"), poseen originariamente unas propiedades físicas y químicas poco favorables para el crecimiento de las plantas en contenedor (baja capacidad de retención de agua disponible, contracción alta, elevada salinidad, etc) (Abad *et al.*, 1990). No obstante, estas turbas negras pueden ser utilizadas con éxito en la composición de los medios de cultivo de las plantas, si sus desfavorables propiedades son mejoradas de modo apropiado: "curado" del material crudo sobre la superficie de la

turbera, aplicación de riegos de lixiviación, mezcla con otros materiales, etc. Son relativamente frecuentes en España, Francia e Italia.

7.2.- Turberas altas, ombrógenas u oligotróficas

Se forman en las regiones frías, con altas precipitaciones y humedad relativa elevada (Canadá, Finlandia, Irlanda, Polonia, Rusia, etc), lo que determina que este tipo de turberas sea extremadamente pobre en bases y elementos nutritivos, y presente una reacción fuertemente ácida. En estas condiciones, sólo pueden establecerse las especies poco exigentes, como los esfagnos (*Sphagnum* spp.), -que representan cerca del 90% de la composición botánica de estas turberas-, ericáceas, ciperáceas, droseráceas y otras. Debido a su particular estructura, los esfagnos retienen cantidades elevadas de agua, aún después de morir (figura 3), lo que unido a precipitaciones abundantes y períodos de vegetación suficientemente largos, favorece la formación de depósitos de restos, de espesor variable, en los que los estratos inferiores, muertos, permanecen embebidos de agua, mientras que los de la superficie, en pleno desarrollo, se van elevando gradualmente, dando a la turbera la típica forma en "vidrio de reloj" (André, 1981).

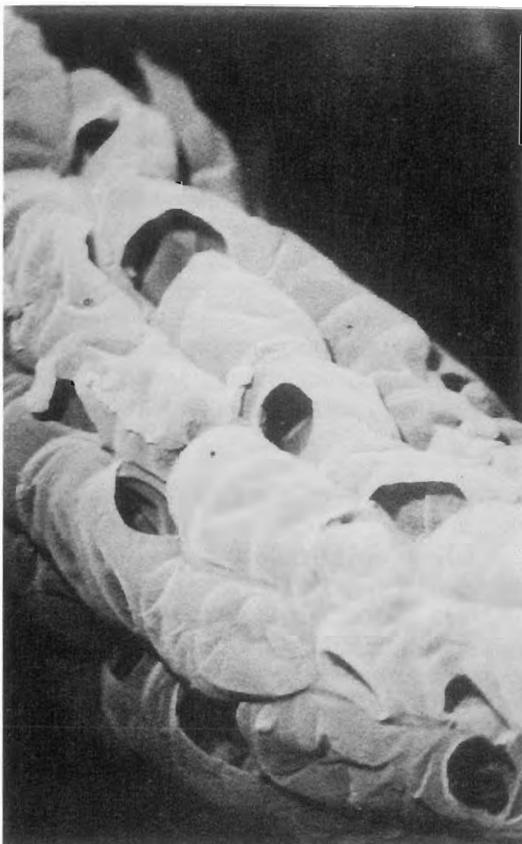


Fig. 3.- Detalle de una hoja de musgo *Sphagnum* mostrando las células muertas que contienen grandes cantidades de agua de reserva, abiertas hacia el exterior a través de los poros. Fuente: Handreck y Black (1991).

Como consecuencia de la evolución del perfil en las turberas altas, se distinguen dos tipos de turba, en función de su grado de descomposición (Peningnsfeld y Kurzmman, 1983; Puustjärvi, 1994):

- 1) - Turba ligeramente descompuesta o turba "rubia", de color pardo-claro. Corresponde al estrato más superficial y es el formado más recientemente. Es ampliamente utilizada como sustrato hortícola, ya que está poco descompuesta y conserva parcialmente la estructura de los musgos y las plantas que la integran. Posee excelentes propiedades físicas y químicas: es-

estructura mullida, porosidad elevada, alta capacidad de retención de agua, elevado contenido en aire, baja densidad aparente, elevada capacidad de intercambio catiónico y baja salinidad.

- 2) - Turba fuertemente descompuesta o turba "negra", de color oscuro. Es la turba más antigua y ocupa los estratos inferiores. Desde el punto de vista hortícola presenta una calidad inferior, ya que ha perdido prácticamente su estructura y posee una capacidad de aireación y de retención de agua asimilable más bajas. Sin embargo, la congelación natural de estas turbas negras durante la estación fría ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante al menos 3 días) mejora significativamente su calidad y las hace muy adecuadas para la preparación de sustratos. La congelación del agua en la masa de turba provoca la disgregación de las sustancias coloidales, resultando en una estructura más suelta y en un incremento del volumen poroso, de la capacidad de retención de agua y de la aireación.

Las turberas de transición, típicas del centro de Europa (R.F. Alemana) (figura 4), muestran características intermedias entre las turberas bajas y las altas. Se han desarrollado en parte sobre un lago previamente rellenado, y en parte por encharcamiento de un bosque, una vez que falló el suministro de agua y nutrientes desde el fondo, y se había alcanzado la fase de turbera de cárices o de turbera arbolada. Están caracterizadas por las distintas asociaciones vegetales que se han ido sucediendo durante su formación (figura 5).

Para conocer el grado de descomposición (humificación) de las turbas, se utiliza el método de Von Post o "del estrujado": una muestra de turba saturada de agua se comprime con los dedos de la mano y se evalúa su grado de descomposición, que puede variar desde H-1 (nada descompuesta) hasta H-10 (completamente humificada), según el color del agua que escurre, la cantidad de papilla de turba que



Fig. 4.- Vista de una turbera alemana, en la que pueden distinguirse los montones con los bloques de turba, extraídos por el método industrial del "corte".

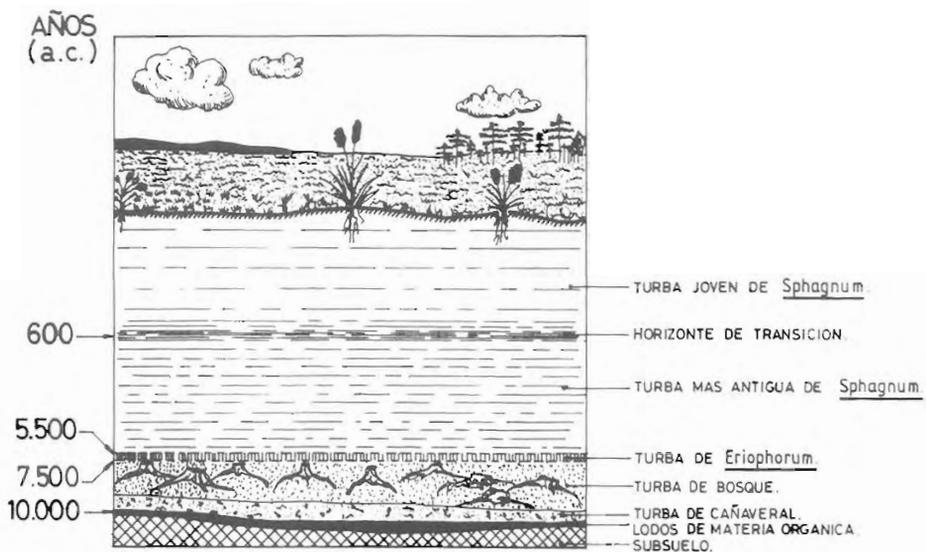


Fig. 5.- Evolución del perfil de una turbera de transición medioeuropea, formada en parte sobre un lago rellenado, y en parte por encharcamiento de un bosque.
Fuente : Penningsfeld y Kurzmann (1983); Strasburger *et al.* (1986).

pasa entre los dedos y la estructura de las plantas que la integran (tabla 4).

8.-CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LAS TURBAS Y SUS MEZCLAS

Se encuentra una gran variabilidad en las propiedades físicas y químicas entre las diferentes turbas existentes en el mercado, relacionada con diferencias en la composición botánica, las condiciones de formación, el grado de descomposición, el procedimiento industrial seguido para su extracción y elaboración, el tamaño de las partículas, el nivel de fertilización, etc.

Tabla 4.- Grado de descomposición, según la escala de Von Post, en diferentes tipos de turbas.

Turba	Grado de descomposición	Descripción
<i>Sphagnum</i> rubia	H1-H3	Sin descomponer a algo débilmente humificada
De transición/ <i>Sphagnum</i> negra	H4-H6	Débilmente humificada a algo descompuesta
Herbácea negra	H7-H10	Fuertemente descompuesta a completamente humificada

Fuente: Abad y Noguera (1985).

En este apartado se presentan y discuten las propiedades físicas, físico-químicas y químicas de las turbas *Sphagnum*, las más utilizadas en la producción de plántulas de semillero.

Desde un punto de vista general, las características más importantes de las turbas *Sphagnum*, son (Penningsfeld y Kurzmann, 1983; Puustjärvi, 1994): estructura mullida, bajas densidades aparente y real, porosidad total elevada, suficiente contenido de aire, alta capacidad de retención de agua total y disponible (asimilable), pH ácido, salinidad reducida, elevada capacidad de cambio catiónico, alto contenido en materia orgánica y bajo nivel de nutrientes asimilables.

8.1.- Propiedades físicas

Las propiedades físicas de las turbas son de primerísima importancia. Una vez que la turba esté en el contenedor (alvéolo), y la plántula esté creciendo en él, no es posible modificar prácticamente las características físicas básicas de dicha turba. Esto contrasta con las características químicas de las turbas, muchas de las cuales pueden ser modificadas mediante técnicas de cultivo apropiadas, realizadas por el propio viverista.

En la tabla 5 se presentan las propiedades físicas más importantes de una turba *Sphagnum* rubia y otra negra congelada, ambas para semilleros, en comparación con las de una turba herbácea negra.

Tabla 5.- Propiedades físicas de las turbas. Influencia de la composición botánica y el grado de descomposición.

Propiedad	Turba		
	<i>Sphagnum</i> rubia	<i>Sphagnum</i> negra	Herbácea negra
Índice de grosor (%)	46	42	—
Densidad aparente (g/cm ³)	0,07	0,14	0,08
Densidad real (g/cm ³)	1,46	1,47	1,43
Espacio poroso total (% vol.)	96	91	94
Capacidad de aireación (% vol.)	41	18	15
Agua fácilmente disponible (% vol.)	25	28	18
Agua de reserva (% vol.)	6	7	8
Agua totalmente disponible (% vol.)	31	35	26
Agua difícilmente disponible (% vol.)	24	38	53
Capacidad de retención de agua (mL/L)	687	804	741
Mojabilidad (min.)	17	3	< 0,5
Contracción (% vol.)	22	34	90

Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.

La distribución del tamaño de las partículas, estimada por el índice de grosor (porcentaje acumulado, en peso, de las partículas con diámetro superior a 1mm), fue muy similar en ambas turbas *Sphagnum*, situándose alrededor del 44%. La densidad aparente de la turba *Sphagnum* negra fue el doble de la de la turba rubia (0,14 vs. 0,07 g/cm³). La porosidad total de esta última turba superó el 95% de su volumen, no llegándose a alcanzar el 92% (vol.) en la turba de musgo negra. Se encontró una gran diferencia en la capacidad de aireación entre las dos turbas *Sphagnum*; la turba rubia mostró un elevadísimo contenido de aire, superior al 40% (vol.), mientras que la negra no llegó a alcanzar el límite inferior del intervalo óptimo para dicha propiedad (18% vol.). Ambas turbas mostraron una capacidad de retención de agua disponible total muy similar, alrededor del 33% (vol.). La turba negra retuvo cantidades elevadas de agua difícilmente disponible (38% (vol.), frente a sólo el 24% (vol.) en la turba rubia) y una cantidad total de agua superior a la turba rubia (804 vs. 687 mL/L de sustrato). Aquella turba de musgo fuertemente descompuesta mostró también una mojabilidad muy superior a la turba rubia; el tiempo necesario para la infiltración de 10 mL de agua destilada a través de la superficie de una muestra de turba seca a 40 °C, varió entre 3 (turba negra) y 17 minutos (turba rubia). La turba *Sphagnum* negra se contrajo en mayor grado que la rubia, cuando ambas se dejaron secar completamente.

Las características físicas de siete turbas *Sphagnum* rubias para semilleros, con orígenes diferentes, se recogen en la tabla 6. En líneas generales, los niveles de dichas propiedades físicas se mantuvieron dentro de los intervalos óptimos señalados en la tabla 1. No obstante, merecen destacarse dos situaciones.

Tabla 6.- Propiedades físicas de las turbas *Sphagnum* rubias. Influencia del origen.

Propiedad	Origen de la turba (*)						
	ALE 1	ALE 2	CHE	FIN	LET	RUS 1	RUS 2
Índice de grosor (%)	57	35	43	37	36	23	27
Densidad aparente (g/cm ³)	0,10	0,12	0,24	0,09	0,09	0,09	0,13
Densidad real (g/cm ³)	1,50	1,54	1,55	1,50	1,61	1,55	1,50
Espacio poroso total (% vol.)	93	92	84	94	94	94	91
Capacidad de aireación (% vol.)	35	26	23	24	30	41	29
Agua fácilmente disponible (% vol.)	24	31	26	35	32	27	26
Agua de reserva (% vol.)	7	7	6	6	6	5	6
Agua totalmente disponible (% vol.)	31	38	32	41	38	32	32
Agua difícilmente disponible (% vol.)	27	28	29	29	26	21	30
Capacidad de retención de agua (mL/L)	583	658	557	697	720	624	750
Contracción (% vol.)	31	26	27	17	21	26	26

(*) ALE 1 = Alemana, origen 1; ALE 2 = Alemana, origen 2; CHE = Checoslovaca; FIN = Finlandesa; LET = Letona; RUS 1 = Rusa, origen 1; RUS 2 = Rusa, origen 2.

Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.

Primera, la distribución del tamaño de las partículas, estimada por el índice de grosor, varió ampliamente entre las siete turbas estudiadas, desde el 23% hasta el 57%, lo que afecta a las relaciones aire-agua del sustrato y, consecuentemente, a su programa de riegos. Un ejemplo de la influencia del tamaño de las partículas sobre las propiedades físicas de la turbas se muestra en la tabla 7, para una turba *Sphagnum rusa*. El aumento en el tamaño de las partículas se traduce en un incremento en el contenido de aire y en una reducción de la capacidad de retención de agua total y disponible (o asimilable).

Tabla 7.- Propiedades físicas de una turba *Sphagnum rusa*, con diferentes tamaños de partícula.

Índice de grosor (%)	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Espacio poroso total (% vol.)	Capacidad de aireación (% vol.)	Agua total disponible (% vol.)	Capacidad de retención de agua (mL/L)
23	Fina	0,087	94,1	41,1	32,5	623,9
55	Media	0,078	94,4	52,9	20,0	528,9
65	Gruesa	0,056	96,2	67,5	16,0	306,6

Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.

Y segunda, la turba de origen checoslovaco exhibió unas características poco favorables: densidad aparente muy elevada, baja porosidad para el aire y el agua (inferior al 85% de su volumen) y capacidad de retención de agua reducida.

En las condiciones climáticas del Mediterráneo español, es frecuente la mezcla de turbas *Sphagnum* rubias y negras, con objeto de mejorar las propiedades físicas de aquellas, especialmente su mojabilidad y su capacidad de retención de agua. La influencia de la mezcla o combinación de turbas rubias y negras, en diferentes proporciones, sobre las propiedades físicas de las mezclas resultantes, se presenta en la tabla 8.

8.2.- Propiedades físico-químicas y químicas

La experiencia demuestra que las características físico-químicas y químicas de las turbas son factores limitantes prioritarios de procesos tales como el abonado y la fertirrigación, de gran actualidad e impacto en el cultivo y la producción de las plántulas de semillero.

En la tabla 9 se recogen las propiedades físico-químicas y químicas más importantes de una turba *Sphagnum* rubia y otra negra, en comparación con las de una turba herbácea fuertemente descompuesta. El pH de las turbas *Sphagnum* fue fuertemente ácido, inferior a 4,0, poniendo de manifiesto la necesidad de encalado de estas turbas con objeto de incrementar dicho pH hasta el nivel óptimo. La salinidad de la turba, estimada por la conductividad eléctrica del extracto de saturación, resultó muy baja, alrededor de 0,5 dS/m. Los niveles de los

Tabla 8.- Propiedades físicas de las mezclas de turba *Sphagnum* rubia y negra. Influencia de las proporciones en la mezcla.

Propiedad	Mezcla de turba rubia : turba negra (vol : vol)		
	25:75	50:50	75:25
Densidad aparente (g/cm ³)	0,12	0,10	0,09
Espacio poroso total (% vol.)	92	93	94
Capacidad de aireación (% vol.)	21	28	32
Agua fácilmente disponible (% vol.)	33	30	30
Agua de reserva (% vol.)	6	6	6
Agua total disponible (% vol.)	39	36	36
Agua difícilmente disponible (% vol.)	32	29	26
Capacidad de retención de agua (mL/L)	773	718	677
Mojabilidad (min.)	4	11	12
Contracción (% vol.)	25	21	19

Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia

Tabla 9.- Propiedades físico-químicas y químicas de las turbas. Influencia de la composición botánica y el grado de descomposición.

Propiedad	Turba		
	<i>Sphagnum</i> rubia	<i>Sphagnum</i> negra	Herbácea negra
pH (extracto de saturación)	3,9	3,3	6,3
Conductividad eléctrica (extracto de saturación; dS/m, 20°C)	0,4	0,6	6,6
Capacidad de cambio catiónico (m.e./100 g)	99	139	252
Materia orgánica (%)	98	97	84
Cenizas (%)	2	3	16
Nutrientes asimilables: (extracto de saturación; ppm)			
N-NO ₃ ⁻	20	63	69
P	0.5	0,6	0,6
K	17	36	75
Ca	16	13	375
Mg	9	16	166

Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.

nutrientes asimilables fueron también muy bajos en estas turbas de musgo e inferiores a los de la turba herbácea negra (especialmente para potasio, calcio y magnesio), siendo necesaria la aplicación de nutrientes extra, mediante la técnica de la fertilización, con objeto de permitir completar el ciclo vegetativo de las plántulas. La capacidad de cambio catiónico de las turbas fue muy elevada y aumentó con su grado de descomposición. Los niveles de materia orgánica se situaron por encima del 95%.

En la tabla 10 se presentan los intervalos de variación de las propiedades físico-químicas y químicas correspondientes a varias turbas *Sphagnum* rubias y mezclas de éstas con turbas negras, todas ellas comercializadas para semilleros. Se caracterizaron un total de 7 turbas rubias y 5 muestras (mezclas de turbas).

Tabla 10.- Intervalos de variación de las propiedades físico-químicas y químicas (método del extracto de saturación) correspondientes a turbas *Sphagnum* rubias y mezclas de éstas con turbas negras. Datos obtenidos a partir de 7 turbas rubias y 5 muestras (mezclas).

	Intervalo de variación	
	Turbas rubias	Mezclas
pH	3,7 - 7,1	4,8 - 5,9
Conductividad eléctrica (dS/m, 20°C)	0,4 - 4,6	1,8 - 3,3
Nutrientes asimilables (ppm):		
N-NO ₃ ⁻	<10 - 3.510	443 - 1.574
P	0,7 - 83	8 - 51
K	17 - 326	75 - 236
Ca	22 - 630	190 - 436
Mg	7 - 205	23 - 147
Fuente: Laboratorio de Sustratos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia.		

Se encontraron unas diferencias muy marcadas en el pH, la salinidad y los nutrientes asimilables entre las siete turbas rubias estudiadas, relacionadas evidentemente con diferencias en la corrección del pH (encalado) y el grado o nivel de fertilización de las mismas. Así, por ejemplo, el pH varió desde fuertemente ácido (3,7) hasta neutro (7,1), haciéndolo la salinidad y el contenido en nutrientes asimilables desde niveles muy bajos, claramente a falta de abonado de fondo, hasta muy elevados, sobrepasando el límite superior de los intervalos óptimos, como consecuencia de una fertilización excesiva. Estas características de las turbas rubias deberían aparecer claramente reflejadas en las etiquetas de los sacos, con objeto de orientar a los viveristas sobre los programas de fertilización a aplicar a dichas turbas.

Las mezclas de turbas rubias y negras, por el contrario, mostraron unos intervalos de variación mucho más estrechos, manteniéndose generalmente los niveles de sus propiedades químicas dentro de los intervalos óptimos o estándar.

9.-NUEVOS MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS EN LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE SEMILLERO. MATERIALES ALTERNATIVOS Y/O SUSTITUTIVOS

Como ya se ha señalado en el epígrafe 6, entre los diferentes materiales empleados en la formulación de los medios de cultivo de las plántulas de semillero, las turbas *Sphagnum* han sido los más ampliamente utilizados durante muchos años. Sin embargo, se ha emprendido recientemente una activa búsqueda de materiales alternativos y/o sustitutivos de estas turbas en numerosas partes del mundo, siendo sus principales razones (Verdonck, 1984; Raviv *et al.*, 1986): 1) - El elevado coste de la turba hortícola de calidad, particularmente en países sin recursos locales de turba *Sphagnum*, y 2) - Su cuestionable disponibilidad futura, por motivos ecológicos, ya que las reservas de turba no son renovables e intervienen, además, como potentes centros "sumidero" del CO₂ atmosférico.

Ello ha conducido a la utilización de materiales alternativos y/o sustitutivos de las turbas, particularmente autóctonos, con una disponibilidad local.

En este contexto, y con objeto de proceder a la transformación ecológica y al reciclaje de los materiales de desecho, numerosos residuos y subproductos agrícolas, industriales y urbanos, están siendo utilizados con éxito como constituyentes de los medios de cultivo de las plántulas de semillero (figura 6). Como han demostrado múltiples investigaciones llevadas a cabo durante los últimos años, el sector de los sustratos de cultivo es capaz de acoger a muchos materiales que son residuos y subproductos de nulo o escaso valor, facilitando



Fig. 6.- Plántulas de tomate (cv. "Río Fuego") producidas con compost de residuos y subproductos orgánicos como sustrato, sometido a diferentes tratamientos. Compost 22 = Mezcla de bagazo de sorgo + corteza de pino + urea. Compost 25 = Mezcla de bagazo de sorgo + corteza de pino + lodo de depuración de aguas residuales de fábrica cervecera. T = Sustrato testigo, a base de turbas *Sphagnum*.

así una demanda creciente de materiales y, a la vez, revalorizando dichos productos.

Finalmente, señalar que se están introduciendo en nuestro país residuos y subproductos biodegradables y no contaminantes, ya conocidos y utilizados como sustratos en otros países europeos y americanos. Entre éstos, merece ser destacada la fibra o polvo de coco, obtenida después de que la cáscara del coco ha sido procesada para conseguir las fibras más largas, que se destinan a la fabricación de cuerdas, esteras, tapicerías, etc (figura 7).

En la tabla 11 se presenta un listado de los residuos y subproductos generados en diferentes actividades de producción y consumo, los cuales pueden ser susceptibles de utilizar como sustratos en el cultivo de las plántulas de semillero y en otras muchas aplicaciones de los cultivos sin suelo.

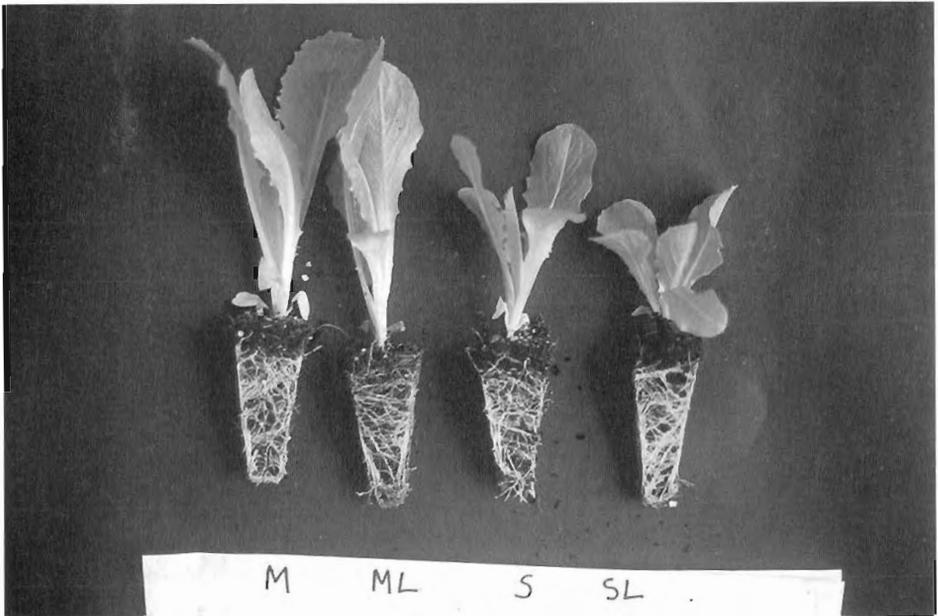


Fig. 7.- Plántulas de lechuga (cv. "Inverna-Olga") producidas sobre fibra de coco, sometida a distintos tratamientos experimentales.

Tabla 11.- Materiales residuales y subproductos generados en diferentes actividades de producción y consumo, susceptibles de ser utilizados como sustratos.

Actividad	Residuo/subproducto
Explotación agrícola	Compost de champiñones ya utilizado, pajas de cereales, restos de poda, etc.
Explotación forestal	Cortezas, serrín y virutas de la madera, residuos del corcho, tierra de bosques, etc.
Explotación ganadera	Estiércoles, gallinaza, pieles y lana, etc.
Explotación minera y construcción	Estériles del carbón, tierras y arenas de rebajes, tierra volcánica, etc.
Industria agroalimentaria	Cascarilla de arroz, fibra de coco, orujos de uva y de aceituna, residuos de café y de cacao, etc.
Industria siderúrgica	Escoria cristalizada de horno alto.
Industria textil	Algodón, fibras acrílicas, lana, etc.
Núcleos urbanos	Lodos de depuración de aguas residuales, residuos sólidos urbanos, restos de poda de jardinería urbana, etc.

10.-BIBLIOGRAFIA

- Abad, M., 1991. Los sustratos horticolas y las técnicas de cultivo sin suelo. En: La Horticultura Española en la C.E. Eds. L. Rallo y F. Nuez. pp. 270-280. Ediciones de Horticultura S.L., Reus.
- Abad, M., 1992. Los sustratos horticolas: Características y manejo. Actas del II Congreso Nacional de Fertilización, Almería, 1991, pp. 1-15.
- Abad, M., Martínez, P.F., 1995. Los sustratos horticolas y los cultivos sin suelo en España. Importancia, evolución y perspectivas. Boletín Informativo de la Sociedad Española de Ciencias Horticolas (SECH), Año VIII, Número 1, pp. 1-2.
- Abad, M., Noguera, V., 1985. Las turbas como material primario de los sustratos horticolas. Origen, propiedades y composición de las turbas naturales. Agricultura, 638:716-722.
- Abad, M., Noguera, V., Martínez, M.D., Herrero, M.A., Fornes, F., Martínez, J., 1990. Propiedades físicas y químicas de medios de cultivo a base de turba negra y su relación con el crecimiento de las plantas. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales, 5:247-258.
- Abad, M., Martínez, P.F., Martínez, M.D., Martínez, J., 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Actas de Horticultura, 11:141-154.
- ADAS (Agricultural Development and Advisory Service), 1988. Guide to the Interpretation of Analytical Data for Loamless Composts. Circular No. 25. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 2 pp.
- André, J.P., 1981. Structure morphologique des tourbes en relation avec leurs propriétés physiques. P.H.M. Revue Horticole, 221:19-21.

- Ansorena, J., 1994. *Sustratos. Propiedades y Caracterización*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 172 pp.
- AS-3743 (Australian Standard 3743), 1993. *Australian Standard for Potting Mixes*. 2nd ed. Standards Australia, Standards Association of Australia, Homebush, NSW. 28 pp.
- Barkham, J.P., 1993. For peat's sake: Conservation or exploitation?. *Biodiversity Conservation*, 2:556-566.
- Blanc, D. (dir.), 1987. *Les Cultures hors Sol*. 2e éd. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris. 409 pp.
- Bunt, A.C., 1988. *Media and Mixes for Container-Grown Plants*. 2nd ed. Unwin Hyman Ltd., London. 309 pp.
- Cadahía, C., Eymar, E., 1993. Caracterización química y físico-química de sustratos. *Actas de Horticultura*, 11:19-25.
- De Boodt, M., 1975. Caractères physiques et disponibilité en eau des substrats. *Annales de Gembloux*, 81:59-72.
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I., 1974. Method for measuring the waterrelease curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, 37:2.054-2.062.
- FAO, 1990. *Soiless Culture for Horticultural Crop Production*. FAO Plant Production and Protection Paper No. 101. FAO, Rome. 188 pp.
- Gras, R., 1983. Quelques propriétés physiques des substrats horticoles. III. Caractéristiques des principaux substrats horticoles. *P.H.M. Revue Horticole*, 233:61-65.
- Handreck, K.A., Black, N.D., 1991. *Growing Media for Ornamental Plants and Turf*. 2nd ed. New South Wales University Press, Kensington, NSW. 401 pp.
- Martínez, F.X., 1993. Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. *Actas de Horticultura*, 11:55-66.
- Penningsfeld, F., Kurzmann, P., 1983. *Cultivos Hidropónicos y en Turba*. 2ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 343 pp.
- Puustjärvi, V., 1994. *La Turba y su Manejo en Horticultura*. Ediciones de Horticultura S.L., Reus. 123 pp.
- Raviv, M., Chen, Y., Inbar, Y., 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. In: *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Eds. Y. Chen and Y. Avnimelech. pp. 257-287. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Schmilewski, G.K., 1984. Aspects of the raw material peat - Resources and availability. *Acta Horticulturae*, 150:601-610.
- Strasburger, E., Noll, F., Schenck, H., Schimper, A.F.W., Von Denffer, D., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., Ziegler, H., 1986. *Tratado de Botánica*. 7ª ed. Editorial Marín S.A., Barcelona. 1.098 pp.
- Verdonck, O., 1984. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. *Acta Horticulturae*, 150:467-473.

VIRUS TRANSMITIDOS POR SEMILLA EN ESPECIES HORTÍCOLAS.

**Autora: MARISOL LUIS ARTEAGA
Servicio de Investigación Agraria de la
Diputación General de Aragón.
Zaragoza**

INTRODUCCION

La transmisión de virus a través de las semillas es una característica de algunos virus de plantas. Este tema ha sido objeto de revisiones amplias, existiendo varios trabajos en los que figuran relaciones de virus transmitidos por la semilla y tratan además sobre otros aspectos y factores implicados en la transmisión. En una publicación reciente de MINK (1993), el número de virus que son transmitidos por la semilla de alguna de sus especies huéspedes, cultivadas y/o silvestres, asciende a 105, excluyendo los pertenecientes al grupo Cryptovirus, todos ellos transmisibles a través de la semilla o el polen. A partir de dicha relación, se ha elaborado el cuadro 1 en el que figuran los virus, presentes en España, en los que se ha citado transmisión por semilla en especies hortícolas, junto con otras características: grupo taxonómico, vectores y forma de transmisión.

La transmisión de virus a través de las semillas juega un papel importante en la expansión y supervivencia de los virus y constituye, a veces, la modalidad

Cuadro 1.- Relación de virus, descritos en España, que pueden ser transmitidos por la semilla de especies hortícolas.

Virus-nombre	Grupo taxonómico	Especies transmisión semilla	Vectores forma de transmisión
Mosaico de la alfalfa (AMV)	Grupo del AMV	Pimiento (variedades picantes)	Afidos. No persistente
Mosaico de la calabaza (SqMV)	Comovirus	Melón, Calabaza y Calabacín	Coleópteros Mecánica. contacto
Mosaico común de la judía (BCMV)	Potyvirus	Judía	Afidos. No persistente
Mosaico de la lechuga (LMV)	Potyvirus	Lechuga	Afidos. No persistente
Manchas necróticas del melón (MNSV)	Carmovirus	Melón	Hongos: <i>Ospidium</i> (zoosporas)
Mosaico del pepino (CMV)	Cucumovirus	Judía y Espinaca	Afidos. No persistente
Mosaico moteado verde del pepino (CGMMV)	Tobamovirus	Pepino y Sandía	Mecánica. Contacto
Mosaico del tomate (ToMV)	Tobamovirus	Tomate	Mecánica. Contacto
Moteado suave del pimiento (PMMV)	Tobamovirus	Pimiento	Mecánica. Contacto
Enanismo ramificado del tomate (TBSV)	Tombusvirus	Tomate; ¿Pimiento?	Desconocido

principal de perpetuación y diseminación de los mismos en el tiempo y en el espacio. La frecuencia de transmisión es variable y, aunque puede llegar a afectar al 100% de las semillas, habitualmente no excede del 50%. Hay varios factores que influyen en la frecuencia de transmisión: interacción virus-huésped, época de infección en relación al estado de la planta y condiciones ambientales, principalmente la temperatura. La tasa de transmisión por semilla no es necesariamente un buen indicador del significado epidemiológico. Porcentajes bajos de transmisión, unido a una expansión secundaria por insectos vectores, puede dar lugar a la introducción de virus en áreas nuevas y a la producción de epidemias de enfermedades virales.

La utilización de semilla en la que cierta proporción es portadora de virus da lugar a la existencia de plantas enfermas, distribuidas al azar en las parcelas desde las fases iniciales del cultivo, que constituyen focos primarios de infección, a partir de las cuales el virus puede ser diseminado mediante vectores y otras formas de transmisión. La transmisión por la semilla de especies silvestres constituye una forma eficaz de conservación del virus en la naturaleza; las plantas enfermas actúan igualmente como fuente de virus.

En el caso de los virus transmitidos mecánicamente o por contacto, la manipulación de las plantas durante el trasplante y otras operaciones culturales permite la expansión de la enfermedad a partir de las plantas enfermas procedentes de semilla, y, aunque la proporción de semillas enfermas sea baja, el cultivo puede llegar a contaminarse totalmente.

Los virus pueden estar localizados en diferentes partes de la semilla, fuera del embrión, como contaminantes de la superficie de la semilla o en las envueltas de la misma, y dentro del embrión. El número de virus que presentan transmisión por la semilla y están localizados fuera del embrión es escaso. Normalmente se trata de virus muy estables o que alcanzan concentraciones muy elevadas en la planta, como los tobamovirus. El virus del mosaico del tomate (ToMV) es transmitido por las semillas de tomate bajo esta modalidad. La transmisión de virus por la semilla con localización del virus en el embrión es característica de varios virus, entre ellos: mosaico de la lechuga (LMV), mosaico común de la judía (BCMV) y mosaico de la calabaza (SqMV).

De una manera general, el control de las enfermedades producidas por virus en las que existe transmisión por la semilla pasa necesariamente por la utilización de semilla libre de virus. Para obtener semilla libre de virus deben ser utilizados métodos diferentes, dependiendo de la modalidad de transmisión, dentro o fuera del embrión. En el caso de transmisión fuera del embrión, es posible la aplicación de métodos físicos y/o químicos a la semilla para eliminar la infectividad del virus, entre ellos la termoterapia con calor seco y la inmersión en ciertas soluciones de productos químicos durante períodos variables. Cuando el virus está localizado dentro del embrión, la obtención de semillas sin virus debe hacerse a partir de plantas sanas, cultivándolas en las condiciones de aislamiento necesarias para evitar que se contaminen durante el cultivo. Es necesario, además, verificar el estado sanitario de las semillas.

A continuación se revisan las características más importantes de los virus citados en España que pueden ser transmitidos por la semilla de especies hortícolas.

1. VIRUS DEL MOSAICO DE LA ALFALFA (Alfalfa Mosaic Virus = AMV)

Tiene distribución geográfica mundial y una gama muy amplia de plantas huéspedes, tanto cultivadas como silvestres; se han citado 599 especies pertenecientes a 245 géneros de 68 familias. En España, al menos alfalfa, tomate y pimiento son infectados de forma natural por AMV. Su incidencia en pimiento y tomate no suele ser elevada, aunque en los casos en que hay parcelas de alfalfa cercanas su frecuencia puede incrementarse.

El AMV es miembro único de un grupo con el mismo nombre. Tiene partículas baciliformes de seis tamaños diferentes, la más larga de 60 nm aproximadamente, en las cuales hay cuatro componentes de ARN de cadena sencilla distribuidas de forma separada; el genoma está constituido por los tres ARNs más largos y el cuarto es un ARN subgenómico que lleva la información genética para la proteína de la cápsida; para producir infección son necesarios los tres ARN genómicos y el ARN cuarto o la envuelta proteica.

Experimentalmente es transmisible por inoculación de savia con facilidad. Su forma de transmisión natural es por áfidos según el modo no-persistente. También es transmisible a través de la semilla de algunas especies huéspedes como alfalfa, variedades picantes de pimiento y *Nicandra physalodes*. En alfalfa la frecuencia de transmisión no decrece con el almacenamiento y la transmisión es a través del polen más que a través de los óvulos. La información sobre la transmisión por la semilla de pimiento es muy reducida. La única referencia conocida es de 1959; en ella se señala una tasa de transmisión de 1-5% en variedades picantes. En España no hay referencias de que exista transmisión por semilla.

En pimiento produce un mosaico vivo en las hojas jóvenes que al principio no se distingue del producido por otros virus en las fases iniciales de la infección. Posteriormente, las hojas intermedias presentan mosaico en manchas blanco-amarillentas, de forma y extensión variable, muy visibles (figura 1). Los primeros síntomas sobre hojas jóvenes son a veces necróticos, seguido de deformación y mosaico. Los síntomas foliares pueden disminuir o desaparecer en verano y reaparecer en otoño. Se han descrito cepas capaces de producir necrosis graves en hojas y tallos. En frutos produce reducción del tamaño, rugosidades, deformación, necrosis y maduración imperfecta.

Como métodos de lucha hay que señalar la utilización de semilla sana. Dada la poca información sobre el tema, es recomendable que en las zonas donde existe el virus se descarten las plantas de pimiento sospechosas de infección por AMV como productoras de semilla. Conviene evitar la proximidad de cultivos de alfalfa que puede actuar como fuente de infección.



Fig. 1.- Planta de pimiento con mosaico foliar en manchas de color verde claro-amarillo producido por el virus del mosaico de la alfalfa (AMV).

Desconocemos la existencia de trabajos sobre comportamiento de variedades y fuentes de resistencia a AMV en pimiento.

Bibliografía

- JASPARS E.M.J., BOS L., 1980. Alfalfa mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. N° 229, 7pp. (N° 46 revised)
- LUIS ARTEAGA M., 1989. Virosis y micoplasmosis del pimiento en cultivo al aire libre en España. Identificación de virus y caracterización de cepas. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. Madrid, 215pp.
- CONTI M., MARTE M., 1983. Virosi e micoplasmos del peperone. L'Italia Agricola. Le virosi delle piante ortive, 120, 132-152.
- MARCHOUX G., GEBRE SELASSIE K., POCHARD E., 1986. Les maladies à virus des piments et poivrons. Phytoma-Défense des cultures, 6, 33-36.

2. VIRUS DEL MOSAICO DE LA CALABAZA (Squash Mosaic Virus=SqMV)

El virus del mosaico de la calabaza fue señalado en 1941 en EE.UU., donde está ampliamente distribuido en la mayoría de las zonas productoras de cucurbitáceas; también ha sido descrito en América del Sur e Israel. Probablemente ha sido introducido en otros países a través de semilla importada de América. Posteriormente ha sido encontrado en numerosos países de los cinco con-

tinentes, incluido España donde ha sido aislado de melón cultivado en invernadero en la zona de Almería.

Síntomas

Los síntomas provocados por este virus varían en función de la cepa de virus, de la variedad y de las condiciones del medio. La calabaza y el calabacín suelen ser más afectados por este virus que las otras cucurbitáceas; produce mosaico, deformación y filiformismo severo en hojas y protuberancias en frutos, que prácticamente no son comercializables. En pepino y sandía los síntomas son más suaves. En melón suele producir manchas de color verde oscuro junto a los nervios, seguido de deformaciones importantes o de una recuperación aparente, en hojas; en fruto se observan diferencias varietales considerables. Las variedades de tipo Cantaloup Charentais parecen particularmente sensibles y presentan mosaicos y deformaciones. También se produce reducción del rendimiento, al reducir el tamaño, peso y número de frutos, retraso de la maduración y reducción del número y peso de las semillas y del porcentaje de germinación.

En melón habitualmente los síntomas en plántulas procedentes de semilla infectada son muy evidentes desde el estado de primera hoja e indican la presencia de SqMV; unas veces se observan manchas de color verde oscuro situadas a lo largo de los nervios (veing banding) (figura 2) y otras mosaico y deformación de los bordes del limbo.

Agente causal

El virus del mosaico de la calabaza (SqMV) es miembro del grupo Comovirus. Tiene partículas isométricas de 30 nm aproximadamente. Es un virus de genoma dividido, constituido por dos moléculas de ARN; existen tres tipos de partículas del mismo tamaño que contienen uno de los dos ARN o ninguno.

Desde el punto de vista serológico se han descrito dos serotipos que además comportan diferencias biológicas. El serotipo I produce síntomas severos en melón y más suaves en calabaza; algunas cepas infectan la sandía y es transmitido por la semilla de calabaza, melón y sandía. El serotipo II no infecta sandía, produce síntomas suaves en melón y graves en calabaza, y se transmite por la semilla en calabaza. Los aislados encontrados en España pertenecen al serotipo I.

Transmisión

Existe transmisión a través de la semilla de *Cucurbita moschata*, *C. pepo*, *C. maxima*, *C. mixta*, *Cucumis melo* y *Chenopodium* spp., pero no parece que sea transmitido por las semillas de pepino.

La tasa de transmisión puede ser muy elevada; en melón se ha señalado hasta 94% de transmisión, pero normalmente se sitúan entre 1 y 10%. Varía dependiendo de la cepa de virus, la fecha de infección de la planta y del periodo

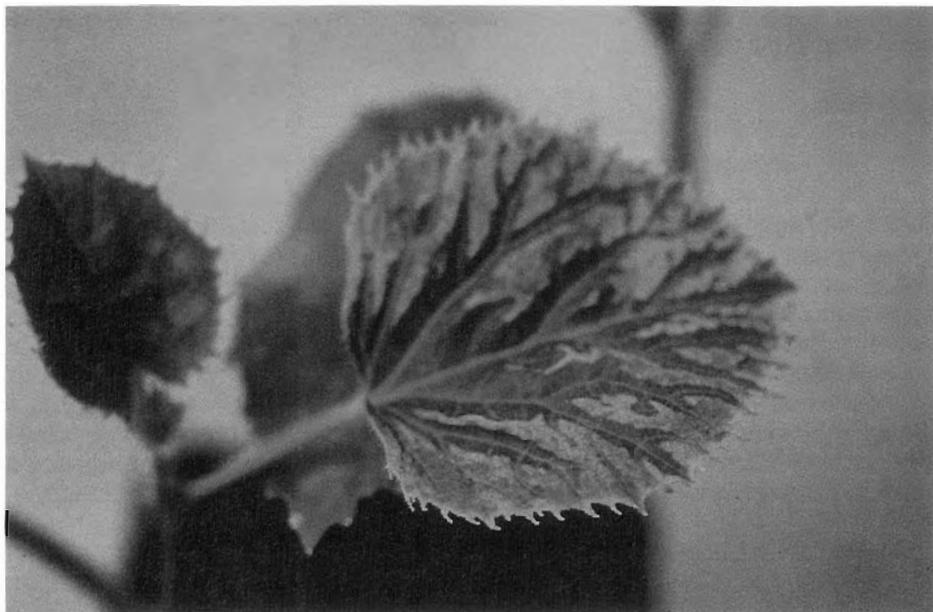


Fig. 2a.- Plántulas de melón con mosaico foliar en manchas verde oscuro situadas a lo largo de los nervios, asociado al virus del mosaico de la calabaza (SqMV).



Fig. 2b.- Plántulas de melón con mosaico foliar en manchas verde oscuro situadas a lo largo de los nervios, asociado al virus del mosaico de la calabaza (SqMV).

de conservación de las semillas. Las plántulas enfermas procedentes de semillas contaminadas constituyen el foco primario de infección. La transmisión del virus es a través del embrión. Además, los tegumentos externos de la semilla pueden estar contaminados también por virus, pero esta contaminación no parece que juegue un papel importante en la transmisión por semilla.

También es transmitido de forma mecánica por contacto entre hojas y durante las operaciones culturales (poda); en la práctica, sobre todo en los cultivos de invernadero, esta modalidad de transmisión es la principal vía de expansión del virus.

Los vectores naturales de SqMV son insectos masticadores (Crisomélidos: *Diabrotica* spp.; *Acalyma* spp.; Coccinélidos: *Epilachna chrysomelina* y Ortópteros: *Melanoplus differentialis*). Los vectores adquieren el virus en pocos minutos y pueden permanecer infecciosos varios días.

Control

Como métodos de lucha contra el SqMV cabe citar: utilización de semillas libres de virus; evitar la transmisión mecánica en las operaciones culturales; desinfectar las herramientas y material de poda (con fosfato sódico, alcohol); procurar tocar las plantas lo menos posible y arrancar precozmente las enfermas para reducir las posibilidades de diseminación ulterior. En los casos en que existan los vectores puede lucharse contra ellos mediante tratamientos insecticidas. Se ha señalado resistencia en *Cucumis metuliferus* y *Lagenaria siceraria*. También se ha señalado resistencia parcial al SqMV, especialmente a la transmisión por la semilla, en *C. melo* PI 161375.

Es necesario eliminar los lotes de semillas contaminados. Puede utilizarse el método ELISA, pero hay que tener en cuenta que se pueden detectar "falsos positivos" derivados de la presencia del virus en los tegumentos externos, cuando los análisis se hacen a partir de semilla. Es posible hacerlo a partir de las plántulas en estado cotiledón. LECOQ y colaboradores proponen un análisis en dos fases; en primer lugar, analizar por ELISA muestras de 50 semillas para detectar los lotes sospechosos y, si se encuentran casos positivos, estimar la tasa de transmisión analizando el porcentaje de plántulas infectadas en estado cotiledón. Otros autores proponen hacer el análisis utilizando el embrión germinado completo mejor que solamente el coleoptilo.

Bibliografía.

- CAMPBELL R.N., 1971. Squash Mosaic Virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. Nº 43, 4pp.
- DÍAZ M.V., SERRA M.T., DÍAZ J.R., 1989. Determinación del serotipo de dos aislados españoles del virus del mosaico de la calabaza (SqMV). Res. V Congreso Nac. Fitopatología, Badajoz, 17-20 Octubre. Sección Caracterización de patógenos y aspectos bioquímicos, pág. 11.
- FARIS-MUKHAYYISH S., MAKKOUK K.M., 1983. Detection of four seed-borne plant viruses by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Phytopath. Z., 106, 108-114.

- LECOQ H., PITRAT M., 1982. Note sur les virus des cucurbitacées présents en France. I.N.R.A.-C.R.A. d'Avignon-Montfavet, 29 pp.
- LECOQ H., PIQUEMAL J.-PH., MICHEL M.J., BLANCARD D., 1988. Virus de la mosaïque de la courge: Une nouvelle menace pour les cultures de melon en France?. P.H.M. Revue Horticole, 289 (8-9), 25-30.
- LOCKHART B.E.L., JEBBOUR F., LENNON A.M., 1985. Seed transmission of Squash Mosaic Virus in *Chenopodium* spp. Plant Disease, 69, 946-947.
- MAESTRO TEJADA C., 1992. Résistance du melon aux virus. Interaction avec les pucerons vecteurs. Analyse génétique sur des lignées haplodiploïdes. Thèse Docteur Sciences Université d'Aix-Marseille, 134 pp.
- NELSON M.R., KNUHTSEN H.K., 1973. Squash Mosaic Virus variability: epidemiological consequences of differences in seed transmission frequency between strains. Phytopathology, 63, 918-920.
- NELSON M.R., KNUHTSEN H.K., 1973. Squash Mosaic Virus variability : review and serological comparisons of six biotypes. Phytopathology, 63, 920-926.
- NOLAN P.A., CAMPBELL R.N., 1984. Squash Mosaic Virus detection in individual seeds and seed lots of cucurbits by enzyme-linked immunosorbent assay. Plant Disease, 68, 971-975.
- PROVVIDENTI R., 1981. Sources of resistance to viruses in *Lagenaria siceraria*. Cucurbit Genetics Cooperative, 4, 38-40.

3. VIRUS DEL MOSAICO COMUN DE LA JUDIA (Bean Common Mosaic Virus = BCMV)

Descrito inicialmente como bean mosaic virus en EE.UU. en 1917, actualmente está distribuido por todo el mundo. De forma natural infecta principalmente especies del Género *Phaseolus*, predominando *P. vulgaris*, y ocasionalmente otras especies Leguminosas. Su gama natural de huéspedes es limitada. Además de la judía común, *Phaseolus vulgaris* L., var. *aborigineus*, *Rhynchosia minima* (L.) DC. y especies tropicales silvestres de *Phaseolus*. Frecuentemente es difícil distinguirlo del virus del mosaico amarillo de la judía (BYMV), que tiene una gama de huéspedes más amplia y también es frecuente en judía.

Se han diferenciado diez cepas o patotipos por su patogeneidad frente a nueve grupos de cultivares diferenciales de *P. vulgaris*. De ellas NL1/US1, NL7, US5, US2 y NL4/US6 son cepas que no inducen necrosis. NL2, NL6, US3 Y US4 son cepas que inducen necrosis dependiendo de la temperatura. NL3, NL5 Y NL8 son cepas que inducen necrosis independientemente de la temperatura. Los cultivares diferenciales de judía se dividen en dos subgrupos principales: portadores o no del gen *I*, a los que pertenecen a su vez siete y cuatro grupos de variedades, respectivamente.

En judía reduce el rendimiento (hasta el 80%) y la calidad de las semillas.

En España, BCMV está extendido por todas las zonas de cultivo de judía. Se han encontrado los dos tipos de cepas, las que producen mosaico y las que producen necrosis.



Fig. 3.- Síntomas de mosaico y deformación foliar, asociados al virus del mosaico común de la judía (BCMV), en planta de judía.

Síntomas

En *Phaseolus vulgaris*, dependiendo de la cepa del virus y del genotipo del cultivar, pueden observarse principalmente dos tipos de síntomas: "mosaico común", asociado frecuentemente con deformación foliar (figura 3), y "raíz negra" que consiste en necrosis sistémica y muerte de la planta. A veces se observan también enrollamientos foliares, puntos amarillos y reducción del crecimiento. Los síntomas necróticos se dan en cultivares portadores del gen dominante / y en otros que, aunque no lo llevan, son muy sensibles a algunas cepas del virus. También se observa, a veces, decoloración en las vainas. El tipo y la gravedad de los síntomas depende del cultivar, cepa de virus y condiciones ambientales. Algunas combinaciones cepa-cultivar producen un mosaico foliar muy suave apenas discernible.

En plántulas de judía normalmente los síntomas son evidentes en el primer par de hojas verdaderas desde las primeras fases del desarrollo.

Agente causal

BCMV pertenece al grupo Potyvirus. Las partículas son filamentos flexuosos de 750x12-15 nm, que contienen ARN. El virus produce la formación de inclusiones cilíndricas en el citoplasma de las células infectadas.

Serológicamente está emparentado a otros *Potyvirus*, entre ellos al virus del mosaico amarillo de la judía (BYMV), que también infecta judía y del cual se distingue con dificultad.

Transmisión

El virus es diseminado entre las zonas de producción y entre estaciones principalmente en la semilla infectada. Durante la estación de cultivo, es transmitido por áfidos de forma no persistente; han sido citadas varias especies, algunas de las cuales no colonizan las plantas de judía pero transmiten el virus de forma eficaz, durante la migración de los individuos alados.

Es transmitido por la semilla en proporciones elevadas; esta característica es probablemente la causa de la infección primaria en el cultivo y de la distribución mundial del virus. La tasa de transmisión depende de varios factores: genotipo del cultivar, cepa de virus y época en que la planta es infectada. En las plantas infectadas después de la floración, la tasa de transmisión por semilla decrece notablemente. El virus puede conservarse en la semilla durante periodos largos de almacenamiento. Está localizado principalmente en el embrión; durante el proceso de maduración de la semilla, el virus localizado en las envueltas de la semilla se inactiva. Los genotipos portadores del gen dominante de necrosis, *I*, no transmiten el virus por la semilla. El virus puede ser transmitido también en el polen.

Artificialmente es transmisible por inoculación mecánica.

Control

Utilización de semilla libre de virus.

Utilización de variedades resistentes. Los trabajos realizados en Holanda han permitido encontrar siete genes que controlan la resistencia: un gen *I* que produce necrosis, cinco genes de resistencia específica de cepa *bc-1*, *bc-1²*, *bc-2*, *bc-2²* y *bc-3* y un gen *bc-n* inespecífico de cepa, complementario de los genes específicos de cepa. Los genes *bc-1* y *bc-1²* son alélicos, al igual que *bc-2* y *bc-2²*. Los cinco loci segregan independientemente o casi independientemente. Los 4 genes específicos de cepa, *bc-1* a *bc-2²*, tienen una relación gen a gen con los 4 genes de patogenicidad, probablemente presentes en las cepas de virus. El gen *bc-3* no ha sido sobrepasado por un gen de patogenicidad. Se han obtenido dos genotipos IVT 7214 e IVT 7233 resistentes a todas las cepas conocidas.

Bibliografía

- MORALES F.J., BOS L., 1988. Bean common mosaic virus. AAB Descriptions of Plant Viruses. N° 337, 6pp.
- HALL R., 1991. Diseases caused by viruses. En: Compendium of bean diseases. APS Press. USA, 36-56.
- CASTRO S., SAIZ M., CARAZO G., DE BLAS C., ROMERO J., 1991. Incidencia de virus en judías (*Phaseolus vulgaris* L.) españolas. Actas de Horticultura, 8, 189-192.

SAIZ ZALABARDO M., CARAZO MONGE G., ORTIZ GARCÍA R., BARRIRO GARCÍA J.M., DE BLAS BEORLEGUI C., CARTRO ROBLEDA S., Virus que afectan a las plantas de judía y garbanzo en España. Resúmenes VI Congreso S.E.F. y Latinoamericano de Fitopatología, 102.

DRIJFHOUT E., 1978. Genetic interaction between *Phaseolus vulgaris* and bean common mosaic virus with implications for strain identification and breeding for resistance. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, 98 pp.

4. VIRUS DEL MOSAICO DE LA LECHUGA (Lettuce Mosaic Virus = LMV)

El virus del mosaico de la lechuga está distribuido mundialmente, probablemente a consecuencia de los intercambios internacionales de semillas durante muchos años. Tiene una gama artificial de especies huéspedes amplia; el número de huéspedes naturales se eleva a 24, entre los cuales además de lechuga hay otras hortícolas: escarola, espinaca, garbanzo y guisante. Se han diferenciado cepas del virus en base a las diferencias de susceptibilidad y de agresividad de los síntomas en lechuga y guisante. También se han definido grupos de cepas en base a la interacción con genotipos sensibles y portadores de genes de resistencia en lechuga.

En España es un virus muy frecuente en lechuga. Sobre esta especie han sido encontrados aislados del virus que infectan a los cultivares susceptibles y aislados que producen síntomas graves sobre todos los cultivares, incluidos los portadores de genes de resistencia.

Síntomas

Los síntomas en plántulas son muchas veces bastante evidentes y permiten distinguir en semillero aquellas que están enfermas. Normalmente consisten en alteraciones del color, apareciendo zonas de color verde oscuro-verde claro (mosaico) en las primeras hojas; a veces se observan alteraciones del color y deformaciones en nervios y bordes foliares (figura 4).

En plantas adultas, los síntomas pueden variar dependiendo de las variedades; en casi todos los tipos de lechuga produce síntomas de mosaico y moteado. En lechugas de tipo Trocadero produce enanismo, acogollado defectuoso, moteado, amarilleo y deformación foliar. Dependiendo del cultivar y de la cepa de virus, pueden aparecer manchas necróticas y necrosis de nervios. Tanto en plantas jóvenes como adultas, son frecuentes clareamiento de nervios y alteraciones cromáticas (mosaico, color apagado), menos patentes en cultivares con pigmentos antocianicos. Cuando la infección es precoz, las hojas interiores no se desarrollan y las plantas no acogollan. En variedades rizadas de tipo Iceberg el mosaico y clareamiento de nervios son menos evidentes; habitualmente se observan manchas, enanismo y deformación foliar, en particular si la infección es precoz. En variedades de tipo Romana, las plantas con infección precoz manifiestan clareamiento de nervios y moteado, permanecen enanas y no llegan a formar un cogollo compacto. En todos los tipos de lechugas, el efecto del LMV es evidente durante la

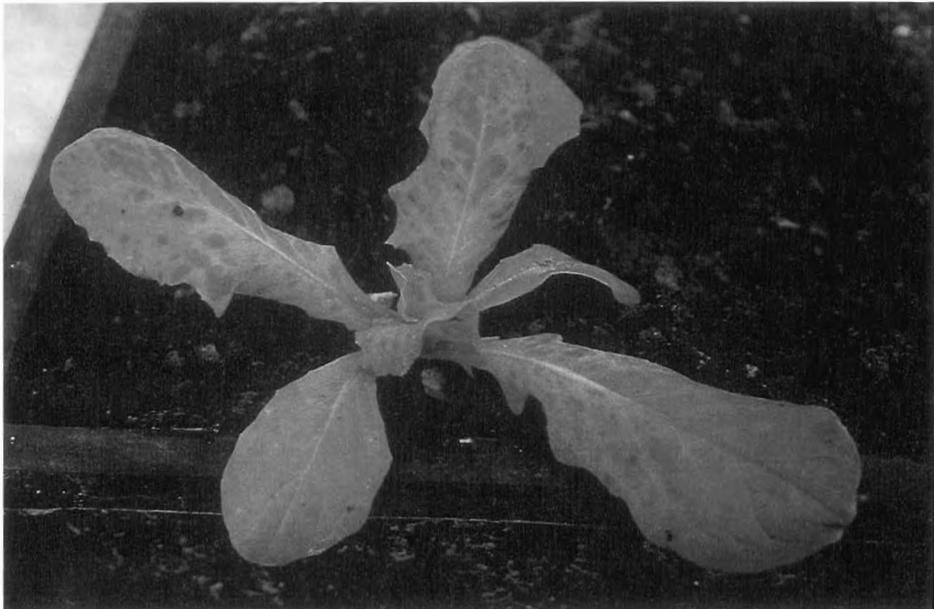


Fig. 4a.- Síntomas producidos por el virus del mosaico de la lechuga (LMV) procedente de la semilla en plántulas de lechuga. Mosaico en manchas verde oscuro sobre las primeras hojas en tipos Trocadero (4A).

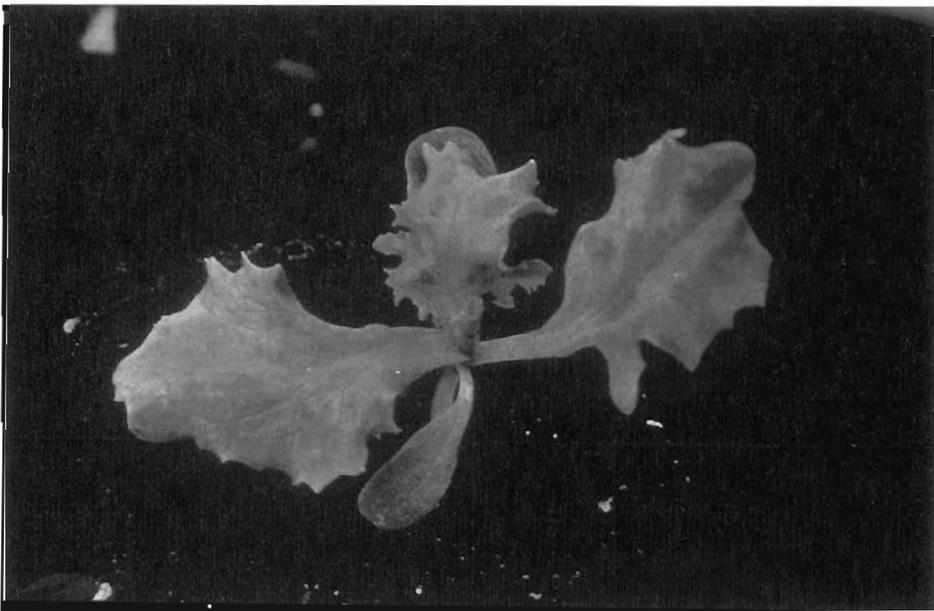


Fig. 4b.- Mismos síntomas en variedad de lechuga Batavia.



Fig. 4c.- Deformaciones y estrechamiento del limbo foliar en plántula de lechuga de tipo Romana causadas por el virus (LMV) del mosaico de la lechuga. Plántula sana a la izquierda y enferma a la derecha.

subida a flor: las plantas son enanas y las hojas de los tallos y de las inflorescencias muestran moteado (figura 5) y áreas necróticas. Los tallos florales son mucho más cortos y menos ramificados, con lo que se reduce la producción de semilla.

Se han descrito cepas muy agresivas que producen reducción fuerte del crecimiento, necrosis y, a veces, la muerte en los cultivares susceptibles. En los cultivares tolerantes, las cepas comunes producen desde ausencia de síntomas a moteado suave o manchas, dependiendo del genotipo del cultivar y de la fuente de resistencia, gen *g* o *mo*.

Agente causal

El virus del mosaico de la lechuga pertenece al grupo Potyvirus. Las partículas tienen forma de filamentos flexuosos de aproximadamente 750x13 nm y contienen ARN. Al igual que otros Potyvirus provoca la formación de inclusiones cilíndricas ("pinwheels") en el citoplasma de las células; no se han observado inclusiones intranucleares ni inclusiones amorfas en el citoplasma.

Transmisión

La forma de transmisión natural del LMV es por áfidos de modo persistente. Se han señalado varias especies transmisoras: *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Acyrtosiphon scariolae*, *A. pisum* y *Aphis gossypii*.



Fig. 5.- Alteraciones del color en hojas del tallo floral en lechuga, asociadas al LMV.

El virus es transmitido por la semilla de lechuga; se han señalado varias cifras (3-10%, 1-12%) respecto a la proporción de plántulas infectadas en las variedades susceptibles, dependiendo de la época de infección de la planta madre, de la variedad y de las condiciones ambientales. La transmisión se reduce si la infección tiene lugar cuando las plantas están en flor; temperatura baja durante el día produce tasa de transmisión mayor que temperatura alta.

Las variedades resistentes a las cepas comunes no transmiten el virus por la semilla o lo hacen en una proporción extremadamente baja. La transmisión puede tener lugar a través del polen y de los óvulos; el virus está localizado en el embrión y también en tegumentos, endospermo y pericarpio en concentración baja. Las cepas que sobrepasan la resistencia conferida por el gen *g* no son transmitidas por la semilla a un nivel detectable.

Se ha verificado que las semillas de lechuga portadoras de LMV son la fuente primaria de inóculo en campo y que la incidencia de la enfermedad está directamente relacionada con el nivel de contaminación del lote de semillas. Las exigencias y recomendaciones en cuanto a límites tolerados de semillas enfermas son variables. En Gran Bretaña y EE.UU. se consiguió en los años 70 un control adecuado de la enfermedad utilizando semilla en la que la infección era inferior al 0,1%. En California se han obtenido resultados satisfactorios adoptando programas de control basados en la utilización de semilla con un nivel de infección inferior a una semilla infectada en 30.000.

Los lotes de semillas han de ser muestreados y analizados para asegurar la ausencia de virus y/o verificar su estado sanitario. Inicialmente la comprobación se hacía con pruebas visuales de las plántulas. También se ha empleado la transmisión a especies indicadoras por inoculación mecánica utilizando las semillas como fuente de inóculo. Durante mucho tiempo se ha hecho inoculando mecánicamente *Chenopodium quinoa* Willd, tomando 10 muestras de 700 ó 500

semillas de cada lote. Actualmente el método más utilizado es el método ELISA, respecto al cual varios autores recomiendan analizar 20 submuestras de 100 semillas por lote.

Métodos de lucha

Para luchar contra la enfermedad, es necesario aplicar un control integrado combinando todos los métodos posibles: semilla libre de virus, cultivares resistentes, prácticas culturales (eliminación de especies silvestres huéspedes, evitar la proximidad entre plantaciones con siembras sucesivas, utilización de acolchado plateado), etc.

En lechuga se describió una resistencia en la variedad "Gallega de invierno", posteriormente confirmada como tolerancia, que está controlada por un gen recesivo denominado *g*. También se encontró resistencia en tres líneas egipcias de *Lactuca sativa*, controlada por el gen recesivo *mo*. Durante algún tiempo se pensó que ambos genes eran idénticos pero, en estudios recientes llevados a cabo en Francia (Montfavet) e Inglaterra (Wellesbourne), se ha demostrado que son alélicos o estrechamente ligados. El gen *g* ha sido utilizado por los mejoradores europeos, y ambos genes en EE.UU., para obtener variedades resistentes.

En algunas accesiones de *L. saligna* y *L. virosa* se ha encontrado resistencia a alguna cepa individual de LMV y a todas las cepas.

Bibliografía

- TOMLINSON J.A., 1970. Lettuce mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. N° 9. 4pp.
- DINANT S., LOT H., 1992. Lettuce mosaic virus. Plant Pathology, 41, 528-542.
- LOT H. 1983. Les maladies à virus des salades. I.N.R.A.-C.R.A. Avignon-Montfavet, 45 pp.
- Van VUURDE J.W.L., MAAT D.Z., 1983. Routine applications of ELISA for detection of lettuce mosaic virus in lettuce seeds. Seed Science and Technology, 11, 505-513.
- GROGAN R.G., 1980. Control of lettuce mosaic virus with virus free seed. Plant Disease, 64, 446-449.
- FALK B.W., PURCIFULL D.E., 1983. Development and application of an enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) test to index lettuce seeds for lettuce mosaic virus in Florida. Plant Disease, 67, 413-416.

5. VIRUS DE LAS MANCHAS NECROTICAS DEL MELON (Melon Necrotic Spot Virus = MNSV)

El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) fue descubierto inicialmente en Japón, en 1966, sobre melón cultivado en invernadero y, posteriormente, sobre melón en Francia, EE.UU. y Suecia, sobre pepino en Holanda y Gran Bretaña, y sobre sandía en Creta.

En España, desde 1984 han venido observándose síntomas característicos de la enfermedad en cultivos protegidos de melón en la zona de Almería y el virus fue detectado por transmisión a especies indicadoras. En 1987, se caracterizó un aislado español de MNSV obtenido de melón en dicha zona. La enfermedad se ha extendido considerablemente llegando a constituir un factor limitante para el cultivo de melón. En pepino ha sido detectado en un caso aislado a partir de frutos. En sandía de la misma zona, también ha sido detectado el virus en plantas con síntomas de marchitez y a partir de frutos con manchas internas de color pardo. En Zaragoza, en 1986 fue detectado en parcelas experimentales sobre plantas aisladas de melón, siendo probablemente la semilla la fuente de infección.

Síntomas

En todos los casos, melón, pepino y sandía, los síntomas empiezan con manchas cloróticas en las hojas jóvenes que rápidamente evolucionan a necróticas, extendiéndose a veces para formar manchas necróticas de gran tamaño que se desecan. En melón y sandía, se forman también estrías necróticas sobre los tallos; en algunos casos, las plantas enfermas se marchitan y a menudo mueren. En melón las estrías necróticas se dan frecuentemente en la base del tallo y pueden constituir el único síntoma de la enfermedad.

En frutos de melón, sandía y pepino se han observado manchas necróticas externas e internas. En pepino, cuando el MNSV se presenta en infección mixta con el virus del mosaico moteado verde del pepino (CGMMV), que normalmente no produce síntomas en fruto, los frutos tienen manchas cloróticas hundidas con bordes de color verde oscuro como empapados en agua.

En Holanda y Gran Bretaña, se ha observado que los síntomas en pepino varían dependiendo de la época del año. En otoño las plantas pueden llegar a morir, mientras que en primavera toleran mejor la enfermedad; los frutos no presentan síntomas anómalos, pero la producción se reduce.

Agente causal

MNSV pertenece al grupo Carmovirus. Tiene partículas isométricas de 30 nm de diámetro que contienen ARN.

Transmisión

En la naturaleza el MNSV está transmitido por el hongo del suelo *Ophioidium radicale* (= *O. cucurbitacearum*) y experimentalmente es fácilmente transmisible de forma mecánica. Las partículas de virus son transportadas por las zoosporas del hongo en su superficie externa, pero no internamente. Algunas cepas del MNSV están transmitidas por coleópteros (*Diabrotica undecimpunctata* y *D. balteata*). En Francia han señalado transmisión mecánica, durante la poda y por contacto de hojas.

Ha sido citada transmisión por la semilla de melón en Japón (10-15%) y EE.UU. (1-6%), observándose que para que las plántulas lleguen a ser infectadas es necesario, además de la semilla infectada, que el hongo esté presente en el suelo, proponiendo el término "transmisión por semilla mediada por el vector" para este tipo de transmisión.

Control

Como métodos de lucha contra este virus se citan los siguientes:

- Utilización de semillas libres de virus.
- Desinfección del suelo con bromuro de metilo, cloropicrina o vapor de agua. Las pruebas llevadas a cabo en Almería han mostrado eficacia para controlar el hongo vector, pero no han conseguido reducir la enfermedad.
- Esterilización de la lana de roca con vapor de agua.
- Utilización del mojante Agral (óxido de aquil fenol etileno) como aditivo en las soluciones nutritivas, a la concentración de 20 µg/ml, por su efecto contra las zoosporas del hongo vector.
- Injerto del pepino sobre *Cucurbita ficifolia*, inmune al virus.
- Desinfección de los utensilios de poda, con fosfato sódico o lejía.

En melón se ha encontrado resistencia al MNSV, controlada por un gen recesivo, en *C. melo* L. cv. 'Gulfstream', 'PMR-5', 'Planters Jumbo' y en 'PI 161375'.

Bibliografía

- AVGELIS A.D., 1989. Watermelon necrosis caused by a strain of melon necrotic spot virus. *Plant Pathology*, 38, 618-622.
- BLANCARD D., LECOQ H., PITRAT M., 1991. Maladies des Cucurbitacées. Observer, identifier, lutter. INRA-PMM *Revue Horticole*, 301 pp.
- BOS L., VAN DORST H.J.M., HUTTINGA H., MAAT D.Z., 1984. Further characterization of melon necrotic spot virus causing severe disease in glasshouse cucumbers in the Netherlands and its control. *Neth. J. Pl. Path.*, 90, 55-69.
- COUDRIET D.L., KISHABA A.N., BOHN G.W., 1981. Inheritance of resistance to muskmelon necrotic spot virus in a melon aphid-resistant breeding line of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106, 789-791.
- COUDRIET D.L., KISHABA A.N., CARROLL J.E., 1979. Transmission of muskmelon necrotic spot virus in muskmelons by cucumber beetles. *J. Econ. Entomol.*, 72, 560-561.
- CUADRADO I.M., GOMEZ J., MORENO P., 1993. El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón. *Bol. San. Veg. Plagas*, 19, 93-106.
- GOMEZ J., CUADRADO I., VELASCO V., 1993. El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería II. Eficacia de la desinfección del suelo frente a MNSV. *Bol. San. Veg. Plagas*, 19, 179-186.
- HIBI T., FURUKI I., 1985. Melon necrotic spot virus. AAB *Descriptions of Plant Viruses*. N° 302, 4 pp.

- LECOQ H, PITRAT M., 1982. Note sur les virus des cucurbitacées présents en France. I.N.R.A.-C.R.A. d'Avignon-Montfavet, 29 pp.
- LUIS ARTEAGA M., 1986. Virosis de Cucurbitáceas. I Jornadas Nacionales de Cultivos Protegidos. Almería. 14-17 mayo, 20 pp.
- MARTINEZ DE SALINAS J., FRAILE A., SOLIS I., GARCIA-ARENAL F., 1987. Characterization of a Spanish isolate of melon necrotic spot virus. Proc. 7th Congress Mediterr. Phytopath. Union. Granada, 142.
- TOMLINSON J.A., THOMAS B.J., 1986. Studies on melon necrotic spot virus disease of cucumber and on the control of the fungus vector (*Ospidium radiale*). Ann. Appl. Biol., 108, 71-80.

6. VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO (Cucumber Mosaic Virus = CMV)

El virus del mosaico del pepino es uno de los virus de distribución más amplia en el mundo, especialmente en las zonas templadas, al cual son sensibles una gama de especies, cultivadas y silvestres, muy extensa. Un censo de especies sensibles al CMV, realizado en 1979, recogía 775 especies pertenecientes a 365 géneros de 86 familias, entre las cuales Crucíferas, Solanáceas, Compuestas, Papilionáceas y Cucurbitáceas son las familias más representativas, en orden decreciente por el número de especies sensibles. En un estudio posterior realizado en 1986 figuran 1092 especies pertenecientes a 464 géneros de 100 familias botánicas.

En España ha sido encontrado al menos sobre pepino, melón, calabaza, calabacín, sandía, tomate, pimiento, acelga, berenjena, tabaco, judía, apio y borraja, entre las hortalizas cultivadas.

Se ha encontrado transmisión del CMV por la semilla de judía y espinaca.

Síntomas

En general produce síntomas severos en todas las especies hortalizas susceptibles. Existen diversidad de síntomas como consecuencia de la variabilidad genética del virus. Los síntomas más frecuentes son: reducción del crecimiento de las plantas, mosaico acompañado muchas veces de deformaciones en hojas, mosaico, depresiones y deformaciones en frutos. Los síntomas dependen de factores como: especie, variedad, cepa de virus, época de infección, condiciones ambientales.

En judía, dependiendo del cultivar, produce rizado foliar, moteado clorótico o verde, ampollas, manchas verde oscuro a lo largo de los nervios y rugosidad en los nervios principales. Algunos cultivares reaccionan con deformación foliar que puede ser confundida con daños por herbicidas. A veces las plantas se recuperan y no muestran síntomas aunque el virus sigue replicándose. En plantas en estado de floración los síntomas, si existen, son visibles en hojas apicales y las vainas aparecen curvadas, con moteado y de tamaño reducido.

En espinaca, los síntomas también varían dependiendo del cultivar, edad de la planta, temperatura y cepa de virus. Habitualmente se observa una clorosis general suave de las hojas jóvenes que evoluciona hacia quemaduras fuertes en las zonas de crecimiento y muerte de la planta. Las hojas jóvenes tienen frecuentemente moteado clorótico, son estrechas y muy arrugadas, con deformación de los nervios. Las hojas también presentan enrollamiento hacia abajo y hacia adentro de los bordes. En estados avanzados de la enfermedad, las plantas aparecen enanas, con quemaduras y necrosis en los ápices.

Agente causal

El virus del mosaico del pepino pertenece al grupo Cucumovirus del cual es el miembro tipo.

Las partículas son isométricas de 28 nm de diámetro. Contienen ARN monocatenario. El CMV consta de hasta cinco componentes de ARN (ARNs 1, 2, 3, 4 y 5). Los ARNs 1, 2 y 3 son necesarios para que se produzca infección constituyendo, por tanto, el genoma del virus. El ARN 4 es subgenómico y codifica para la envuelta proteica. A veces existe un quinto componente de ARN, designado ARN satélite y también Carna 5. Existen, con la misma forma y tamaño, tres tipos de partículas, unas contienen ARN 1, otras ARN 2 y las terceras ARN 3 y ARN 4. En las células infectadas se pueden formar agregados cristalinos de partículas, especialmente en las vacuolas.

Han sido descritas numerosas cepas.

Transmisión

La forma de transmisión natural de CMV es por áfidos según el modo no persistente; es transmitido por más de 86 especies. Experimentalmente es transmisible por inoculación mecánica. Además puede ser transmitido por la semilla de algunas especies silvestres como *Stellaria media* (L.) Vill., *Lamium purpureum* L., *Cerastium holosteoides* Fries, *Spergula arvensis* L. y cultivadas como *Phaseolus vulgaris* L.; no se ha encontrado transmisión por la semilla de las especies Solanáceas (tomate, pimiento, tabaco y berenjena) y Cucurbitáceas (melón, pepino, calabaza y sandía) cultivadas. Recientemente se ha señalado transmisión por la semilla de espinaca.

Se han encontrado al menos seis cepas capaces de ser transmitidas por la semilla de judía, la mayoría de las cuales corresponden a países del área mediterránea.

Control

La lucha contra CMV, y en general contra los virus transmitidos por pulgones de forma no persistente, es difícil. La bibliografía señala la conveniencia de una estrategia de lucha integrada asociando diferentes métodos: empleo de acolchado plástico reflectante (transparente o plateado), cubiertas agrotexiles, mantas

térmicas, trampas amarillas para captura de áfidos, pulverizaciones con aceites minerales, eliminación de malas hierbas en las parcelas y sus alrededores, protección de los semilleros para evitar contaminaciones precoces, utilización de variedades resistentes o parcialmente resistentes a los virus y/o a los vectores.

En el caso de judía, en las áreas de producción libres de cepas capaces de infectar judía, el método de control más barato es utilizar semilla libre de virus. Aunque no se conocen genes en judía común que confieran inmunidad a la infección por CMV, existen niveles aceptables de tolerancia al virus y de resistencia a la transmisión del CMV por la semilla y están disponibles para controlar la enfermedad mediante mejora genética. Hay especies de *Phaseolus* resistentes a CMV: *P. acutifolius*, *P. adenanthus* (= *Vigna adenantha*), *P. leptostachyus*, *P. polyanthus*, *P. trilobus* y algunas accesiones de *P. coccineus*; el mecanismo de resistencia no se conoce.

En espinaca, ha sido descrita resistencia a algunas cepas de CMV controlada por un gen dominante en el cv. Virginia Savoy. Se ha incorporado en algunos cvs. y se ha visto que, a temperaturas superiores a 28° C, la resistencia es superada.

Bibliografía

- BOS L., MAAT D.Z., 1974. A strain of cucumber mosaic virus seed-transmitted in beans. *Neth. J. Pl. Path.*, 80: 113-123
- CORRELL J.C., MORELOCK T.E., BLACK M.C., KOIKE S.T., BRANDENBERGER L.P., DAINELLO F.J., 1994. Economically important diseases of spinach. *Plant Disease*, 78, 653-660.
- DAVIS R.F., WEBER Z., PROPIESZNY H., SILVERNAGEL M., HAMPTON R.O. 1981. Seed borne cucumber mosaic virus in selected *Phaseolus vulgaris* germ plasm and breeding lines in Idaho, Washington, and Oregon. *Plant Disease*, 65, 492-494.
- EDWARSON J.R., CHRISTIE R.G. 1986. Cucumovirus. En: *Viruses infecting forage legumes*. Volume I. Monograph Ser. Fla. Agric. Exp. Sta., 14. 143-183.
- FRANCKI R.I.B., MOSSOP D.W., HATTA T., 1979. Cucumber Mosaic Virus. *CMV/AAB Descriptions of Plant Viruses*. nº 213, 6 pp.
- GARCIA-LUQUE I., DIAZ-RUIZ J.R., RUBIO HUERTOS M., KAPER J.M., 1983. Cucumovirus survey in Spanish economically important crops. *Phytopath. Medit.*, 22, 127-132.
- HALL R., 1991. Diseases caused by viruses. En: *Compendium of bean diseases*. APS Press. USA, 36-56.
- LUIS ARTEAGA M., ALVAREZ J., 1986. Comportamiento del melón frente a virus en condiciones naturales de infección en Zaragoza. II Congreso Nac. S.E.C.H. Córdoba, 21-25 abril, Vol II, 1147-1157.
- LUIS ARTEAGA M., GIL ORTEGA R., 1983. Natural virus infection in different pepper varieties in Spain. Vth. Eucarpia Meeting Capsicum and Eggplant Working Group. Bulgaria, 143-147.
- LUIS ARTEAGA M., RODRIGUEZ CEREZO E., MAESTRO C., GARCIA-ARENAL F., 1988. Detection and characterization of an isolate of cucumber mosaic virus (CMV) infecting borage (*Borago officinalis*) in Spain. *Plant Disease*, 72, 265-267.

- TOMLINSON J.A., CARTERA., DALE W.T., SIMPSON C.J., 1970. Weeds plants as sources of cucumber mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.*, 66, 11-16.
- YANG Y., CORREL J.C., MORELOCK T.E., ANDERSON E.J., Characterization of a seed-transmitted cucumber mosaic virus (CMV) isolate from spinach (*Spinacea oleracea* L.). *Plant Disease*, 83, 1403.

7. VIRUS DEL MOSAICO MOTEADO VERDE DEL PEPINO (Cucumber Green Mottle Mosaic Virus = CGMMV).

El virus del mosaico moteado verde del pepino (CGMMV) ha sido descrito sobre cucurbitáceas en Europa, India y Japón. Infecta de forma natural pepino, sandía y melón pero, aparentemente, no infecta *Cucurbita pepo*.

Se han descrito diferentes cepas del virus, distinguibles por serología y por la reacción diferencial sobre *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn y *Datura stramonium* L.; algunas de ellas están prácticamente restringidas a cucurbitáceas y otras, en cambio, son capaces de producir síntomas en especies de otras familias, pero en general la mayoría tiene una gama de huéspedes poco extensa.

Puede provocar pérdidas importantes en los cultivos de pepino, particularmente en los países de clima fresco, como Gran Bretaña y Holanda. En Francia se ha observado sólo ocasionalmente. En España fue señalado sobre pepino y melón en 1977, pero su presencia no ha vuelto a ser citada.

Síntomas

En pepino, CGMMV produce moteado, abullonado, distorsión y reducción del desarrollo en hojas; sobre frutos, algunas cepas no producen síntomas y otras causan moteados y deformaciones severas. En sandía, ciertas cepas producen moteado foliar suave y enanismos, pero si la infección tiene lugar en el momento del cuajado o poco después del mismo, pueden producirse descomposición y decoloración internas graves en el fruto. En melón produce moteados foliares de intensidad variable y reducción del rendimiento, enanismo de plantas debido al acortamiento de los entrenudos, reducción del tamaño de las hojas y reducción del número de flores y frutos.

Agente causal

El virus del mosaico moteado verde del pepino (CGMMV) pertenece al grupo Tobamovirus. Las partículas tienen forma tubular (filamentos rígidos), 300 x 18 nm, y continenen ARN. Es un virus muy estable.

Transmisión

De forma natural CGMMV es transmisible por contacto del follaje, manipulación de las plantas durante las operaciones culturales, a través del suelo

contaminado con restos de cultivos y a través de las semillas. No se conoce ningún vector biológico. Experimentalmente se transmite por inoculación de savia.

El CGMMV se transmite a través de la semilla de pepino, sandía y *Lagenaria siceraria*. En pepino se ha encontrado hasta un 8% de transmisión y un 5% en sandía. La contaminación de las semillas es fundamentalmente externa y puede ser eliminada mediante tratamiento por calor seco durante 72 horas a 70° C, sin perjudicar las propiedades germinativas. El polen contiene virus en concentración baja. El agua de riego puede también transportar el virus.

Control

Como métodos de lucha se recomiendan los siguientes: utilización de semilla libre de virus o desinfectada por termoterapia con calor seco: 72 horas a 70° C; desinfección de los útiles de poda y recolección con fosfato sódico al 3% y desinfección del suelo con bromuro de metilo. Se ha descrito resistencia en diferentes especies de *Cucumis*.

Bibliografía

- AL-SHAHWAN I.M., ABDALLA O.A., 1992. A strain of cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) from bottlegourd in Saudi Arabia. *J. Phytopathology*, 134, 152-156.
- HOLLINGS M., KOMURO Y., TOCHIHARA H., 1975. Cucumber green mottle mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of Plant Viruses. N° 154, 4pp.
- OKADA Y., 1986. Cucumber green mottle mosaic virus. En: *The Plant Viruses. The rod-shaped plant viruses. Vol II.* VAN REGENMORTEL M.H.V., FRAENKEL-CONRAT H. Eds. Plenum Press. 267-281.
- RAJAMONY L, MORE T.A., SESHADRI V.S., VARMA A., 1990. Reaction of muskmelon collections to cucumber green mottle mosaic virus. *J. Phytopathology*, 129, 237-244.
- RAO A.L.N., VARMA A., 1984. Transmission studies with cucumber green mottle mosaic virus. *Phytopath. Z.*, 109, 325-331.

8. VIRUS DEL MOSAICO DEL TOMATE (Tomato Mosaic Virus = ToMV)

ToMV ha sido considerado durante mucho tiempo como una cepa del virus del mosaico del tabaco (TMV), denominándolo TMV-cepa tomate. Desde 1976, el ToMV está descrito como un virus distinto del TMV, pudiendo ser diferenciados por la gama de especies indicadoras, afinidades serológicas y composición de la proteína. El hecho de haber considerado al ToMV como una cepa del TMV hace que, en muchos de los trabajos en los que se cita la detección del TMV sobre tomate, no se especifique si se trata del TMV o del ToMV. Aunque dicha especie es sensible a ambos virus, los problemas más frecuentes son debidos al ToMV.

Está distribuido mundialmente causando, con frecuencia, epidemias en los cultivos de tomate, tanto en invernadero como al aire libre, con daños económicos considerables. En cultivos de invernadero, la incidencia puede llegar a ser muy elevada como consecuencia de su transmisión mecánica, de la manipulación frecuente (poda, entutorado, etc.) de las plantas, y de la elevada densidad



Fig. 6a.- Manchas de color verde oscuro y deformación en foliolo asociadas al virus del mosaico del tomate (ToMV).

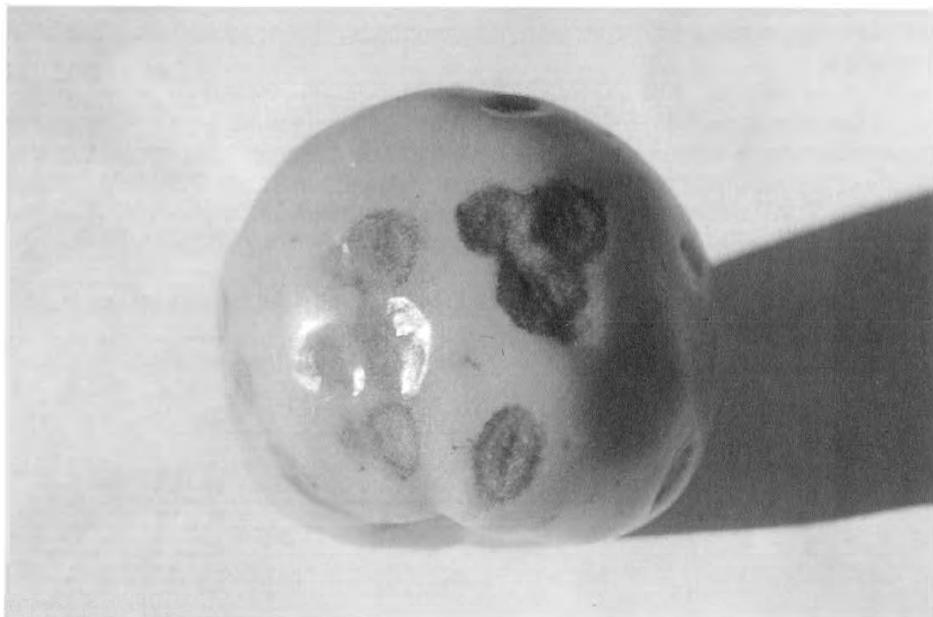


Fig. 6b.- Manchas externas en fruto, asociadas al virus del mosaico del tomate (ToMV).

de plantación que incrementa las posibilidades de diseminación del virus por contacto. En la actualidad, la incidencia del ToMV en cultivos de invernadero se ha reducido, como consecuencia de la utilización de variedades resistentes.

Síntomas

La reacción del tomate a la infección por ToMV depende de varios factores: cepa de virus, variedad, edad de la planta, nutrientes del suelo, longitud del día, intensidad de la luz y temperatura. El síntoma más característico del ToMV es un mosaico foliar donde se alternan áreas cloróticas con áreas verde normal o verde oscuro (figura 6). Los folíolos se deforman y en algunos casos se alargan tomando aspecto filiforme. Si la infección es precoz se reduce el crecimiento, el tamaño y el número de frutos, con la consiguiente repercusión sobre el rendimiento. Frecuentemente, los frutos aparecen con manchas, generalmente amarillas, deformados y con maduración irregular. Algunas veces los frutos presentan manchas externas de color marrón grisáceo (figura 6) y necrosis internas (internal browning=pardeamiento interno).

Agente causal

Pertenece al grupo Tobamovirus. Es un virus que contiene ácido ribonucleico (ARN) en partículas en forma de varillas rígidas de 300x18 nm. Está distribuido por todo el mundo. Se transmite mecánicamente, tanto de forma natural como artificial.

La gama de huéspedes es amplia e incluye muchas especies Solanáceas y de otras familias como Aizoáceas, Amarantáceas, Quenopodiáceas y Escrofulariáceas.

Las cepas de TMV-ToMV han sido clasificadas de acuerdo con la reacción de variedades diferenciales de tomate portadoras de genes de resistencia. El sistema de clasificación comúnmente empleado es el propuesto por PELHAM, el cual está basado en la interacción entre variedades portadoras de los genes de resistencia y cepas del virus, de acuerdo con el concepto de relación gen a gen (cuadro 2).

Cuadro 2.- Clasificación de las cepas tomate de TMV basada en las reacciones a la inoculación.

Genotipo	C E P A			
	0	1	2	1-2
Susceptible	S	S	S	S
Tm-1	T	S	T	S
Tm-2	I	I	S	S
Tm-1 Tm-2	I	I	T	S
Tm ₂ ²	I	I	I	I

S= Susceptible; T= Tolerante; I= Inmune

Según BROADBENT, en Europa se han identificado cinco cepas de TMV en tomate: cepa 0, la más común, no induce síntomas en plantas con cualquiera de los tres genes de resistencia; la cepa 1, que causa síntomas en las plantas portadoras del gen Tm-1; la cepa 2; produce síntomas en plantas con el gen Tm-2; la cepa 1-2 causa síntomas sobre ambos tipos y también sobre plantas Tm-1 Tm-2. La cepa 2² induce síntomas sobre plantas Tm-2₂, pero es raro encontrarla. Solamente las cepas 0 y 1 son comunes.

Los genes Tm-1 y Tm-2 son incompletamente dominantes y las cepas del patotipo 0 pueden producir un mosaico en las plantas de los genotipos Tm-1/+ e inducen necrosis sistémicas sobre plantas Tm-2/+ o Tm-2₂/+ en condiciones de temperatura e iluminación elevadas. Las plantas heterocigóticas Tm-1Tm-2₂/++ presentan igualmente este inconveniente cuando son infectadas por el patotipo 1.

Transmisión

El virus es transmitido por las semillas. En ellas, el virus se encuentra en el mucílago externo, en la testa y, a veces, en el endospermo, pero no parece estar en el embrión. No se conocen vectores específicos naturales. Normalmente la infección tiene lugar a través de las raíces, a partir del suelo contaminado, y/o a partir de plántulas enfermas; desde estos focos de infección, el virus se extiende fácilmente por contacto foliar y mediante las operaciones culturales a través de las manos, herramientas y ropa. El hombre es el principal vector. Las semillas infectadas y los restos vegetales en el suelo son normalmente las fuentes de contaminación.

Un trabajo realizado durante 1982 con 56 lotes de semilla de variedades autóctonas españolas, pertenecientes al Banco de Germoplasma de Plantas Hortícolas del Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza y procedentes de zonas de cultivo de diferentes regiones, para conocer su estado sanitario, reveló que 37 de los lotes eran portadores de ToMV.

Control

- Utilización de semillas libres de virus. Pueden utilizarse diferentes procesos para desinfección de la semilla:

- Inmersión de las semillas en una solución de fosfato sódico al 1% durante 15 minutos y posteriormente en hipoclorito de sodio al 0,525% durante 30 min.

- Termoterapia de las semillas secas con calor seco durante 24 horas a 80° C o durante 72 horas a 70° C.

- Desinfección del suelo. Para evitar las contaminaciones originadas a partir de las raíces y restos vegetales contaminados del suelo, son aplicables tratamientos de desinfección, mediante vapor de agua o bromuro de metilo.

- Desinfección de las manos y los útiles de trabajo con un detergente, antes y durante las operaciones culturales en las que exista contacto con las

plantas. BROADBENT recomienda lavarse las manos en una solución de fosfato sódico al 3% y a continuación con jabón y agua; las estructuras de los invernaderos también deben limpiarse con un desinfectante aprovechando el período entre cultivos en que el invernadero está vacío.

- **Utilización de variedades resistentes.** Contra el ToMV y TMV se han encontrado genes de resistencia en *Lycopersicon hirsutum*, (gen dominante Tm o Tm-1 que confiere una resistencia por tolerancia ligada a un mecanismo de inhibición de la multiplicación viral), y *L. peruvianum* (gen situado en otro cromosoma y que lleva al menos dos alelos designados Tm-2 y Tm-2₂ que confieren una resistencia próxima a la hipersensibilidad).

- **Inoculación de las plántulas de tomate con cepas atenuadas del virus** que protegen contra cepas virulentas. En varios países de Europa se ha empleado en cultivos de invernadero, utilizando una cepa atenuada obtenida en Holanda.

Bibliografía

- BROADBENT L., 1976. Epidemiology and control of tomato mosaic virus. Ann. Rev. Phytopathology, 14, 75-96.
- GOODING G.V. Jr., 1975. Inactivation of tobacco mosaic virus on tomato seed with trisodium orthophosphate and sodium hypochlorite. Plant Disease Reporter, 59, 770-772.
- HOLLINGS M., HUTTINGA H., 1976. Tomato mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. N° 245, 7pp.
- JONES J.B., JONES J.P., STALL R.E., ZITTER T.A., 1991. Diseases caused by viruses. En: Compendium of tomato diseases. APS Press, The American Phytopathological Society, 31-42.
- LATERROT H., PECAUT P., 1967. Thermotherapie de la mosaïque du tabac des semences de tomate. P.H.M., 79, 4307-4310.
- MARCHOUX G., GEBRE-SELASSIE K., 1989. Variabilité des virus chez les solanées maraichères: Conséquences pour la recherche de méthodes de lutte. Phytoma, 404, 49-52.
- PELHAM J., 1972. Strain-genotype interaction of tobacco mosaic virus in tomato. Ann. Appl. Biol., 71, 219-228.
- PELHAM J., FLETCHER J.T., HAWKINS J.H., 1970. The establishment of a new strain of tobacco mosaic virus resulting from the use of resistant varieties of tomato. Ann. Appl. Biol., 65, 293-297.

9. VIRUS DEL MOTEADO SUAVE DEL PIMIENTO (Pepper Mild Mottle Virus = PMMV)

Descrito inicialmente en EE.UU. en 1952 como cepa latente del TMV y en 1956 como cepa latente Samsun del TMV. Posteriormente fue denominado TMV 'cepa pimiento' y también *Capsicum mosaic virus*. Desde 1988 se conoce como PMMV. En la actualidad está distribuido ampliamente; hay referencias de EE.UU., Australia, Japón y Europa; causa problemas importantes en numerosos países europeos. En España fue detectado en 1980 y desde entonces ha sido causa de

enfermedades graves, algunos años en particular, sobre todo en los cultivos protegidos de Almería, pero también en otras áreas de cultivo de toda la zona mediterránea, desde Cataluña a Andalucía.

Se han descrito variantes del virus que se diferencian en su capacidad de producir reacción de hipersensibilidad sobre variedades diferenciales de *Capsicum* spp. Serológicamente no han sido detectadas diferencias entre dichos aislados.

El pimiento es sensible a varios virus del grupo Tobamovirus, entre ellos TMV, ToMV y PMMV. Los aislados de estos virus han sido incluidos en diferentes patotipos, de acuerdo con la reacción que producen en diferentes genotipos del Género *Capsicum*. La clasificación inicial corresponde a BOUKEMA (Cuadro 3).

Cuadro 3. Interacción entre genotipos para resistencia en *Capsicum* y patogenicidad de cepas de Tobamovirus.

		Cepas Tobamovirus			
		Cepas Tomate P ₀	P ₁₁ P ₁	P ₈ P ₁₋₂	P ₁₄ P ₁₋₂₋₃
Cv. de <i>Capsicum</i> o Accesoión	Genotipo				
<i>C. annuum</i> Early Calwonder	L ⁺ L ⁺	+	+	+	+
<i>C. annuum</i> Bruinsma Wonder	L ¹ L ¹	-	+	+	+
<i>C. frutescens</i> tabasco	L ² L ²	-	-	+	+
<i>C. chinense</i> PI 159236	L ³ L ³	-	-	-	+
<i>C. chacoense</i> PI 260429 y SA 185	L ⁴ L ⁴	-	-	-	-

+ = mosaico sistémico; - = lesiones locales en hojas inoculadas sin mosaico sistémico.

En ella, los aislados virales se incluyen en grupos que son los actualmente denominados patotipos P₀, P₁, P₁₋₂ y P₁₋₂₋₃. El cuadro 4 resume la lista de Tobamovirus descritos hasta 1988 en infección natural en pimiento, con su correspondiente patotipo. Los trabajos posteriores de caracterización biológica y molecular de los aislados virales han puesto de manifiesto que el aislado P₁₁, representante del patotipo P₁, debería ser considerado como un virus nuevo dentro del grupo Tobamovirus, para el que se ha propuesto el nombre de paprika mild mottle virus. En el patotipo P₀ estarían incluidos aislados de TMV y ToMV y los aislados de PMMV pertenecen a los patotipos P₁₋₂ y P₁₋₂₋₃.



Fig. 7.- Mosaico foliar en manchas de color verde claro-verde oscuro, asociado al virus del moteado suave del pimiento (PMMV), en planta joven de pimiento.

Los aislados de PMMV encontrados hasta ahora en España infectando pimiento de forma natural corresponden a los patotipos P_{1-2} y P_{1-2-3} , siendo más frecuentes los del primer grupo.

Síntomas

PMMV produce en pimiento mosaico foliar en forma de manchas de color verde oscuro (Figura 7), normalmente poco evidente, reducción del crecimiento de la planta y, en frutos, reducción del tamaño, deformaciones, abultamientos y depresiones con necrosis en las zonas deprimidas. Cuando la infección tiene lugar en estados tempranos del desarrollo las plantas presentan enanismos graves. En cultivos comerciales la infección puede llegar a afectar a todas las plantas y el rendimiento en producto comercial es reducido drásticamente.

Cuadro 4. Lista de Tobamovirus y su correspondencia con los patotipos definidos en pimiento (Rast, 1988)

Tobamovirus	cepa/aislado	Patotipo PMMV
Tobacco mosaic virus (TMV)	cepas comunes U1	P ₀
Tomato mosaic virus (ToMV)	cepa dahlmense Y-TAMV	P ₀
Bell pepper mottle virus (BePMV)	cepa pimiento inusual F0 cepa berenjena A1	P ₀
Tobacco mild green mosaic virus (TMGMV)	Para-tobacco mosaic virus T2MV U2 cepa South Carolina mild mottling G-TAMV	P ₀ ó P ₁
Sin nombre	P-11	P ₁
Tomato mosaic virus (ToMV)	cepa pimiento Ob	P ₁ ó P ₁₋₂
Pepper mild mottle virus (PMMV)	cepa Samsun latente SL-TMV P8 P14 Capsicum mosaic virus	P ₁₋₂ ó P ₁₋₂₋₃

Agente causal

PMMV es miembro del grupo Tobamovirus. Tiene partículas en forma de varillas rígidas de 300 x 18 nm. En el citoplasma de las células infectadas aparecen inclusiones de agregados de partículas situadas en capas planas, en los que cada capa rota respecto a la siguiente con un ángulo aproximado de 60°. En secciones longitudinales, las inclusiones aparecen como líneas paralelas intercaladas con filas de partículas seccionadas transversalmente. También existen cristales hexagonales característicos de la cepa tipo de TMV.

Serológicamente está relacionado con otros miembros de su grupo, de forma más próxima a bell pepper mottle virus, odontoglossum ringspot virus y tobacco mild green mosaic virus que a TMV y ToMV.

Transmisión

De forma natural y artificial se transmite mecánicamente. Mediante la manipulación de las plantas durante el cultivo se disemina el virus. También se transmite a través de las semillas. No se conocen vectores biológicos.

Se han encontrado tasas de transmisión del 22% en *C. frutescens* y del 29% en *C. annuum*. La transmisibilidad del virus, decrece con el almacenamiento. El virus está localizado en la parte externa de las envueltas de la semilla y raramente en el endospermo. Las plántulas se infectan durante el trasplante.

Control

-Utilización de semillas libres de virus. Se han descrito varios tratamientos químicos para eliminar el virus de las semillas: inmersión en una solución de fosfato sódico al 10% durante 2 h o en hipoclorito de calcio al 4,2% durante 15 minutos. El tratamiento por termoterapia no da buenos resultados porque reduce el poder germinativo de la semilla.

-Cultivo de variedades resistentes. Hay disponibles cultivares con los genes de resistencia L³ y L⁴.

-Medidas de higiene orientadas a evitar la diseminación del virus durante las operaciones culturales: limpieza de las manos y útiles de trabajo con un detergente antes y durante la realización de las mismas. Desinfección del suelo para evitar las contaminaciones originadas a partir de las raíces y restos vegetales. Se ha señalado la utilización de leche desnatada para las manos y material de poda, entutorados, etc.

Bibliografía

- ALONSO E., DIAZ-RUIZ J.R., FERRERO M.L., GARCIA-LUQUE I., SERRA M.T., TENLLADO F., TOSTADO J.M., WICKE B., 1989. Isolation and characterization of tobamovirus infecting pepper plants in the southeast region of Spain. The interaction among pepper pathotypes and the resistance genes in *Capsicum* spp. IV International Plant Virus Epidemiology Workshop, Montpellier (Francia): 83.
- BOUKEMA I.W., 1983. Research on the location of the gene for resistance to TMV in *Capsicum chacoense* Hunz. and male sterility in progenies from the cross *C. chacoense* x *C. annum* L. Vth Eucarpia Capsicum Meeting, Plovdiv (Bulgaria), 84-87.
- BOUKEMA I.W., 1984. Resistance to TMV in *Capsicum chacoense* Hunz. is governed by an allele of the L- locus. Capsicum Newsletter, 3, 47-48.
- BOUKEMA I.W., JANSE K., HOFMAN K., 1980. Strains of TMV and genes for resistance in *Capsicum*. Eucarpia Capsicum Working Group, Synopses of the IVth Meeting, Wageningen (Países Bajos), 44-48.
- CSILLERY G., TOBIAS I., RUSKO J., 1983. A new pepper strain of tomato mosaic virus. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 18, 195-200.
- DEMSKI J.W., 1981 Tobacco mosaic virus is seed borne in pimiento peppers. Plant Disease, 65, 723-724.
- FELDMAN J.M., OREMIANER S., 1972. An unusual strain of tobacco mosaic virus from pepper. Phytopathol. Z., 75, 250-267.
- GARCIA-LUQUE I., FERRERO M.L., RODRIGUEZ J.M., ALONSO E., DE LA CRUZ A., SANZ A.I., VAQUERO C., SERRA M.T., DIAZ-RUIZ F.R., 1993. The nucleotide sequence of the coat protein genes and 3' non-coding regions of two resistance-breaking tobamoviruses in pepper shows that they are different viruses. Arch. Virol., 131, 75-88.
- GREENLEAF, W.H., COOK A.A., HEYN A.N.J., 1964. Resistance to tobacco mosaic virus in *Capsicum* with reference to the Samsun latent strain. Phytopathology, 54, 1367-1371.
- McKINNEY H.H.M 1952. Two strains of tobacco mosaic virus, one of which is seed-borne in an etch-immune pungent pepper. Plant Disease Reporter, 36, 184-187.
- PARES R.D., 1985. A tobamovirus infecting capsicum in Australia. Ann. Appl. Biology., 106, 469-474.

- PARES R.D., 1988. Serological comparison of an Australian isolate of capsicum mosaic virus with capsicum tobamovirus isolates from Europe and America. *Ann. Appl. Biology*, 112, 609-612.
- RAST Th.B., 1987. Disinfection of pepper seed infected by different strains of Capsicum mosaic virus by trisodium phosphate and dry treatment. *Plant Pathology*, 36, 583-588.
- RAST A. Th. B., 1988. Pepper tobamovirus and pathotypes used in resistance breeding. *Capsicum Newsletter*, 7, 20-23.
- SIEGEL A., WILDMAN S.G., 1954. Some natural relationships among strains of tobacco mosaic virus. *Phytopathology*, 44, 277-282.
- TOBIAS I., RAST A.Th.B., MAAT D.Z., 1982. Tobamovirus of pepper, eggplant and tobacco: Comparative host reactions and serological relationships. *Neth. J. Plant Pathology*, 88, 257-268.
- VAN DEN BERKMORTEL L.G., 1977. Breeding pepper for resistance to a strain of TMV. 3rd. Eucarpia Capsicum Meeting Montfavet (Francia), 89-92.
- WETTER C., 1984 a. Antigenic relationships between isolates of mild dark-green tobacco mosaic virus, and the problem of host-induced mutation. *Phytopathology*, 74, 1308-1312.
- WETTER C., 1984 b. Serological identification of four tobamovirus infecting pepper. *Plant Disease*, 68, 597- 599.
- WETTER C., 1986. Tobacco mild green mosaic virus. En: *The Plant Viruses. The rod-shaped plant viruses. Vol II*, VAN REGENMORTEL M.H.W., FRAENKEL-CONRAT H., Eds. Plenum Publishing Corporation, 205- 219.
- WETTER C., CONTI M., 1988. Pepper mild mottle virus. *AAB Descriptions of Plant Viruses*. N° 330, 4pp.
- WETTER C., CONTI M., ALTSCHUH D., TABILLION R., REGENMORTEL M.H.V., 1984. Pepper mild mottle virus, a tobamovirus infecting pepper cultivars in Sicily. *Phytopathology*, 74, 405-410.
- WETTER C., DORE I., BERNARD M., 1987. Bell pepper mottle virus, a distinct tobamovirus infecting pepper. *Phytopathology*, 119, 333-344.

10. VIRUS DEL ENANISMO RAMIFICADO DEL TOMATE (Tomato Bushy Stunt Virus = TBSV)

Fue descrito en Inglaterra en 1935 a partir de tomate y careció de importancia económica durante muchos años. Desde finales de la década de los 70 se vienen asociando Tombusvirus a enfermedades en cultivos de tomate, pimiento o berenjena en diferentes países: Méjico, Túnez, Marruecos, Portugal, Líbano, Grecia (Creta), EE.UU. (California) y Perú. En España ha sido descrito durante 1994 a partir de plantas de tomate y berenjena cultivadas en invernaderos de Almería. Había sido detectado previamente en 1992 en plantas de tomate.

TBSV tiene una gama experimental de huéspedes amplia; la mayoría no son infectados de forma sistémica. Entre las especies cultivadas huéspedes del virus están citadas las siguientes: tomate, pimiento, berenjena, lechuga, espinaca, tulipán, manzano y peral.

Se han descrito varias cepas o grupos de cepas, algunas de las cuales se consideran actualmente virus diferentes. También variantes de estas cepas dis-

tinguibles por la reacción en algunas especies: *Datura stramonium*, *Chenopodium amaranticolor*, *Nicotiana glutinosa* y *Nicotiana clevelandii*. Como “cepas tomate” están: TBSV cepa tipo y TBSV BS3. Serológicamente existen relaciones entre TBSV y otros Tombusvirus y también entre cepas o variantes.

Síntomas

Los síntomas, especialmente en cultivos protegidos, están influenciados por el fotoperiodo y la temperatura. En tomate, la enfermedad se caracteriza por enanismo acusado de las plantas, hojas pequeñas, con ampollas, enrolladas y con manchas estrelladas de color verde-claro o amarillo; manchas necróticas en hojas viejas y flores con tendencia a abortar. El cuajado de los frutos es reducido drásticamente, los frutos son más pequeños de lo normal y muestran manchas cloróticas, anillos y dibujos que reducen o anulan su valor comercial.

En Almería, los síntomas observados fueron los siguientes: en tomate, plantas con enanismo, clorosis apical, necrosis de los nervios foliares, peciolos y tallos y, ocasionalmente, coloración morada en las hojas. Los frutos presentaban necrosis, depresiones, manchas y deformación. Estos síntomas evolucionaban a necrosis letales que podían llegar a afectar al 40-50% de las plantas. En berenjena se observaron clorosis intensas en las hojas de la parte superior de las plantas, necrosis en los pedúnculos de los frutos y alteraciones del color y de la forma, bultos y depresiones, en frutos (figura 8).

Agente causal

Es el miembro tipo del grupo Tombusvirus. Tiene partículas isométricas de aproximadamente 30 nm de diámetro y genoma constituido por ARN monocatenario. Es un virus muy estable en extractos de plantas; alcanza concentraciones elevadas en los tejidos.

Transmisión

TBSV es transmisible a través del suelo, pero no se ha encontrado ningún organismo vivo que actúe de intermediario en la transmisión. También es diseminado a través del agua. No se han encontrado insectos o ácaros vectores.

El virus puede pasar a través del aparato digestivo humano manteniendo su infectividad, por lo que tanto el hombre como otros animales podrían actuar como “portadores” y contribuir a su diseminación; el hallazgo de TBSV en el agua de ríos y lagos, probablemente a través de contaminación de aguas residuales, parece reforzar esta hipótesis.

Respecto a la transmisión por semilla, la información disponible es poco clara y conflictiva. Algunos autores señalan no haberla encontrado en plantas huéspedes con infección natural o artificial. Otros demuestran transmisión por semilla del TBSV en manzano (hasta 7%), pimiento y tomate, donde varía entre 4 y 65%. Por lo tanto, la semilla de algunas especies huéspedes puede constituir



Fig. 8a.- Alteraciones en frutos de tomate asociadas al virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV).



Fig. 8b.- Alteraciones en fruto de berenjena asociadas al virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV).

una vía de diseminación y perpetuación del virus. Hay referencias de la presencia de TBSV en el polen de cerezo.

La estabilidad del virus contribuye indudablemente a su introducción y diseminación. El virus puede conseguir entrar en la planta cuando es transportado por el agua en el suelo. Las principales fuentes de inóculo son el suelo contaminado y las plantas infectadas. Se ha comprobado que trasplantando plántulas de tomate sanas en suelo que contenía plantas infectadas, o en el que se habían añadido suspensiones concentradas de virus o extractos de plantas, se obtenía infección a niveles situados entre 10 y 100%, dependiendo del tipo de suelo y de la combinación virus-huésped. TBSV ha sido recuperado a partir de lixiviados de suelo conteniendo plantas infectadas. En suelos sometidos durante 2 h a 121° C en autoclave, se mantuvo la infectividad del virus.

Control

Es difícil plantear métodos de control dadas las características de este virus de presencia en el suelo y el desconocimiento de los mecanismos por los que llega a infectar las plantas. Es necesario la adopción de medidas profilácticas y de higiene para evitar la diseminación del virus.

Bibliografía

- BORGES M.D.L., SEQUEIRA J.C., LOURO D., 1979. Aparecimento em Portugal do vírus do emarjicado do tomateiro (tomato bushy stunt virus). Hospedeiros, morfologia e localização nas células de Pimenteiro. *Phytopath. medit.*, 18, 118-122.
- CHERIF C., SPIRE D., 1983. Identification du virus de rabougrissement buissonneux de la tomate (Tomato Bushy Stunt Virus) en Tunisie sur tomate, piment et aubergine: Quelques caractéristiques de la souche tunisienne. *Agronomie*, 3(7), 701-706.
- CUADRADO I.M., GARCÍA C., AGUILAR I. GUERRA-SANZ J.M., 1994. Reacción de plantas indicadoras inoculadas mecánicamente con tomate bushy stunt virus (TBSV) aislado de cultivos de tomate en invernadero en Almería. *Resúmenes VII Congreso S.E.F.*, p.67.
- FISCHER H.U., LOCKHART B.E.L., 1977. Identification and comparison of two isolates of tomato bushy stunt virus from pepper and tomato in Morocco. *Phytopathology*, 67, 1352-1355.
- KOENIG R. GIBBS A., 1986. Serological relationships among tombusviruses. *J. Gen. Virol.* 67, 75-82.
- LUIS ARTEAGA M., SAEZ ALONSO E., RODRIGUEZ CEREZO E., GARCIA-ARENAL F., 1994. Detección y caracterización de un tombusvirus en cultivos de tomate en Almería y Murcia. *Resúmenes VII Congreso S.E.F.*, p.72.
- MARTELLI G.P., 1981. Tombusviruses. *Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis*. E. Kurstak (Ed.), Elsevier-North Holland., 61-90.
- MARTELLI G.P., GALLITELLI D., RUSSO M., 1988. Tombusviruses. *The Plant Viruses*, vol. 3. Koening, R. (Ed.), Plenum Press., 13-72.
- MARTELLI G.P., QUACQUARELLI A., RUSSO M., 1971. Tomato bushy stunt virus. *CMI/AAB Descriptions of plant viruses*, N° 69, 4pp.
- MARTELLI G.P., RUSSO M., GALLITELLI D., 1989. Tombusvirus group. *AAB Descriptions of plant viruses*. N° 352, 8pp.

- SAEZ ALONSO E., LUIS ARTEAGA M., RODRIGUEZ CEREZO E., GARCÍA-ARENAL RODRIGUEZ F., 1995. El virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV): un nuevo patógeno en los cultivos de tomate y benrenjena de Almería. *Phytoma España*, 68, 28-30.
- TOMLINSON J.A., FAITHFULL E.M., 1984. Studies on the occurrence of tomato bushy stunt in England's rivers. *Ann. Appl. Biol.*, 104, 485-495.

BIBLIOGRAFIA GENERAL SOBRE TRANSMISION POR SEMILLA.

- BENNETT C.W., 1969. Seed transmission of plant viruses. *Advances in Virus Research*, 14, 221-261.
- BOS L., 1977. Seed-borne viruses. En: *Plant health and quarantine in international transfer of genetic resources*, HEWITT W.B., CHIARAPPA L. CRC Press, Inc. 39-69.
- CARROLL T.W., 1981. Seed-borne viruses: virus-host interactions. En: *Plant diseases and vectors. Ecology and epidemiology*, MARAMOROSCH K., HARRIS K.F. Academic Press, 293-317.
- HAMPTON R.O., 1983. Seed-borne viruses in crop germplasm resources: disease dissemination risks and germplasm-reclamation technology. *Seed Sci. Technol.*, 11, 535-546.
- JOHANSEN E., EDWARDS M.C., HAMPTON K.O., 1994. Seed transmission of viruses: current perspectives. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 32, 363-386.
- MANDAHAR C.L., 1981. Virus transmission through seed and pollen. En: *Plant diseases and vectors. Ecology and epidemiology*, MARAMOROSCH K., HARRIS K.F., Academic Press, 241-292.
- MINK G.I., 1993. Pollen-and seed- transmitted viruses and viroids. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 31, 375-402.
- STACE-SMITH R., HAMILTON R.I., 1988. Inoculum thresholds of seedborne pathogens. *Viruses. Phytopathology*, 78, 875-880.

Cuadro 5.- Otros virus transmitidos por la semilla de especies hortícolas no descritos en España

Virus	Huésped	Grupo	% Transmisión	Vector Forma transmisión	Distribución Geográfica
Asparagus virus II	Espárrago	Ilarvirus 26-36 nm Ø	Hasta 60%	Desconocido	Europa, América del Norte, Japón
Bean southern mosaic virus	Judía	Sobemovirus 30 nm Ø	5%	Coleópteros	EE.UU., Francia. Latinoamérica
Pea early browning virus	Guisante	Tobravirus 205 x 21 y 215 x 21 nm	37%	Nematodos <i>Trichodorus</i>	Holanda, Inglaterra
Pea enation mosaic virus	Guisante	Pea enation Mosaic Virus Group	1,5%	Afidos Persistente	EE.UU., Sicilia, Irán
Pea seed-borne mosaic virus	Guisante	Potyvirus 780 nm	Hasta 100%	Afidos No persistente	EE.UU., Japón, Checoslovaquia, Holanda. Posiblemente mundial
Peanut clump virus	Cacahuete	Furovirus 184 x 24 y 249 x 24 nm	20%	<i>Poymyxa graminis</i>	Oeste de Africa, India
Peanut mottle virus	Cacahuete	Potyvirus 750 x 12 nm	0 - 8,5%	Afidos No persistente	Países aislados de todos los continentes
Peanut stripe virus	Cacahuete	Potyvirus	Hasta 37,6%	Afidos	China, EE.UU., Argentina
Peanut stunt virus	Cacahuete	Cucumovirus 30 nm Ø	0,1%	Afidos No persistente	EE.UU., Japón
Spinach latent virus	Espinaca	Ilarvirus	> 50%	Desconocido	Holanda (semilla importada) Yugoslavia
Tobacco streak virus	Judía	Ilarvirus		Trips	Europa, América, Japón, Australia, Nueva Zelanda

REFRIGERACION DE INVERNADEROS: SOMBREO, VENTILACION Y HUMECTACION

Autor: JUAN IGNACIO MONTERO CAMACHO
Dr. Ingeniero Agrónomo
I.R.T.A. - Cabrils (Barcelona)

1.- INTRODUCCION

Durante la mayor parte del ciclo productivo, la temperatura del invernadero es excesiva tanto para el buen rendimiento del cultivo como para la salud de los trabajadores que realizan en pleno verano las labores culturales. El reducir la temperatura es uno de los mayores problemas de la horticultura protegida en climas cálidos, porque no es fácil refrigerar el invernadero sin invertir cantidades relativamente altas en instalaciones y equipos.

Los cuatro factores principales que permiten reducir la temperatura son:

- La reducción de la radiación solar que llega al cultivo (blanqueado, sombreo, etc.)
- La evapotranspiración del cultivo.
- La ventilación.
- La refrigeración por evaporación de agua (nebulización, "cooling system", etc.)

Estos cuatro factores están ligados por la ecuación del balance de energía, de manera que si uno de ellos cambia también cambian los demás. Por ejemplo, al sombrear se reduce la temperatura del aire del invernadero, pero también se reduce, en general, la tasa de transpiración, factor que tiende a subir la temperatura ambiental y que reduce por tanto el efecto del sombreo.

A continuación se presenta un balance de energía simplificado que permite estudiar la importancia relativa de cada uno de los cuatro factores en el proceso refrigerativo. El resto del capítulo se dedica a la descripción de las distintas técnicas y equipos que se usan en la práctica.

2.- BALANCE DE ENERGIA DIURNO.

Puesto que el modelo de cálculo intenta explicar el clima del invernadero durante las horas de sol, se prescinde de los términos energéticos de menor importancia, como son la transmisión de calor en el suelo y la acumulación en el mismo, la condensación y los flujos de radiación térmica. Se supone que la temperatura y humedad del aire son homogéneas y que el régimen es permanente. Por simplicidad solo se establecen los balances de energía de la cubierta y aire del invernadero, ya que el modelizar el cultivo con precisión es un proceso complicado.

Para la cubierta del invernadero:

$$G_{\text{abs}} - H_{\text{co}} - H_{\text{ci}} = 0 \quad (\text{W}\cdot\text{m}^{-2}) \quad (1)$$

donde

G_{abs} = Radiación solar absorbida por la cubierta y la malla de sombreo

$$G_{\text{abs}} = \alpha \cdot R_s \quad (2)$$

siendo

α = poder de absorción de la cubierta del invernadero a la radiación solar.

R_s = radiación solar exterior $(\text{W}\cdot\text{m}^{-2})$

H_{co} = Calor transmitido por convección desde la cubierta al aire exterior.

De acuerdo con Bailey (1984) H_{co} es:

$$H_{\text{co}} = 6'2 \cdot V_w^{0'8} \cdot (T_c - T_{\text{out}}) \quad (\text{W}\cdot\text{m}^{-2}) \quad (3)$$

V_w = Velocidad del aire exterior $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$

T_c = Temperatura de la cubierta $(^\circ\text{K})$

T_{out} = Temperatura del aire exterior $(^\circ\text{K})$

H_{ci} = Calor transmitido por convección desde la cubierta al aire interior.

Según Chalabi (1989) si la temperatura del aire interior es menor que la del techo el flujo es laminar y:

$$H_{\text{ci}} = 0'64 \cdot (T_c - T_{\text{int}})^{1'25} \quad (\text{W}\cdot\text{m}^{-2}) \quad (4)$$

siendo

T_{int} = Temperatura del aire del invernadero $(^\circ\text{K})$

Si por el contrario el aire del invernadero está a más temperatura que la cubierta el flujo es turbulento y:

$$H_{\text{ci}} = 1'7 \cdot (T_{\text{int}} - T_c)^{1'33} \quad (\text{W}\cdot\text{m}^{-2}) \quad (5)$$

Para el aire del invernadero se puede escribir:

$$R_{\text{int}} + H_{\text{ci}} = LE + V_{\text{ent}} + E_{\text{vap}} \quad (6)$$

donde

R_{int} = Radiación solar transmitida y absorbida en el invernadero.

$$R_{int} = \tau \cdot R_s \quad (w \cdot m^{-2}) \quad (7)$$

siendo

τ = transmisividad del invernadero a la radiación solar.

LE = energía utilizada por el cultivo para transpirar. Se puede calcular de distintas maneras.

- Por medio de relaciones empíricas con variables ambientales.

Por ejemplo, para tomate según Jolliet y Bailey (1992)

$$Tr = 0'32 \cdot R_{int} + 5'5 \text{ dpv} + 5'3 V \quad (8)$$

dpv = déficit de presión de vapor en Kpa

V = Velocidad del aire del invernadero en (m·s⁻¹)

Para Ficus benjamina con índice de área foliar de 3'18 Bailey y Montero y cols. (1993) obtuvieron

$$LE = -3'6 + 0'669 \cdot R_{int} \quad (W \cdot m^{-2}) \quad (9)$$

- Utilizando la ecuación de Penman-Monteith.

Para Ficus benjamina cultivado en invernadero, Bailey y cols. (1993) simplificaron la ecuación general hasta llegar a la expresión:

$$LE = \frac{R_{int} \cdot \exp(0'052 T_{int}) + 47'5 \cdot LAI \cdot 3 \text{ dpv} / (d)^{1/2}}{2 \cdot \exp(0'038 T_{int}) + 0'00262 r_i / (d)^{1/2}} \quad (10)$$

LAI = índice de área foliar

dpv = déficit de presión de vapor del aire (Kpa)

d = dimensión característica de las hojas (m)

$$d = 2 / (1/L + 1/W) \quad (11)$$

L y W son la longitud y anchura de las hojas (m)

r_i = resistencia estomática del cultivo

$$r_i = 46 + 54500 / (55 + I) \quad (s \cdot m^{-1}) \quad (12)$$

siendo I la radiación fotoactiva en $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$

La ecuación 10 es una simplificación de la fórmula general de Penman-Monteith. Para otros cultivos distintos del Ficus benjamina se pueden consultar los trabajos de Stanghellini (1987) y Yang (1990). Este último da una expresión para el cálculo de la resistencia estomática del pepino

$$r_i = 142'7 + 953'9 \cdot \exp(-0'0081 \cdot R_{int}) \quad (s \cdot m^{-1}) \quad (13)$$

Vent = Calor perdido por el invernadero por ventilación o renovación de aire.

$$\text{Vent} = F \cdot \delta \cdot (C_p \cdot T_{\text{int}} + W_{\text{int}} \cdot h_{\text{int}} - C_p T_{\text{out}} + W_{\text{out}} \cdot h_{\text{out}}) \quad (14)$$

(W · m⁻²)

F = caudal de aire renovado (m³ · s⁻¹ · m⁻² de suelo)

δ = densidad del aire seco (kg · m⁻³)

C_p = calor específico del aire seco (J · Kg⁻¹ · °K⁻¹)

W_{int}, W_{out} = humedad absoluta del aire interior y exterior (kg · kg⁻¹)

h_{int}, h_{out} = entalpía del vapor de agua en el aire interior y exterior (J · kg⁻¹)

F es de difícil determinación si el invernadero ventila de una manera natural sin ayuda de extractores eléctricos. Se discutirá más adelante la manera de calcular F.

E_{vap} = Energía consumida en evaporar el agua aportada por los equipos de humectación

$$E_{\text{vap}} = M_w \cdot h_w \quad (15)$$

M_w = caudal de agua aportada por los humidificadores (kg · s⁻¹ · m⁻²)

h_w = entalpía del agua evaporada (J · Kg⁻¹)

Por último el proceso de cálculo necesita conocer cual es la humedad dentro del invernadero. Para ello se establece el balance de masa del vapor de agua

ganancia del vapor que entra del exterior – por ventilación	pérdida del vapor que sale por ventilación	valor añadido + por los humidificadores	vañor añadido + por la evapotranspiración	= Ø
---	--	---	---	-----

$$F \cdot \delta \cdot (W_{\text{out}} - W_{\text{int}}) + M_w + LE / \lambda = \text{Ø} \quad (16)$$

λ es el calor latente de vaporización del agua (J · Kg⁻¹)

Si se resuelven simultáneamente las ecuaciones 1 (balance de energía de la cubierta), 6 (balance de energía del aire del invernadero) y 16 (balance de vapor de agua del aire del invernadero) se pueden determinar cuales son las temperaturas de la cubierta y del aire y la luminosidad ambiental en función de las condiciones iniciales de partida (temperatura, humedad, radiación y velocidad del viento del aire exterior y parámetros que definen el invernadero). Las figuras 1 y 2 son un ejemplo de la resolución de las ecuaciones citadas y muestran el salto térmico en función de la tasa de ventilación de cuatro invernaderos diferentes:

- 1-Refrigerado, por nebulización.
- 2-Con nebulizadores y malla de sombreo blanca del 40% de transmisión.
- 3-Con la malla blanca y sin nebulización.
- 4-Sin malla y sin nebulización.

La figura 1a corresponde a los cálculos efectuados para un clima húmedo, como el de la costa de Barcelona en un día de verano al mediodía solar definido por los siguientes valores: radiación solar de $900 \text{ Watio}\cdot\text{m}^{-2}$, temperatura ambiente de $25,3^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa del 71%. La figura 1b corresponde a un clima más seco, como el del interior de Cataluña, de $900 \text{ Watio}\cdot\text{m}^{-2}$ de radiación, $28,4^{\circ}\text{C}$ de temperatura y 38% de humedad relativa. Se supone que los invernaderos están totalmente llenos de cultivo con altas tasas de transpiración.

De ambas figuras se pueden obtener las siguientes conclusiones:

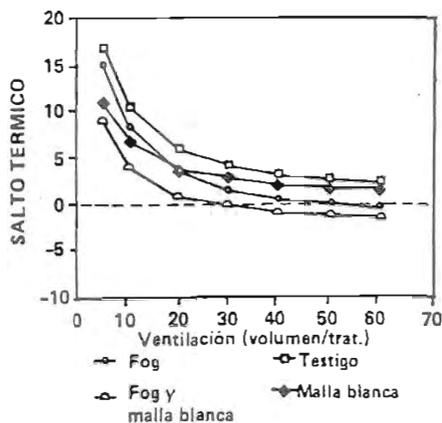
- Todos los invernaderos reducen su temperatura conforme aumenta la tasa de ventilación, pero a partir de 20 renovaciones por hora el descenso térmico es proporcionalmente menor.
- El sombreo tiene mucha más influencia sobre el clima del invernadero si la ventilación es escasa. Por ejemplo si la tasa de renovación horaria es 10 la malla blanca desciende la temperatura en 3 ó 4°C , mientras que si es 60 el descenso térmico es de apenas 1°C .
- La refrigeración por evaporación es mucho más efectiva en climas secos. En clima húmedo el invernadero debe tener tasas de ventilación elevadas para que su temperatura esté por debajo de la exterior. En clima seco la combinación de la evaporación y la ventilación puede reducir la temperatura hasta cerca de 10°C por debajo de la exterior.
- Durante el tiempo de uso de los evaporadores el invernadero debe estar ventilado. Es un error cerrar las ventanas cuando el "Fog" u otros equipos similares están en funcionamiento. Por otra parte, si la ventilación es alta, el equipo de humectación debe tener capacidad suficiente para añadir el vapor de agua que se escapa por las ventanas. La cifra de 20 a 30 renovaciones horarias parece un buen término medio, y es una tasa de ventilación que puede alcanzarse en la mayoría de invernaderos con ventanas cenitales incluso en días de poco viento.

Para ver el efecto que tiene el cultivo sobre el clima del invernadero se ha representado la figura 2, que es la repetición de los cálculos hechos para la figura 1 con la única variante de que los invernaderos están vacíos de plantas. Se puede concluir lo que sigue:

- En los invernaderos sin evaporadores las necesidades de ventilación son muy superiores a las del caso previo y se precisan por lo menos 60 renovaciones por hora para alcanzar un clima aceptable.

SALTO TERMICO
INVERNADERO - EXTERIOR

a) CLIMA HUMEDO



SALTO TERMICO
INVERNADERO - EXTERIOR

b) CLIMA CONTINENTAL

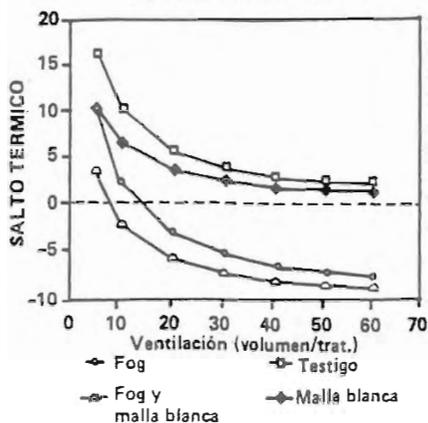
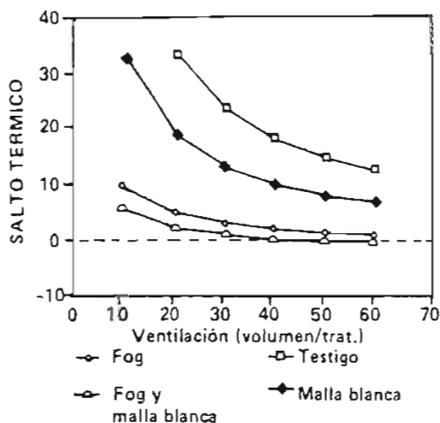


Fig. 1.- Predicción de la temperatura en un invernadero con cultivo plenamente desarrollado para diferentes sistemas de climatización (ventilación, humidificación y sombreado), a) en clima húmedo y b) en clima continental.

SALTO TERMICO INVERNADERO

a) CLIMA HUMEDO



SALTO TERMICO INVERNADERO

b) CLIMA CONTINENTAL

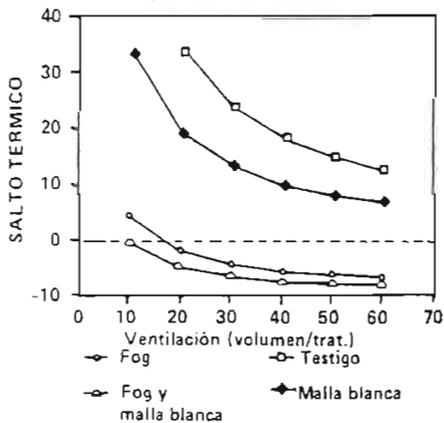


Fig. 2.- Predicción de la temperatura en un invernadero sin cultivo para diferentes sistemas de climatización (ventilación, humidificación y sombreado), a) en clima húmedo y b) en clima continental.

- En los invernaderos sin evaporadores el sombreado reduce en gran manera la temperatura (más de 10°C en muchos casos). Sin embargo cuando hay otra fuente de refrigeración, ya sea la transpiración del cultivo, la evaporación de agua o el aumento de la tasa de ventilación, el sombreado pierde importancia relativa y tiene menos efecto sobre el clima interno.

- En las primeras fases de desarrollo del cultivo (baja tasa de transpiración por unidad de superficie), los equipos de refrigeración por evaporación son extraordinariamente eficaces incluso en climas húmedos y logran descensos térmicos del orden de 15 y 20°C en invernaderos con mala ventilación.

- Si los invernaderos tienen evaporadores, las curvas que ligan el salto térmico con la tasa de ventilación son muy parecidas ya tenga el invernadero cultivo o no lo tenga. Tanto la transpiración del cultivo como el aporte de humedad por medio de equipos apropiados son dos maneras de evaporar agua, y una y otra pueden complementarse o sustituirse.

Muchas veces el invernadero está en una situación intermedia entre las dos señaladas, ni totalmente lleno de plantas de alta transpiración ni vacío del todo. Los dos ejemplos señalados aquí son ilustrativos de situaciones extremas, y para cada caso particular puede obtenerse la solución adecuada resolviendo simultáneamente las ecuaciones del balance de energía y de vapor de agua.

3.- TECNICAS Y EQUIPOS DE REFRIGERACION

3.1.- Sistemas de sombreado

3.2.1.- Encalado

El blanqueo de las paredes a base de carbonato cálcico o de cal apagada es el sistema de sombreado más extendido en la horticultura protegida mediterránea. En zonas de poca lluvia se prefiere el carbonato cálcico o Blanco de España porque es más fácil de eliminar por lavado. En zonas más húmedas es preciso usar soluciones de cal apagada. Bajo un punto de vista puramente técnico, el blanqueo presenta una serie de inconvenientes. El primer aspecto negativo es la permanencia de la cal en el invernadero durante períodos cubiertos. Como ya se ha señalado, los sistemas estáticos no permiten ajustar el grado de sombreado en función de las condiciones ambientales.

La aplicación de la cal no puede hacerse nunca con homogeneidad, y por tanto existen diferencias en la cantidad de luz que llega a las plantas. La preparación de la mezcla también influye en la transmisión de radiación. La figura 3 muestra que conforme aumenta la concentración de blanqueante la transmitancia se reduce, no favoreciéndose la transmitancia de PAR frente a la del infrarrojo corto.

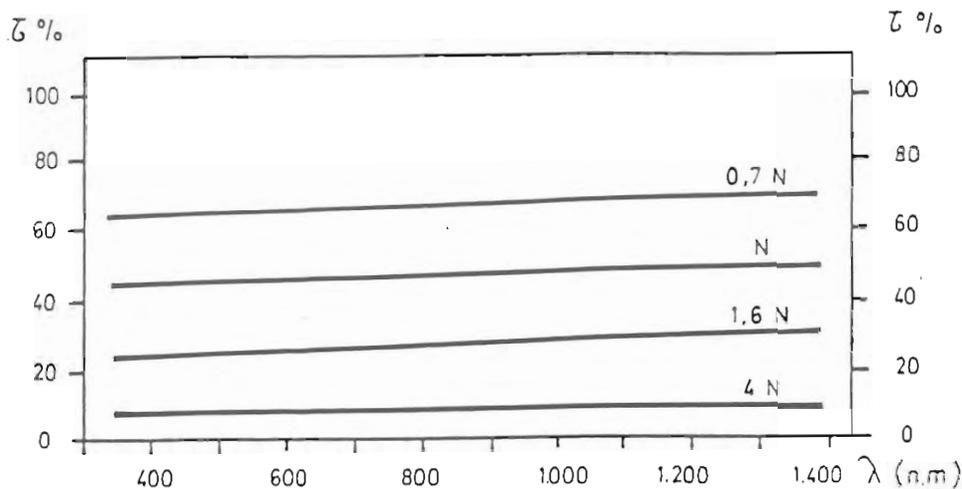


Fig. 3.- Espectro de transmisión de distintas soluciones de cal. N = 1 kg de producto por 4 litros de agua (Nisen, 1975) en Bailfe (1988).

En cuanto al efecto del blanqueo sobre las temperaturas del aire, los datos son escasos y difíciles de comparar entre sí, ya que la aplicación de la cal tendrá distinta acción según el tipo de invernadero sobre el que se utilice. Por ejemplo, un invernadero bien ventilado notará menos el efecto del encalado que otro más hermético, según lo discutido en el apartado 2.

En Almería se han registrado descensos de dos grados centígrados con el empleo de cal, en estructuras tipo parral de 22 metros de anchura y ventilación lateral. Esta reducción térmica no es espectacular, pero tampoco es despreciable. Aunque el encalado no logra por sí solo un clima óptimo de cultivo en zonas cálidas, su relativa efectividad y la economía de su uso explican la popularidad de esta labor.

En Argentina merece destacarse el trabajo de Francescangeli y cols. (1994) que compararon el efecto del blanqueado aplicado en dos densidades: 95 y 34 gramos de cal hidratada en disolución de 1 kg de cal por 5 litros de agua. En general, las diferencias de temperatura entre el testigo y los invernaderos blanqueados fueron de 2 a 3°C con las ventanas totalmente abiertas (18% de superficie respecto al suelo). La reducción media de la temperatura de la planta del tomate fue de 4.6°C para el blanqueado denso y 3.3°C para el liviano. El blanqueado afectó mucho más a la temperatura del suelo desnudo. La superficie logró un descenso térmico de 8 ó 9°C estando el invernadero totalmente abierto. Este hecho puede ser muy importante durante las primeras fases de desarrollo del cultivo.

3.2.2 Mallas de sombreo

Las mallas de sombreo fabricadas en España suelen ser de polietileno, aunque otros materiales como el polipropileno, el poliéster o derivados acrílicos se usan también para este propósito.

La gama de mallas con distinto porcentaje de transmisión, reflexión y porosidad al aire es muy amplia. Existen también materiales aluminizados que presentan la ventaja de reflejar parte de la radiación solar. Si la capacidad de reflexión no cambia con el uso del material (desarrollo de algas, suciedad, etc.), las mallas aluminizadas son las mejores para climas cálidos.

El grado de sombreo de la malla se escoge de forma que al mediodía las plantas reciban una cantidad de radiación cercana a su punto de saturación lumínica. Por tanto, es preciso conocer la curva de saturación de la especie y el régimen térmico del invernadero, puesto que la respuesta fotosintética varía con la temperatura. Se pueden encontrar estos datos para la mayoría de los cultivos en la literatura especializada.

Siempre que sea posible, deben situarse las mallas de sombreo en el exterior, aunque así se limita la vida útil de la red y se complica la instalación, la reducción de temperatura es más adecuada. La tabla 1 muestra la temperatura media en invernaderos similares con mallas exteriores e interiores de las mismas características.

Tabla 1.- Temperaturas medias de máximas en Murcia, junio 1986. Sistemas de sombreo en invernaderos de PE sin cultivo, con apertura lateral continua. P.F. Martínez (1987). Comunicación personal.

Tipo invernadero	Temperatura
Aire libre	33 °C
Invernaderos sin sombreo	46.6 °C
Invernaderos malla negra exterior del 45%	40.8 °C
Invernaderos malla negra interior del 45%	50.5 °C

La malla interior absorbe la radiación solar y la convierte en calor dentro del invernadero, calor que deber ser evacuado por ventilación. Por el contrario, la malla exterior se calienta con la radiación, pero se refrigera con el aire exterior del invernadero. Otro punto importante a tener en cuenta al instalar la red de sombreo es que, a menudo, se provoca una disminución de los intercambios de aire entre la zona de vegetación y el medio exterior. Quizás esto explique el que en la tabla 1 el invernadero con malla negra interior alcanzó una temperatura superior al testigo sin sombreo. El sombreo y la ventilación tienen que ir asociados.

Por último, en relación con el uso de las mallas es preciso tener en cuenta los siguientes puntos:

1. El porcentaje de sombreo mencionado en los prospectos comerciales, rara vez se corresponde con las determinaciones de laboratorio.
2. Todos los materiales son menos transparentes a la radiación difusa que a la radiación solar directa.
3. La intensidad del color de la pantalla no tiene una relación directa con el porcentaje de sombreo. El ojo humano es mal medidor de las propiedades ópticas de las mallas.
4. Se recomienda que no sea de color, puesto que cualquier material coloreado corta un porcentaje mayor del espectro visible. La fracción absorbida se corresponde con su color complementario (por ejemplo, la pantalla naranja o verde absorbe mayor cantidad de azul y desequilibra el espectro de la luz que llega al cultivo). Además la pérdida adicional de luz visible ocurre normalmente por absorción, que tiene el inconveniente adicional de aumentar la temperatura del invernadero.

3.2.3. Riego de la cubierta

Algunos invernaderos tienen instalados un sistema de riego en su cubierta, de modo que es posible crear una película de agua que fluye sobre la pared.

Este sistema tan sencillo parece dar mejores resultados para calentar que para enfriar el invernadero. Como método de calefacción se puede usar agua templada de pozos geotérmicos o calores residuales industriales. Incluso el agua a 16-18°C extraída directamente de pozos o sondeos es muy efectiva como medio antiheladas. En Italia se logró salvar los cultivos bajo invernaderos sin calefacción, regando la cubierta cuando la temperatura exterior fue de -8°C. En estas condiciones se forma una capa de hielo sobre el invernadero que lo aísla del medio exterior.

En cuanto a la capacidad de refrigeración del sistema, los pocos datos disponibles difieren entre sí. Cohen (1983) midió que la reducción de la temperatura del techo fue de 8°C, pero el ambiente y las hojas de tomate solo bajaron su temperatura en menos de 1°C. Francescangeli (1994) tampoco registró descensos apreciables con esta técnica. El trabajo de Pallara y Sancilio (1988) es más optimista en cuanto al uso del riego del techo puesto que en su caso la media de las máximas fue 3.5°C menos que las del testigo de comparación, y en casos extremos se midió menos temperatura dentro que fuera del invernadero. Pallara añadió colorante al agua pero su trabajo no especifica de qué tipo ni en qué cantidad.

Una vez más es difícil comparar experimentos realizados sobre invernaderos diferentes, con distinta ventilación y con distinto cultivo. Por eso insistimos en la técnica del balance de energía como método general de cálculo aplicable a cada caso particular.

En nuestra opinión el riego de la cubierta en verano es una técnica no libre de problema (desarrollo de algas, formación de depósitos sobre el plástico, en-

trada de agua al invernadero si la película está sujeta con clavos o alambres) y que no supera en reducción de temperaturas a los sistemas clásicos de blanqueado o sombreo.

4. REFRIGERACION POR EVAPORACION DE AGUA

4.1. Fundamentos

El agua, al pasar del estado líquido a vapor, absorbe calor. Si disponemos en el invernadero de algún equipo capaz de vaporizar agua, la vaporización absorberá calor del aire del invernadero y por tanto bajará la temperatura ambiente.

La evaporización del agua continúa hasta que el aire se satura (humedad relativa del 100%). La temperatura del aire en condiciones de saturación se llama temperatura húmeda. No es posible bajar la temperatura ambiente por debajo de la temperatura húmeda, puesto que el aire no admite más cantidad de agua en el estado gaseoso. Todo el proceso de saturación transcurre de manera que la energía de la mezcla aire y vapor de agua no varía. Se produce un cambio de calor sensible (descenso de la temperatura) por calor latente (aumento del contenido de vapor en la mezcla de aire húmedo). En termodinámica el proceso se llama adiabático y la entalpía permanece prácticamente constante.

Los sistemas de humectación empleados en la horticultura protegida son dos: la pantalla evaporadora y las boquillas de nebulización.

4.2. Pantalla evaporadora

Se trata de una pantalla de material poroso que se satura de agua por medio de un equipo de riego. La pantalla se sitúa a lo largo de todo un lateral o un frontal del invernadero. En el extremo opuesto se instalan ventiladores eléctricos. El aire exterior entra a través de la pantalla porosa, absorbe humedad y baja su temperatura. Posteriormente, es expulsado por los ventiladores .

El rendimiento de un buen equipo se acerca al 85%. La pantalla suele estar confeccionada bien con fibras como virutas de madera o con materiales celulósicos en láminas coarrugadas y pegadas con aditivos. Salvo por su precio, las pantallas celulósicas son mejores que las de fibra por las siguientes razones:

1. Admiten agua de muy mala calidad. Las pantallas de fibras necesitan un soporte que las contenga, que suele ser una tela metálica muy atacable por las sales. En cambio, las pantallas de celulosa no necesitan estructuras auxiliares de sujeción y resisten aguas muy salinas si el aditivo que une las láminas es resistente a la salinidad.
2. Con el tiempo, la fibra tiende a compactarse dentro de su soporte, dejando huecos por los que entra el aire sin humectarse adecuadamente.
3. Tienen mayor superficie de contacto y, por tanto, se puede reducir el área de pantalla a instalar.

4.3. Nebulización fina

La nebulización o "fog" consiste en distribuir en el aire un gran número de partículas de agua líquida de tamaño próximo a 10 micras. Debido al escaso tamaño de las partículas, su velocidad de caída es muy pequeña, de modo que permanecen suspendidas en el aire del invernadero el tiempo suficiente para evaporarse sin llegar a mojar los cultivos. Si las condiciones ambientales hacen que las gotas se depositen sobre las hojas, la cantidad de agua depositada es suficientemente pequeña como para no dañar los cultivos.

El elemento más delicado de todo el conjunto es la boquilla de nebulización, pues de su diseño depende la calidad de la instalación. La boquilla recibe agua a presión, la divide en gotas minúsculas y las dispersa a corta distancia. El movimiento natural del aire redistribuye la humedad. Existen también equipos que fuerzan una corriente de aire y mejoran el alcance de las gotas.

Para dividir la corriente líquida en pequeñas gotas hace falta energía. En función del tipo de energía que utilizan, las boquillas pueden ser hidráulicas, de aire a presión, centrífugas, cinéticas y térmicas. Las más usadas en invernaderos son de los tres primeros tipos. A continuación se describen los sistemas de nebulización más empleados en horticultura.

4.3.1. Boquillas de alta presión.

Son boquillas conectadas a tuberías timbradas para soportar una presión de trabajo de 60 kg/cm². El equipo funciona con agua cuidadosamente filtrada, a presión entre 40 y 60 kg/cm². El diseño de la boquilla es tal que el chorro de agua choca con un obstáculo a su salida y se dispersa formando un cono de gotas pequeñas, de las que el 95% son menores de 20 micras de diámetro. Generalmente, se instala una boquilla por cada 6-8 metros cuadrados de invernadero. El caudal de agua evaporada por boquilla es de 5 litros por hora, siendo función, naturalmente, de la presión de trabajo.

4.3.2. Boquillas de baja presión

Utilizan agua a presión comprendida entre 3 y 6 kg/cm². Existen varios tipos de boquillas que suelen mezclar agua y aire a presión.

Las mejores son las llamadas ultrasónicas. Se dirige la corriente de aire comprimido contra un resonador de forma hueca y redondeada situado enfrente de la salida de agua. Por tanto, el agua pasa a través de un campo de ondas y se dispersa en forma de gotas de tamaño igual o menor a 10 micras. La nebulización ultrasónica es extremadamente fina y "seca", pero el precio de las boquillas es casi prohibitivo.

Otras boquillas más económicas y también de una calidad muy aceptable mezclan aire a 6-8 kg/cm² con agua a 3-5 kg/cm². La mezcla se produce en el interior del cuerpo de la boquilla. Este sistema tiene algunas ventajas:

- Puesto que trabajan a presión de agua baja, el precio de la instalación es menor. Esta ventaja se compensa con la necesidad de montar un compresor de aire.
- El orificio de salida del agua es grande y no se bloquea con facilidad.
- La corriente de aire ayuda a limpiar la boquilla e impide el goteo cuando se corta el agua.

Para que el equipo funcione correctamente es necesario el uso de válvulas de control. Se precisan válvulas solenoidales para el suministro de aire y válvulas de muelle que admitan agua cuando la presión del aire sea mayor de dos atmósferas. Sin estas válvulas al arrancar sale un chorro directo de agua hasta que la presión de aire sube lo suficiente para nebulizar.

4.3.3. Humidificadores mecánicos

A diferencia de los tipos anteriores, constan de partes móviles. Algunos modelos utilizan la fuerza centrífuga para producir gotas de agua pequeñas y un ventilador que las extiende por el invernadero. Los equipos más recientes tienen capacidad para nebulizar entre 40 y 200 litros de agua por hora. Un sólo equipo basta para cubrir 100 m² de invernadero.

Son apropiados para instalaciones pequeñas. La calidad de nebulización es en general peor que la de los otros humidificadores y por esta razón pueden ser más útiles para el cultivo de hortalizas alimentarias que para el de flor cortada o planta ornamental.

5. REFERENCIAS

- Baille, A. 1988. La climatisation des serres en periode estivale. INRA. Seminaire AGRO-UETP.
- Bailey, B.J., Montero, J.I. y cols. 1993. Transpiration of ficus benjamina: comparison of measurements with predictions of the Penman-Monteith model and a simplified version. *Agric. and Forest Meteorology* nº 65, pp: 229-243.
- Bailey, B.J., 1984. Limiting the relative humidity in insulated greenhouses at night. *Acta Horticulturae* nº 148, pp: 411-419.
- Chalabi, Z.S., Bailey, B.J. 1989. Simulation of the energy balance in a greenhouse. *Divisional note* nº 1516. Silsoe Research Institute. Silsoe Bedford MK45 4HS. U.K.
- Cohen, Y., Stanhill, G. y Fuchs, M. 1983. An experimental comparison of evaporative cooling in a naturally ventilated greenhouse due to wetting the outer roof and inner crop soil surfaces. *Agric. Meteorology* 28, pp: 239-251.
- Francescangeli, N., Ferrato, J., Rosania, A. 1994. Efecto del blanqueado, sombreado y aspersión de agua sobre techo en la temperatura y otros parámetros en invernadero durante el periodo estival. *Acta Horticulturae* nº 357: 269-294.
- Jolliet, O., Bailey, B.J. 1992. The effect of climate on tomato transpiration in greenhouses: measurements and model comparisons. *Agric. and Forest Meteorology* nº 58, pp: 43-62.

- Pallara, A., Sancilio, C. 1988. Sistemi di raffreddamento e riscaldamento a "velo d'acqua" negli apprestamenti di protezione. *Culture Protette* n° 7, pp: 69-73.
- Stanghellini, C., 1987. Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management. Ph.D. dissertation. Landbouwniversiteit, Wageningen, Netherlands, 150 pp.
- Yang, X., Short, T.H., Fox, R.D. and Bauerle, W.L. 1990. Transpiration, leaf temperature and stomatal resistance of a greenhouse cucumber crop. *Agric. and Forest Meteorology* n° 51, pp: 197-209.

PRODUCCION DE MINIPLANTAS DE TEMPORADA: UN COMPLEMENTO A LA PRODUCCION DE SEMILLEROS HORTICOLAS

**Autores: MANUEL CABALLERO RUANO
M^a CARMEN CID BALLARIN
I.C.I.A.- Dto. de Ornamentales y Horticultura
Apdo. 60 La Laguna**

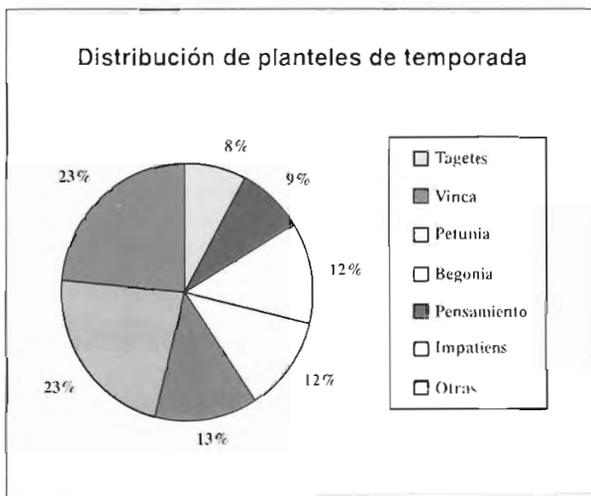
1. INTRODUCCION

La producción de plántulas de hortalizas y ornamentales es, quizás, uno de los campos en los que la mecanización de operaciones y el empleo de técnicas de control climático y operacionales ha alcanzado mayor nivel. El elevado valor de las semillas y la necesidad de obtener un producto uniforme a plazo conocido, y con un comportamiento en cuanto a cultivo predecible, aproxima este subsector a la pura industria. Todo ello se fundamenta en el conocimiento preciso del comportamiento del conjunto de elementos de producción.

La denominación "plantas de temporada" cubre normalmente un número de especies, la mayoría anuales, utilizadas generalmente en jardinería de exteriores, balcones y terrazas, aunque también se emplean algunas como plantas en maceta de flor para disfrute de corto plazo en interiores. Tanto este tipo de plantas como ciertas flores de corte que se obtienen a partir de semilla, y algunas especies utilizadas como condimentarias y aromáticas de gran consumo, asimismo ofrecidas por las casas de semillas, son susceptibles de ser producidas intensivamente por técnicas de miniplantel.

En EEUU se ha puesto de moda un término para definir este producto: "plug", que no tiene una traducción sencilla, pero que básicamente es una miniplanta producida intensivamente por sistemas mecanizados en bandejas multilóculo con gran número de celdillas, de forma similar al empleado en semillas hortalizas en nuestro país. Para tener una idea de la potencia de esta industria, baste indicar que las estimaciones para EEUU en 1993 eran de unos 7.000 millones anuales de plántulas producidas, que suponían que el 75% de las plantas de temporada son a partir de miniplantas. El gráfico adjunto muestra la distribución por especies de los primeros productores norteamericanos, totalizando unos 1.500 millones de plántulas.

En Centroeuropa se estima que este tipo de plantas supone del 10 al 15% del total de ventas de flores y plantas. En EEUU supera el 30%.



Las causas que han hecho posible este desarrollo son:

a) La obtención continuada de nuevas variedades de semilla para planta en maceta, de gran calidad y adaptación a distintos ambientes.

b) El desarrollo de técnicas de semillero mecanizadas y con un control eficaz de las condiciones ambientales.

c) El uso cada vez más frecuente de reguladores de crecimiento o de técnicas alternativas para controlar la forma y el tamaño de las plantas desde la fase inicial de su cultivo.

La producción en nuestro país de este tipo de plantas tiene un doble interés: por una parte, existe la posibilidad de obtención más precoz de miniplántulas adelantando así a las producciones tradicionales europeas de primavera. Por otro lado, es previsible un incremento de su consumo ligado sin duda a un mayor conocimiento de sus posibilidades ornamentales.

Debe tenerse en cuenta la gran diversidad de climas de nuestro país, por lo que las fechas de siembra y venta de algunas especies pueden ser completamente diferentes a las conocidas tradicionalmente en el resto de Europa o EEUU.

2. SISTEMAS DE PRODUCCION

Pueden considerarse básicamente dos sistemas de producción de plantas de temporada, según el grado de mecanización y el producto final que se va a vender.

a) Sistema tradicional:

La siembra se realiza normalmente en bandejas de semillero o mesas, procediendo a un repicado en cuanto aparecen las 2 ó 4 primeras hojas verdaderas, a bandejas de multimacetas (multilóculo) que van de 4 a 8 cm. de diámetro. En estas bandejas se puede proceder a la venta, si el destino es la jardinería doméstica, o bien proceder a la maceta definitiva de 10 a 14 cm. para planta de temporada de interior o balcones. La siembra en bandejas debe hacerse de tal modo que nunca se sobrepasen las 1.000 plántulas por bandeja de 30 x 50 cm. En casos como *Pelargonium* y *Calendula*, no debe sobrepasar las 200 plántulas. El ahilamiento debido a exceso de plántulas en este estadio causa problemas difíciles de solventar posteriormente.

b) Sistema intensivo o de "miniplantel"

El "miniplantel" ("plug", como hemos dicho, es el término anglosajón) comprende la producción de plántulas individualizadas que se hace por sistemas mecanizados de siembra, con alto control de las condiciones ambientales durante los primeros estadios de crecimiento de la planta.

Las bandejas de miniplantel contienen entre 120 y 600 “celdillas”, siendo en este último caso de 1 a 1,5 cm. de diámetro, y unos 2-3 cm. de alto. Este sistema es el mismo empleado en zonas hortícolas españolas para producción de plantel de hortalizas, y su adaptación a las plantas de temporada es relativamente fácil. Permite optimizar el uso de semillas costosas de alta calidad y disminuir considerablemente el tiempo y mano de obra de producción, además de evitar el estrés del trasplante que inevitablemente ocurre durante el primer repicado a partir de bandejas de semillero.

Las plántulas de miniplantel son trasplantadas en unas pocas semanas a bandejas multilóculos de 6 a 8 cm. o a la maceta definitiva, con un prendimiento rápido que permite en algunos casos una reducción de hasta 1/3 del tiempo total de producción.

3. CONDICIONES DE GERMINACION Y DESARROLLO DE PLANTULAS

Tanto en el caso del sistema tradicional como el miniplantel, el conocimiento profundo de las técnicas de germinación de cada tipo de semilla es esencial. Varias son las cuestiones que conviene resaltar al respecto.

3.1. La calidad de la semilla

-Semillas recolectadas antes del estado de maduración con parentales poco vigorosos producen resultados más pobres y variables. Es preciso hacer controles de calidad de semillas.

Hay casas que ofrecen semillas de calidad extra (más caras naturalmente) que garantizan mejores y más uniformes resultados. Generalmente se clasifican por densidad.

-Las condiciones de temperatura y humedad relativa en la conservación han de ser rigurosamente controladas hasta el momento de la siembra.

-Si no está reglamentado, debe exigirse la fecha de recolección y envasado de los lotes.

Para este tipo de plantas, el tiempo que transcurre desde la siembra mecanizada hasta el momento del trasplante resulta crucial, pero sobre todo es fundamental que todos los procesos ocurran de manera uniforme. Técnicas como el **acondicionamiento osmótico** (“priming”), se utilizan para conseguir que las semillas germinen más rápida y uniformemente cuando son emplazadas en las bandejas de semillero. Una excelente revisión de la fisiología de este proceso es la efectuada por Bradford (1986) para semillas hortícolas.

La técnica es utilizada con éxito, sin embargo, en un limitado número de especies de plantas de temporada, y sin duda su aplicación en nuestro país

tendrá dificultades pues la fase de acondicionamiento y posterior deshidratación debería hacerse por los proveedores de semilla.

3.2. Los sustratos y la fertilización.

Debido al pequeño espacio inicial en que se desarrollan las plántulas, las consideraciones que se hacen para los sustratos en cuanto a volumen de poros, retención de agua, uniformidad, disponibilidad de nutrientes, etc, cobran importancia trascendental en la germinación. Es absolutamente necesario emplear sustratos uniformes y de gran calidad. Existen pruebas que evidencian la importancia de tener un sustrato neutralizado y con abonado de fondo.

Las características de un sustrato adecuado deben ser: 30-50% de capacidad de retención de agua; 20% mínimo de aire; 10-30 meq/l CIC; pH 5.5.

Por lo que se refiere a nutrientes, se ha visto que el nitrógeno amoniacal puede retrasar en algún caso la germinación, como es el caso de algunas begonias. También se conoce que para algunas especies (ej. *Petunia*, *Begonia*, *Viola*) es aconsejable la fertilización desde el inicio utilizando nitrato potásico. Probablemente existe alguna influencia en el acondicionamiento osmótico de la semilla, que mejora la homogeneidad en la germinación.

La fertilización desde el mismo momento en que se ha emitido la radícula (estado 2) es absolutamente importante. Se recomienda generalmente aportar a través de la nebulización del orden de 50 a 100 ppm de un abono equilibrado, dos veces por semana como mínimo. Debe tenerse en cuenta que el continuo lavado que sufre el sustrato al estar bajo sistemas de humidificación provoca la falta de abonos en el microentorno de las raicillas.

El control del pH del sustrato del agua de la solución nutritiva resultan esenciales en la producción de plántulas, y son factores a cuidar con suma precisión.

La mayoría de las plantas requieren un pH entre 5.5 y 5.8, pero hay importantes excepciones, como puede verse en la tabla adjunta.

Influencia del pH en % germinación

Planta	pH 5.5	pH 6.5
<i>Ageratum</i>	62	88
<i>Begonia</i>	87	84
<i>Pelargonium</i>	90	91
<i>Impatiens</i>	87	87
<i>Tagetes</i>	80	86
<i>Petunia</i>	77	83
<i>Salvia</i>	44	72

(De Koranski, Kessler y Khademi, 1991)

El bajo pH origina bajos niveles de Ca y subsecuentemente debilidad en los tejidos. El pH alto produce clorosis férricas y deficiencias de otros microelementos.

Las propiedades químicas del sustrato, como la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), hacen éste más o menos susceptible a las variaciones de pH al regar con aguas alcalinas, por lo que conviene conocer las mismas y saber el margen de maniobra del que se dispone.

Cambios en el pH en sustratos comerciales regados con aguas alcalinas (>80 ppm de NaCO₃H).

Sustrato	pH inicial	pH 3 días	pH 1 semana	pH 2 semanas	pH 3 semanas
A	5.5	6.5	7.2	7.5	8.1
B	5.7	5.8	6.1	6.2	6.5
C	5.6	5.6	5.8	6.1	6.1
D	6.4	6.2	6.3	6.5	6.4
E	5.1	5.0	5.1	5.3	5.4

(De Shoemaker y Carlson, 1990)

Frecuentemente se utiliza la conductividad eléctrica (CE) para referirse al nivel de nutrientes. Plantas muy sensibles a la salinidad, como *Salvia*, *Begonia* o *Antirrhinum* requieren niveles de CE no superiores a 1 dS/m en la solución, pero por lo general valores hasta 1.8-2 dS/m se aceptan. Valores excesivamente bajos también originan problemas: a veces las raicillas no tienden a penetrar en el sustrato y crecen superficialmente.

3.3. La humedad y la temperatura.

La humectación afecta definitivamente la celeridad de los procesos de germinación. La siguiente tabla (de Koranski et al., 1991) muestra en el caso de *Petunia* el acortamiento del estadio 1, lo que tiene sus consecuencias en la prevención de fenómenos como el ahilamiento.

Germinación de *Petunia* con diferentes sistemas de humidificación

Días en propagación	% germinación				
	2	4	6	8	10
Riego a mano	0	10	30	45	50
Mist (350 m.)	0	15	40	70	72
Mist H.P. (35 m.)	0	35	72	76	77
Fog (15 m.)	0	80	92	96	96

(De Koranski et al., 1991)

La frecuencia con que ha de regarse depende de diversos factores, como son las propiedades del sustrato y el tipo de semilla, pero sobre todo los factores determinantes son la temperatura y el déficit de saturación de vapor.

La mayoría de semillas requieren alta humectación las primeras 24 ó 48 horas, durante el proceso de imbibición. Posteriormente las necesidades de oxígeno aumentan drásticamente, por lo que hay que asegurar el suministro de ambos factores.

En estadíos más avanzados, el control de la humedad puede constituir un método alternativo a los retardantes de crecimiento.

Naturalmente, si se dispone de agua de lluvia o de muy buena calidad, se obtendrá un mejor resultado, aparte de tener menos problemas en el funcionamiento de los equipos de nebulización. Si el pH del agua es alto (probablemente por presencia de bicarbonato sódico), habrá que acidular, para evitar el bloqueo de nutrientes.

Hay plantas en las que debe bajarse el nivel de humedad ambiental tan pronto se produce el despliegue de los cotiledones (ej. *Petunia*). Otras requieren un nivel alto de humedad hasta el desarrollo de las primeras hojas verdaderas (ej. *Begonia*). Es preciso, pues, prever la posibilidad de disponer de zonas diferenciadas para el manejo de la temperatura y la humedad, dentro de un rango razonable. Cada vez es más frecuente el uso de cámaras climatizadas, más fáciles de controlar, por lo general, que los invernaderos.

Cada especie tiene un rango de temperatura óptimo para la germinación y primeros estadíos. Un exceso de temperatura provoca inevitablemente el ahilamiento en plantas sensibles, cuando no la pérdida de viabilidad.

Una técnica que ha empezado a ser utilizada para la regulación de la altura y forma de las plantas, es la regulación de la diferencia de la temperatura día/noche, lo cual es conocido como **DIF**. Al disminuir el valor de esta diferencia, pudiendo llegar a ser negativa (si la temperatura del día es inferior a la de la noche), se logra, por lo general, un acortamiento de los entrenudos, y en muchos casos otros efectos sobre fenómenos como la floración. No obstante, su aplicación a las condiciones de clima mediterráneo es, sin embargo, problemática (Bravo, 1993).

3.4. La luz.

La luz es un factor decisivo para obtener plantas uniformes, compactas y de calidad en los miniplanteles. Para los primeros estadíos se suele recomendar de 3.000 a 4.000 lux, nivel que puede alcanzarse con relativa facilidad con luz artificial si es preciso. Una vez alcanzadas las cuatro o cinco primeras hojas, son recomendables niveles de luz del orden de 40-60.000 lux. El principal inconveniente en tales casos suele ser la dificultad de mantener temperaturas adecuadas, no superiores a 25 °C. Los sistemas de nebulización a alta presión permiti-

rán controlar tales parámetros aceptablemente. Si se dispone de equipos de ventilación del tipo de aire forzado ("fan-jet") o de refrigeración ("fan-pad"), se pueden mantener asimismo niveles de temperatura satisfactorios.

El alargamiento de los ciclos de luz, sobre todo en invierno, resulta muy útil en diversas especies. Por ejemplo en *Dianthus* y *Begonia* se logra disminuir hasta el 20% de tiempo de producción aportando 4 horas de luz suplementaria (unos 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). En *Petunia* es preciso que haya más de 12 horas de luz para inducir floración. Otro ejemplo puede ser *Gerbera*:

Efecto de la luz en la germinación de *Gerbera*

	Luz natural	Luz continua (100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ noche)
% germinación	76	100
Peso seco (mg)	45	425
Ciclo germ.-flor (días)	134	113

(De Erwin et al., 1991)

Las condiciones de elevada temperatura, humedad relativa y luz hacen un medio propicio para el desarrollo de algas. Para prevenirlo se han ensayado diversas soluciones: desde el sulfato de cobre a 1-2 ppm, lejía comercial, etc. Todos ellos presentan inconvenientes por producir daños o acumulación indeseable.

En EEUU se ha utilizado un producto denominado Agribrom, menos peligroso que el hipoclorito, pero desconocemos si se comercializa en España. Se emplea hasta concentraciones de 20-30 ppm sin síntomas de fitotoxicidad.

3.5. Los reguladores de crecimiento.

Si a pesar de todas las precauciones ya explicadas se observa con frecuencia una elongación no deseada de las plántulas, se puede entonces recurrir a la poderosa herramienta que suponen los retardantes de crecimiento. Existe abundante información de la respuesta diferencial de las distintas plantas de temporada a retardantes de crecimiento, parte de la cual es recogida en la bibliografía. Hay plantas en las que su empleo es necesario en casi cualquier circunstancia.

Generalmente es conveniente comenzar los tratamientos cuando las plántulas se encuentran desarrollando entre la 2ª y 4ª hoja verdadera, utilizando dosis más bajas de las recomendadas para plantas más desarrolladas. La concentración depende mucho de la especie y el momento de aplicación; generalmente oscila entre 30 y 90 ppm para ancymidol, 1500 a 3000 ppm para daminozida, 1 a 20 ppm para paclobutrazol, 0,1 a 2 ppm para el uniconazol, y 1500 a 2500 ppm para clomerquat (todas ellas en aplicación foliar).

Un método alternativo al empleo de retardantes que se está estudiando en diversas especies es la utilización de los efectos de estímulos mecánicos

(tigmomorfogénesis) en sus diversas formas hortícolas. La denominación que recibe más frecuentemente es “acondicionamiento mecánico”, si bien conviene caracterizar los distintos tipos, según sea el ápice o el conjunto de la planta el que recibe el tratamiento.

3.6. Almacenamiento y conservación de miniplanteles

Una vez terminado el producto se hace preciso hacerlo llegar al lugar de trasplante y realizar éste lo más ágilmente posible, pero a veces, problemas de organización o de medios dificultan o retrasan el trabajo. La cuestión es: ¿qué efectos tiene el mantenimiento de planteles sin trasplantar y en qué condiciones se minimizan los efectos negativos?

En experimentos con *Impatiens*, *Catharanthus* y *Petunia* se ha visto que el mantener entre 1 y 2 semanas son trasplantar ocasiona entre un 10 y 20% de reducción en el tamaño final, amén de una pérdida de calidad global. También se produce un retraso en el tiempo necesario para lograr el estado de floración preciso para la venta.

Bajando la temperatura de 5 a 10°C y con luz mínima se pueden almacenar las miniplantas hasta 5 semanas en algunos casos, como en *Catharanthus* (Heins y Wallace, 1993), sin que haya pérdidas notables de calidad. En *Impatiens*, sin embargo, hubo grandes diferencias según cultivares, mostrando algunos gran susceptibilidad al frío por debajo de 10°C.

Es posible almacenar las plántulas una vez germinadas en cámaras con temperaturas entre 3 y 5°C durante un par de semanas e, incluso, algo más. La posibilidad de almacenamiento depende de la especie. Así, *Browallia*, *Pelargonium*, *Petunia* o *Salvia* son relativamente tolerantes, en tanto que *Solanum* presenta problemas y *Coleus* es realmente difícil de conservar.

El almacenamiento se hará en cámaras bajo luz artificial y cubriendo las bandejas con plástico para evitar la deshidratación. En algunos casos podrán utilizarse antitranspirantes, teniendo precaución por la posible fitotoxicidad.

Una vez finalizada la fase de miniplantele, los cuidados se circunscriben a los riegos, abonados y tratamientos de acuerdo con las exigencias de cada especie.

El tiosulfato de plata previene de los daños que ocasiona la acumulación de etileno en los lugares cerrados, tales como las cajas o contenedores de transporte de plantas. El apoyo de medios mecánicos en el trasplante y el uso de cintas transportadoras, carros, etc, supone un considerable ahorro de trabajo.

Problemas de espiralización. Se ha ensayado el empleo de hidróxido cúprico recubriendo los recipientes. Parece ser que mejora el trasplante, sobre todo si las plantas son almacenadas por algún tiempo.

3.7.- Plagas, enfermedades y otros problemas

Dada la enorme diversidad de plantas tratadas en este capítulo, es difícil hacer indicación expresa de todas y cada una de las enfermedades, plagas y desórdenes que sufren las plantas de temporada. Vamos a tratar de resumir los problemas que se presentan más frecuentemente.

a) Marchitamientos y podredumbres de cuello.

Causados por hongos del suelo: *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Sclerotinia*, etc. Los tres primeros suelen atacar en las fases tempranas de desarrollo y el último en fases más avanzadas.

b) Podredumbre de ápices.

Causadas generalmente por *Botrytis*. En caso de excesiva humedad acaba destruyendo las plantas.

c) Royas y manchas circulares.

Hongos aéreos que causan lesiones puntuales por las zonas de penetración. Normalmente no deben presentarse ataques si se sigue el calendario de tratamientos preventivos adecuado.

Todas estas enfermedades se previenen asimismo mediante un adecuado manejo del cultivo, vigilando la sanidad del sustrato, útiles, previniendo los excesos de humedad o de frío, etc.

Los tratamientos preventivos para los hongos de raíz deben llevarse rigurosamente para las especies susceptibles, como son *Begonia*, *Impatiens* y *Catharanthus*, aunque siempre es aconsejable para todas las especies al menos una vez tras el trasplante.

Por lo que se refiere a plagas, hay que vigilar estrechamente los tres principales enemigos de las plántulas: pulgones, mosca blanca y thrips. Debe tenerse en cuenta en todo caso que las miniplántulas son muy sensibles a productos fitosanitarios a alta concentración, por lo que los tratamientos deben ser realizados con las precauciones que el caso requiere.

BIBLIOGRAFIA

- ARMITAGE, A. (1993). "CO₂ decreases plug and bench time". *Greenhouse Grower* Vol. 11(11): 36-39.
- ARMITAGE, A. (1993). **Bedding plants: prologing shelf performance: postproduction care and handing**. Ball Publishing, Batavia, IL., 71 págs.
- ARNOLD, M.A.; AIRHART, D.L.; DAVIS, W.E. (1993). "Cupric hydroxide-treated containers affect growth and flowering of annual and perennial bedding plants". *Journal of Environmental Horticulture* 11: 3, 106-110.
- BALL, G. J. (ed.) (1990). **The Ball Red Book**. G. J. Ball Publ. Co. Geneva, IL., 802 págs.
- BARRETT, J.E.; NELL, T.A. (1992). "Efficacy of paclobutrazol and uniconazole on four bedding plant species". *HortScience* 27: 8, 896-897.
- BRADFORD, K. (1986). "Manipulation of seed Water Relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions". *HortScience* Vol. 21(5): 1105-1112.
- BRAVO, F. (1993). "Concepto de DIF y su uso en el cultivo de plantas ornamentales". *Revista Horticultura*, nº 92.
- BROWN, D.R.; EAKES, D.J.; BEHE, B.K.; GILLIAM, C.H. (1992). "Moisture stress: an alternative method of height control to B-nine (daminozide)" *Journal of Environmental Horticulture* 10: 4, 232-235.
- CARLSON, W. y ROWLEY, E. (1980) "Bedding plants". En "Introduction to Floriculture", ed. by R.A. Larson págs. 479-522.
- CARPENTER, W.J.; BOUCHER, J.F. (1991). "Priming improves high temperature germination of pansy seed". *HortScience* Vol. 26(5): 541-544.
- CARPENTER, W.J.; WILLIAMS, S.W. (1993). "Keys to successful seeding". *GrowerTalks* 57: 8, 34...44.
- CARVER, S.A.; TAYAMA, H.K.; BHAT, N.R.; PRINCE, T.L. (1990). "Sumagic- an effective chemical growth regulator of bedding plants". *Ohio Florists' Association Bulletin* 724: 1-2; 4.
- DERTHICK, S.; CARLSON, W. (1990). "Shipping systems for bedding plants". *Acta Horticulturae* 272: 335-340.
- DILL, R. (1993). "Powerhouses of the plug industry". "Greenhouse Grower" Vol. 11(11): 10-11.
- ERWIN, J.; HEINS, R.; CARLSON, W. (1991). "Pot gerbera production". *Minnesota Fl. Growers Bull.* 40(5): 1-6.
- FARTHING, J.G.; ELLIS, S.R. (1990). "Effects of pH and phosphate on germination of bedding plants". *Acta Horticulturae* 272: 197-201.
- FARTHING, J.G.; ELLIS, S.R. (1990). "Growth regulants for modules-bedding plants". *Acta Horticulturae* 272: 293-297.
- FINCH-SAVAGE, W.E.; GRAY, D.; DICKSON, G.M. (1991). "The combined effects of osmotic priming with plant growth regulator and fungicide soaks on the seed quality of five bedding plant species". *Seed-Science-and-Technology*. 19: 2, 495-503.
- GRAPER, D.F.; HEALY, W. (1990). "Synergistic acceleration of *Begonia semperflorens* development using supplemental irradiance and soil heating". *Acta Horticulturae* 272: 255-259.
- HAMRICK, D. (ed) (1990). **Grower Talks on plugs**. Geo. Ball Publ. Co. Geneva, IL., 184 págs.

- HEALY, W. (1993). "How to grow cut flower plug seedlings". *FloraCulture International* Vol. 3(3): 6-9.
- HEINS, R.; WALLACE, T. (1993). "How to store Vinca plugs". *Greenhouse Grower* Vol. 11(4): 44-45.
- HEINS, R.; WALLACE, T. (1993). "How to store New Guinea Impatiens". *Greenhouse Grower* Vol. 11(11): 55-56.
- HOLCOMB, E.J.; ROSE, M.A. (1990). "Height control of selected bedding plants with uniconazole". *Acta Horticulturae* 272: 279-284.
- HUANG, Z.T.; COX, D.A. (1987). "Salinity effects on bedding plants". Research Report Series Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University 5: 14-15.
- JACQUES, D.J.; GOUIN, F.R.; KORJOIAN, P.S. (1992). "Nitrate fertilization and root media effects on growth and shelf-life of 'Honeycomb' marigolds and 'Novette Red' impatiens". *Journal of Plant Nutrition* 15: 5, 569-578.
- JIMENEZ, R., CABALLERO, M. (1990). **El cultivo industrial de plantas en maceta**. Ediciones de Horticultura, Reus, 664 págs.
- JORDAN, P. (1993) "Why use primed flower seed?" *Plantsman* 14: 4, 247-251.
- KACZPERSKI, M.P.; ARMITAGE, A.M. (1992). "Short-term storage of plug-grown bedding plant seedlings". *HortScience* 27: 7, 798-800.
- KARLOVICH, P. (1993) "Avoid germination problems". *Greenhouse Grower* Vol. 11(11): 16-17.
- KARLOVICH, P. (1994). "When should you water plugs". *Greenhouse Manager* Vol. 13(10): 32-33.
- KESLER, R.; ARMITAGE, A.M.; KORANSKI, D. (1990). "Effect of supplemental light and duration of exposure on growth and flowering of *Begonia semperflorens*". *Acta Horticulturae* 272: 137-144.
- KORANSKI, D; KESSLER, R. (1991). "Roots 101: Media, moisture and fertility". *Grower Talks* 55(8): 47-57.
- KUMPF, J.; HORTON, F.; LANGHANS, R. (1966). "Seedling storage". *N. York State Fl. Growers Bull.* 244.
- LAFFE, S.; STYER, R. (1990). "Answering the big questions on plugs". *Grower Talks* Vol. 54(8): 37-44.
- LANG, H. (1994). "How to avoid plug fertility problems". *Greenhouse Manager* Vol. 13(10): 35-37.
- LANGE, N.; HEINS, R. (1991). "Cold storage of bedding plant plugs". *HortScience* Vol. 26(6): 769.
- LANGTON, F.A.; COCKSHULL, K.E.; CAVE, C.R.J.; HEMMING, E.J. (1992). "Temperature regimes to control plant stature: current UK R&D". *Acta Horticulturae* 327: 49-59.
- LATIMER, J. G. (1991). "Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable transplants". *HortScience* Vol. 26(12): 1456-1461.
- LATIMER, J.G. (1991). "Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedlings". *HortScience* 26: 2, 124-126.
- LERCARI, B.; BRETSEL, F.; PIAZZA, S. (1992). "Effects of UV treatments on stem growth of some greenhouse crops". *Acta Horticulturae* 327: 99-104.
- LIANG, B.; BROWN, J. (1990). "The effect of magnetic field on water inhibition and radicle growth of seeds". *HortScience* Vol. 25(9): 1074.
- MERRITT, R.H.; KOHL, H.C. Jr. (1991). "Morphology of bedding plants in response to low night temperature and energy use implications". *Scientia Horticulturae* 45. 3-4, 295-302.

- MORTESEN, L.M.; MOE, R. (1992). "Effects of various day and night temperature treatments on the morphogenesis and growth of some greenhouse and bedding plant species". *Acta Horticulturae* 327: 77-86.
- NAU, J. (1993). **Ball Culture Guide** 2nd. Ed. Ball Publishing, Batavia IL. 143 págs.
- REIMHERR, P. (1989). "Keeping Viola short". *Deutscher Gartenbau* 43: 2, 84.
- SAMFIELD, D.M.; ZAJICEK, J.M.; COBB, B.G. (1991). "Rate and uniformity of herbaceous perennial seed germination and emergence as affected by priming". *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116(1): 10-13.
- SHOEMAKER, C.A.; CARLSON, W.H. (1990). "pH affects seed germination of eight bedding plant species". *HortScience* 25: 7, 762-764.
- SMITH, P.T.; COBB, B.G. (1991). "Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water". *HortScience* Vol. 26(4): 417-419.
- TOLMAN, D.A.; NIEMIERA, A.X.; WRIGHT, R.D. (1990). "Influence of plant age on nutrient absorption for marigold seedlings". *HortScience* 25: 12, 1612-1613.
- VOGELEZANG, J. et al. (1992). "Cooperative European research on temperature strategies for bedding plants". *Acta Horticulturae* 327: 11-16.
- WANG, X.; JIAO, J.; TSUJITA, M.J. (1990). "Effect of Sumagic on growth of three bedding plants". *Acta Horticulturae* 272: 305-309.
- WITT, H. (1989). "Results with growth regulators in ornamental plants". *ZB-Zierpflanzenbau* 29: 6, 231, 262.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Achillea Temp. °C Fertil. ppm/frec.	0.5-1	18-22	16-18 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	6-7	
Ageratum Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	0.3-0.5	2-3 26-28 90-100	7 22-24 85-90 50 / 1-2 sem.	14 18-20 150 / 1 sem.	14 15-17	5-6	Remojar las semillas en agua caliente a unos 60°C facilita la germinación. Necesario recortar raíces al trasplantar.
Ammi majus Temp. °C Fertil. ppm/frec.	1.5-2	30 día / 20 noche	18-21 100 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	7-8	Si no es posible aplicar temperatura alternante en el Estado 1, colocar a temperatura de 21-24°C
Anemone Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	1	16-18 NO. Cubrir semilla	16-18 100 / 1 sem.	18-20 100 / 1 sem.	13-15	8-9	Cubrir las semillas con vermiculita
Antirrhinum Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	0.2-0.3	5-8 21-24 90-95	14 18-21 80-85 Ninguna	14 17-18 100 / 1 sem.	6-7 15-17	6-7	La germinación mejora estratificando las semillas 3-4 semanas a 2-4°C, y aplicando 21°C día / 27°C noche en el Estado 1. Usar bajo nivel de fertilizantes, pero asegurar suficiente boro para evitar daños en los ápices.
Aquilegia (híbridos) Temp. °C Fertil. ppm/frec.	3-4	21-24	18-21 100 / 1 sem.	18-20 150 / 1 sem.	13-15	6-7	Estratificar las semillas 3-4 semanas, a temperatura de 4°C previamente a su siembra.
Aster (híbridos flor cort.) Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	3.5-4	21	20-21 50 / 1sem. SI Suplem.	18-20 150 / 1 sem. SI Suplem.	15-16 SI Suplem.	5-6	Estratificar las semillas 3-4 semanas a temperatura de 2-4°C previamente a su siembra. Mantener siempre las plántulas en día largo, usando luz suplementaria.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Begonia (R. fibrosa) Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Requerim- Luz	-	6-7 26-27 95-100 SI	14-21 22-26 90-95 50-100 / 1-2 sem. SI Suplem.	21-28 21-24 150 / 2 sem. SI Suplem.	14 16-20	8-9	Amonio en sustrato \leq a 10 ppm Mantener alta humedad en Est. 1, para evitar muerte apice raiz. Las plántulas en Est. 2 son muy sensibles, comprobar el correcto nivel de fertilizante si se observa pérdida de vigor.
Begonia (R. tuberosa) Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	-	7-10 24-26 95-100	21 21-22 90-95 50-100 / 1sem. SI Suplem.	21 20 150 / 1-2 sem. SI Suplem.	15-17 14	9-10	La temp. de los estados 1 y 2 es critica para la germinación. En caso de cubrir la semilla hacerlo muy levemente. Interrumpir la noche con 500 lux para evitar la tuberización. El amonio puede inhibir el crecimiento.
Browallia Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	0.5-1	4-5 24 80-85	14 21-22 85-90 50 / 1 sem.	21 20-21 100 / 1 sem.	7 15-17	6-7	
Callistephus Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	4-5	4-5 21 85-90	7 20-21 85-90 50 / 1 sem.	14 15-20 150 / 1 sem.	7-10 15-17	4-5	
Carthamus tinctorius Temp. °C Fertil. ppm/frec.	70-85	20-22	18-20 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	15-16	5-6	
Browallia Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	2-4	4-6 25-27 90-95 (3 dias) 80 NO	10-14 22-24 75-80 25 / 1 sem. SI Suplem.	14-21 20-22 100 / 1 sem. SI Suplem.	18-20	5-7	Cubrir ligeramente la semilla. Sustrato a pH 5.5-5.8. Mantener sustrato muy húmedo hasta inicio emergencia raiz (3 días), luego reducir bastante la humedad.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Celosia Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	1-2	7-14 15-17 4-5 24 90-95	7 22-24 85-90 50 / 1-2 sem.	14 18-21 100-150/2 sem. SI Suplem.		5-6	Temperatura del Est. 1 crítica para la germinación. Trat. preventivo con fungicidas. Mantener adecuado nivel de humedad y fertilizante para evitar floración prematura.
Centaurea Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	1.5-2	18-21 NO Cubrir semilla	18 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	6-7	Cubrir las semillas con vermiculita.
Girsim japonicum Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	3.5-7	15-18 NO Cubrir semilla	16-18 100 / 1 sem.	18-20 150 / 1 sem.	13-15	7-8	Estratificar las semillas 21 días a temperatura de 2 °C previamente a su siembra. Cubrir las semillas con vermiculita.
Coleus Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	0.52	4-5 22-24 90-95	10 22-24 85-90 50-75 / 1 sem.	14-21 18-21 150 / 2 sem.	7 15-17	5-6	Reducir la fertilización y aplicar retardantes en Estado 3 para producir plantas compactas.
Consolida ambigua Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	7	15-18 NO Cubrir semilla	16-18 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	5-6	Estratificar las semillas 21 días a temperatura de 2 °C previamente a su siembra. Cubrir las semillas con vermiculita.
Craspedia uniflora Temp. °C Fertil. ppm/frec.	7	22-24	20-21 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	8-9	Cubrir las semillas con vermiculita.
Cyclamen Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	15*	21-28 18-20 90 NO. Cubrir semilla	21 21 80-85 50-75 / 1 sem.	21 20-22 100-150/1 sem.	7-14 15-16	10-14	* Suele indicarse el número de semillas en lugar del peso. Sustrato: pH 5.5-6.5 amonio ≤ 10 ppm. Buena aireación Usar bandejas de 200 plugs.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Dahlia Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	15	3-4 25-27 90-95 NO. Cubrir semilla	7 20-21 85-90 50 / 1 Sem.	7 18-21 100 / 1-2 sem.	7 15-17	3-4	Siembra mecánica difícil. Evitar contenidos altos de sales y fertilizantes para conseguir buen crecimiento.
Dianthus chinensis D. barbatus Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	2-3.5	3-5 21-24 95-100	7 21-24 85-90 50 / 1 Sem. Sl. Suplem.	14-21 18-21 150 / 1 sem. Sl. Suplem.	7-14 15-17	5-6	Evitar acumulaciones de sales que pueden causar quemaduras. Vigilar el ahijamiento. Para promover la floración interrumpir la noche con 500 lux.
Delphinium (hibridos) Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	0.5	16-18	16-18 50 / 1 sem.	18-20 150 / 1 sem.	13-15	8-9	Estratificar las semillas 21 días a temperatura de 2 °C previamente a su siembra. Cubrir las semillas con vermiculita.
Digitalis purpurea Temp. °C Fertil. ppm/frec.	0.5	16-18	16-18 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	15-16	8-9	
Echinacea purpurea Nº días Temp. °C	7	18-20	18-20 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	15-16	8-9	
Echinops ritro Temp. °C Fertil. ppm/frec.	25-30	15-18	18-20 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	15-16	8-9	
Gaillardia grandiflora Temp. °C Fertil. ppm/frec.	25-30	21-24	18-20 50 / 1 sem.	16-18 100 / 1 sem.	15-16	8-9	
Gazania Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	7	5-7 24-26 85-90 NO. Cubrir semilla	7 20-22 80-85 50 / 1 sem.	17 18-21 100 / 1 sem.	7-14 15-17	5-6	Deben utilizarse bandejas con celdillas relativamente grandes.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Geranio Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	7	3-5 21-24 90-95 NO. Cubrir semilla	5-10 21-24 80-85 50-100 / 1 sem. SI Suplem.	14-21 18-21 150 / 2 sem. SI Suplem.	7-14 17-18	6-7	Sustrato a pH 6.2-7 para evitar toxicidad por Fe, Mn, Zn,... Evitar niveles altos de Na. Mantener siempre la temperatura por debajo de 25° C.
Gerbera Nº dias Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	7	5-6 68-72 90-95 NO. Cubrir semilla	14 20-22 80-85 50-100 / 1 sem.	14 18-21 150 / 1-2 sem.	7-14 15-17	6-7	
Godetia Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	1	21 NO. Cubrir semilla	18-20 50 / 1 sem.	16-18 100 / 1 sem.	15-16	4-5	Cubrir ligeramente las semillas con vermiculita.
Gomphrena Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	3	22 NO. Cubrir semilla	18-20 50 / 1 sem.	18-20 100 / 1 sem.	15-16	5-6	Cubrir las semillas con vermiculita.
Gypsophila Temp. °C Fertil. ppm/frec.	2-3.5	21-24 NO. Cubrir semilla	18-20 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	5-6	
Helichrysum Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	1	21-24 NO. Cubrir semilla	20-21 50 / 1 sem.	18-20 150 / 1 sem.	15-16 SI suplem.	4-5	Cubrir las semillas con vermiculita. A partir del Estado 4 mantener las plantas en día largo.
Iberis amara Temp. °C Fertil. ppm/frec.	3.5-7	15-18	16-18 50 / 1 sem.	18-20 100 / 1 sem.	15-16	5-6	
Lavandula Temp. °C Fertil. ppm/frec.	3-4	18-21	18-20 100 / 1 sem.	16-18 100 / 1 sem.	15-18	8-9	Estratificar las semillas 3-6 semanas a temperatura de 2°C mejora la germinación.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Limonium sinuatum Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	7	21 NO. Cubrir semilla	18-20 50 / 1 sem.	16-18 100-150/1 sem.	13-18*		Cubrir las semillas con vermiculita. * Temperaturas en esta fase más bajas si se desea floración precoz.
Lobelia Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	30-50 mg	4-6 24-27 90-100	7 20-22 80-90 50 / 1 sem.	14 18-20 100 / 1 sem.	7-10 15-17	5-6	Buena ventilación y aplicación preventiva de fungicidas para evitar pérdidas de plántulas por ataques de hongos.
Lobularia Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	0.5	2-3 25-28 90-100	7 22-24 85-90 50 / 1 sem.	21 18-20 100-150/1 sem.	7-10 15-17	5-6	Riesgo de ahilamiento a temperaturas mayores de 24°C Trat. preventivo contra hongos de raíz recomendable.
Matthiola Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	5-10	18-21 NO. Cubrir semilla	16-18 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	6-7	Cubrir las semillas con vermiculita.
Moluccella Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	14	21-24 SI	20-21 100 / 1 sem.	18-20 100 / 1 sem.	13-15		Extrañificar las semillas 3 semanas a temperatura de 24°C previamente a la siembra.
Petunia Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	0.1-0.25	3-5 24-26 90-95 SI	7-10 20-24 75-80 50-75 / 1-2 sem. SI Suplem.	14-21 18-21 150 / 1-2 sem. SI Suplem.	7-10 16-18	5-6 Ma	5 ppm de KNO ₃ mejora germinación. Sustrato a pH ≤ 6.8 para evitar carencias de Fe. Mantenerlo saturado los 2 días primeros, luego reducir humedad y comenzar a fertilizar. Aplicar retardantes en Estado 3 para obtener plantas compactas.
Platycodon Temp. °C Fertil. ppm/frec.	1.5-2	15-21	16-18 50 / 1 sem.	16-18 100 / 1 sem.	13-15	5-6	

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Portulaca Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	0.25	2-3 24-27 95-100	7 21-22 85-90 NO	14 16-18 100 / 1 sem.	7-14 15-17	4-5	Aplicación preventiva de fungicidas para evitar pérdidas de plántulas por ataques de hongos. Aplicar retardantes en Estado 3 para obtener plantas compactas.
Primula (grupo vulgaris) Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	1.5-2	7-21 16-18 90-95 NO. Cubrir semilla	14-21 16-18 85-90 25-50 / 1 sem.	14-28 15-17 100 / 1 sem.	10-20 15-16	9-13	
Salvia splendens Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec.	7	5-7 24-26 95-100	7 21 80-85 25 / 1 sem.	21 16-18 100 / 1 sem.	7 15-17	5-6	Usar sustrato con bajo nivel de fertilizantes. Aumentar la aplicación de fertilizantes en el Estado 4. Transplantar pronto las plántulas.
Scabiosa atropurpurea Temp. °C Fertil. ppm/frec. Luz	8-10	16-18 NO. Cubrir semilla	18-20 50 / 1 sem.	16-18 150 / 1 sem.	13-15	5-6	
Tagetes Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	3.5-7	2-3 23-27 90-95 NO. Cubrir semilla	7 20-21 80-85 50-75 / 1 sem.	14 17-18 100-150 / 1 sem.	7-10 16-18	4-5	Cubrir ligeramente las semillas. Sustrato a pH 6-6.5, para evitar toxicidades o carencias de Fe, Mn, Zn. Evitar acumulaciones de Na.
Verbena Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	3.5-7	4-6 24-27 95-100 (2 días) 80 NO. Cubrir semilla	14 22-24 75-80 25 / 1 sem.	14 20-22 100 / 1 sem.	7 18-20	5-6	Cubrir ligeramente las semillas. Tratam. preventivo con fungicidas. Cond. ambientales relativamente secas a partir del tercer día pueden mejorar los resultados.

PLANTA	SEMILLA g/1000 pl.	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TIEMPO TOTAL Semanas	OBSERVACIONES
Viola (Pensamiento) Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	3-6 18-23 2-3.5 95-100 (3 días) NO. Cubrir semilla	7 17-21 75-80 50 / 1 sem.	14 16-20 100 / 1 sem.	7-21 13-18	5-7	Mantener sustrato muy humedo hasta inicio emergencia raiz (3 días), luego reducir bastante la humedad. Sustrato pH 5.5-6; bajo en nutrientes, especialm. P, para obtener plantas compactas. Aplicar retardantes en Estado 3.	
Zinnia elegans Nº días Temp. °C Hum. rel. % Fertil. ppm/frec. Luz	2-3 26-27 15* 20-28** 95-100 NO. Cubrir semilla	7 21-22 80-85 NO.	7 18 100 / 1 sem.	7 15-17	3-4	* Cultivares para maceta. ** Cultivares para flor cortada. Tratamiento fungicida preventivo contra Alternaria.	

ESTADO 1 Fase inicial de la germinación, hasta la emergencia del ápice de la raíz.

ESTADO 2 Fase de crecimiento, emergencia del tallo y los cotiledones. Reducir la humedad e iniciar la fertilización.

ESTADO 3 Fase de forzado: las plántulas desarrollan 4-6 hojas verdaderas y forman el sistema radicular.

ESTADO 4 Fase de acabado y endurecimiento. Preparación para transporte y transplante.

Fertilización: Se expresa como ppm de N. Suele utilizarse un equilibrio 20:10:20 rico en Calcio, con $\geq 85\%$ del N en forma nítrica. Menos frecuentemente se utilizan equilibrios tipo 15:0:15.

VIABILIDAD, GERMINACION Y VIGOR: TRES CONCEPTOS DISTINTOS PARA UN MISMO LOTE DE SEMILLAS

Autores: LUIS MARTINEZ VASSALLO
Estación de Ensayo de Semillas, INSPV,
Carretera N-VI, km 7.5, 28000-MADRID.

JOSE M. DURAN ALTISENT
Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia,
E.T.S.I.A. de la U.P.M.
C. Universitaria, 28040-MADRID.

RESUMEN

A partir de los conceptos de viabilidad, germinación y vigor, definidos de acuerdo con las Reglas Internacionales de la ISTA (*International Seed Testing Association*) y de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA), se presenta la metodología seguida en la Estación de Ensayo de Semillas del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) para analizar las muestras representativas de lotes de semillas y se discute la problemática existente, ilustrándolo con algunos ejemplos.

1.- INTRODUCCION

Es frecuente encontrar muestras de lotes de semillas que sometidas a condiciones favorables en ensayos de **germinación** no se desarrollan, debido fundamentalmente a una falta de **viabilidad**. Por otra parte, muestras sometidas a las mismas condiciones y que posteriormente alcanzan un elevado porcentaje de germinación, no emergen o no se desarrollan satisfactoriamente en campo e incluso se desarrollan menos que otras muestras con porcentaje de germinación igual o inferior; es decir, son menos **vigorosas** que estas últimas. En esta comunicación pretendemos facilitar la explicación de estos casos y otros similares mediante la aclaración de tres conceptos esenciales: **viabilidad, germinación y vigor**.

Antes de pasar a clarificar los mencionados conceptos y su medida en el laboratorio es conveniente señalar que cuando hablamos de **lote de semillas** nos referimos a una cantidad específica de semillas, físicamente identificable y que de acuerdo con las Normas Internacionales vigentes de la ISTA (INSPV, 1985) puede variar hasta un máximo de 10.000 kg para semillas de tamaño inferior al trigo y hasta 40.000 kg para especies de semillas de tamaño superior.

La mayoría de los trabajos, tanto experimentales como de ensayos oficiales de rutina, se realizan sobre **muestras de trabajo** obtenidas mediante homogeneización y reducciones sucesivas de la **muestra global** formada a su vez por **muestras elementales** tomadas de forma representativa, con criterios estadísticos, de los distintos recipientes o envases de semillas que forman el lote. Con lo anterior queremos dejar bien claro que siempre que hablemos de muestra de semillas suponemos que es la representación estadística del lote de la cual procede y en consecuencia lleva consigo un previsible error de muestreo.

2.- VIABILIDAD

En una muestra de semillas, el concepto de viabilidad no se suele establecer de forma rígida sino en función del objetivo que se pretende conseguir. Así por ejemplo, en el caso de un lote de semillas para producción de malta interesa saber su viabilidad desde el punto de vista de emergencia y no la posterior evaluación de la plántula; en cambio, desde el punto de vista de la siembra de un lote de semillas, interesa conocer la capacidad de las mismas para producir plantas en el campo.

En esta comunicación vamos a considerar semillas viables las que son capaces de transformarse en plántulas aceptables en el campo, incluso bajo condiciones no del todo favorables y como semillas no viables, además de las semillas totalmente muertas, aquellas que pueden dar lugar a plántulas anormales y que presumiblemente no van a formar parte del porcentaje de germinación ni van a contribuir a la cosecha cuando se colocan en condiciones de campo.

La estimación de la viabilidad en el laboratorio se realiza por diversos métodos, siendo los más extendidos el ensayo de germinación que detallaremos más adelante y el ensayo con sales de tetrazolio.

En el ensayo al tetrazolio, las semillas son embebidas en una solución del indicador 2,3,5-cloruro de trifeníl tetrazolio (TTZ), preparado en forma de líquido incoloro que al aceptar el hidrógeno procedente de la actividad enzimática que se desarrolla en las células vivas se transforma en una suspensión líquida de color rojo, estable y no difusible, denominada trifeníl-formazán, lo que permite distinguir las partes coloreadas, vivas, de las necrosadas o muertas. Además de semillas viables, completamente teñidas, pueden aparecer semillas muertas o no viables, sin colorear y semillas parcialmente teñidas. La localización y tamaño de las áreas necrosadas (no teñidas) en las estructuras esenciales del embrión y/o endospermo y no necesariamente la intensidad de coloración, permite clasificar las semillas en viables y no viables, obteniéndose de este modo una medida de la viabilidad de la muestra de semilla.

El método del tetrazolio, además de su rapidez tiene la ventaja de que permite determinar la viabilidad de las semillas durmientes o latentes y detectar la presencia de ciertos daños mecánicos producidos durante la recolección y/o procesamiento del lote de semillas. No obstante, tiene el inconveniente de que no refleja necesariamente las infecciones por hongos, ni los efectos tóxicos producidos por los tratamientos; por otra parte, no es muy exacto si se realiza el ensayo con semillas que hayan comenzado a germinar.

La muestra de semilla que se utiliza en este método debe proceder lógicamente de la fracción de semilla pura del análisis de pureza específica y su preparación para posterior evaluación varía según la especie que se desee analizar. En algunas especies es necesario humedecer las semillas para reblandecer los tejidos y facilitar la penetración de la solución, en otros casos puede ser necesario modificar las estructuras de las semillas con el fin de exponer el em-

brión al contacto con la solución. En el Manual de Ensayos al Tetrazolio, publicado por la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (INSPV, 1987), se especifican para la mayoría de las especies, entre otros aspectos, los siguientes: pretratamientos, concentración y tiempo de exposición a la solución de las estructuras esenciales y criterios de evaluación.

Además de los métodos mencionados existen otros para estimar la viabilidad, como: a) la evaluación por rayos X, basada en la localización del cloruro de bario en las células (no penetra en las células vivas y sí lo hace en las muertas) y b) el análisis de los exudados (azúcares, aminoácidos, electrólitos, etc.). Por lo general, estos métodos tienen menor difusión.

3.- GERMINACION

Anteriormente hemos mencionado la germinación en laboratorio como uno de los métodos más conocidos para estimar la viabilidad de las semillas. Internacionalmente se entiende como germinación de una semilla en laboratorio, la emergencia y desarrollo de la plántula hasta alcanzar un estado tal que el aspecto de sus estructuras esenciales permita indicar si es capaz o no de transformarse en una planta bajo condiciones favorables en el suelo (INSPV, 1985).

Los resultados del ensayo de germinación en laboratorio se expresan como el porcentaje de semillas puras que han producido plántulas capaces de continuar su desarrollo y convertirse en plantas, cuando han sido sometidas a condiciones normalizadas de sustrato, temperatura, humedad y aireación.

Evidentemente, la germinación y/o su expresión en el laboratorio se utilizan como índice de comparación entre muestras y lotes de semillas y por acuerdo internacional en las transacciones comerciales de semillas, pero siempre teniendo presente que indican únicamente que una muestra de semillas colocada en condiciones normalizadas y generalmente favorables produce un mayor o menor número de plántulas capaces de desarrollarse posteriormente en campo si las condiciones son favorables.

El porcentaje de germinación nos indica el valor de la muestra y en consecuencia del lote para la siembra y sus posibilidades de desarrollarse en campo, pero nunca debe considerarse como un valor absoluto en el sentido de que siempre se van a obtener tantas plantas en el campo como indica el porcentaje de germinación ya que -obviamente- no coincidirán nunca, ni el sustrato, ni las condiciones ambientales durante la siembra y nascencia, con las que se definen en el método utilizado en el laboratorio.

Las Reglas Internacionales de la ISTA (INSPV, 1985), a las que España esta adscrita, y de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA) describen las condiciones, prácticamente similares en ambas asociaciones, bajo las cuales han de ponerse a germinar las distintas especies.

En el porcentaje de germinación figuran las plántulas denominadas normales, que incluyen las plántulas intactas con todas las estructuras esenciales bien desarrolladas, plántulas con ligeros defectos en sus estructuras y plántulas con infección secundaria, es decir, aquellas en las que se aprecia claramente que no son el origen de la infección. Entre las plántulas anormales o que no figuran en el porcentaje de germinación, se incluyen las plántulas dañadas, plántulas deformadas o desequilibradas y plántulas enfermas.

Al finalizar el período del ensayo de germinación generalmente prescrito, aparecen otro tipo de semillas que no han germinado y no puede apreciarse su capacidad de desarrollo a simple vista. En este grupo se incluyen las semillas duras, semillas latentes o durmientes y las semillas muertas. Para evaluar su capacidad de desarrollo existen diversos tratamientos. En el caso de semillas duras o con tegumentos impermeables, se obtienen buenos resultados mediante la escarificación mecánica, la humidificación y/o la aplicación de ácido sulfúrico o nítrico concentrado, durante cortos períodos de tiempo; en el caso de semillas latentes, el almacenamiento en seco, las bajas temperaturas, el precalentamiento, la luz, el nitrato potásico, el ácido giberélico, o el recubrimiento con envases de polietileno puede ser suficiente para facilitar su posterior evaluación.

La aplicación a estas semillas que permanecen sin germinar, de las sales de tetrazolio, permite tener un conocimiento de su viabilidad, lo que complementa la información sobre el lote de semillas.

4.- VIGOR

La germinación, tal como ha quedado establecido su concepto, permite comparar lotes de semillas en cuanto al valor para su siembra, pero sólo cuando ésta se realiza bajo condiciones favorables en el suelo, lo cual como ya hemos indicado, raramente ocurre. Incluso, en algunas ocasiones, aún existiendo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y aireación, pueden existir otros factores que influyan en el desarrollo de la plántula, como puede ser la profundidad de siembra y la textura del suelo, la microflora existente, etc. El resultado de la interacción de todos estos factores es que la proporción de semillas que producen plántulas en el suelo es frecuentemente menor que la capacidad de germinación e incluso variable según las condiciones ambientales.

Hace ya algunos años, se trató de establecer un concepto que agrupase las semillas que no solo germinan bien sino que además se desarrollan bien en el campo. Este fenómeno recibió diversos nombres (energía germinadora, vitalidad, fuerza, etc.); hoy en día, sin embargo, se acepta comúnmente con el nombre de vigor. El Comité de Vigor de la ISTA lo define como "la suma de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o de un lote durante la germinación y emergencia de la plántula". Las semillas que presentan un buen comportamiento se denominan de alto vigor y aquellas que lo presentan disminuido se consideran de bajo vigor.

Las causas que a veces se observan en las variaciones en el vigor pueden ser varias. Los factores conocidos que influyen sobre el mismo son:

- 1) Constitución genética
- 2) Condiciones ambientales y nutrición de la planta madre
- 3) Estado de madurez de la cosecha
- 4) Tamaño de la semilla, peso y densidad
- 5) Integridad mecánica
- 6) Deterioro y envejecimiento
- 7) Patógenos

Con el fin de estimar el vigor de una muestra de semillas se han desarrollado una serie de técnicas que de una manera general se pueden dividir en ensayos directos e indirectos (INSPV, 1984; INSPV, 1987).

En los ensayos directos, los factores de estrés que se esperan reduzcan la emergencia en el campo se establecen en el laboratorio bajo condiciones controladas. Por ejemplo, el ensayo de frío ("cold test") para el maíz, en el cual las semillas se someten a bajas temperaturas en un suelo agrícola que contiene patógenos (*Phytium* sp.) o bien el ensayo de Hiltner en el cual fragmentos de ladrillo picado y esterilizado oponen un obstáculo mecánico a la emergencia de las plántulas.

Los ensayos indirectos son aquellos en que la característica de la semilla medida en el laboratorio se compara con su comportamiento en campo. Ejemplos de este tipo de ensayo lo constituyen la evaluación de los primeros conteos en el ensayo de germinación o bien la velocidad de crecimiento de las plántulas. En este caso, el vigor se estima midiendo las plántulas después de un determinado período. Otro índice indirecto de vigor sería el proporcionado por una valoración más estricta en el ensayo del tetrazolio o el ensayo de conductividad eléctrica de los exudados que liberan las semillas durante la fase de imbibición, en el cual se establece una correlación entre la cantidad de solutos que pierde una semilla y su capacidad para transformarse en una planta normal en condiciones de campo.

5.- ALGUNOS EJEMPLOS

Con objeto de ilustrar alguno de los aspectos que acaban de exponerse, en las tablas 1, 2 y 3 se presentan los resultados obtenidos como consecuencia de los trabajos experimentales realizados con semillas de girasol, maíz y pimienta, así como los resultados a los que se llega cuando se utilizan determinados modelos para predecir la viabilidad que cabe esperar en un lote de semillas de cebada (figura 1) y cebolla (figura 2) después de haber transcurrido un determinado período de tiempo de conservación en un ambiente dado.

Tabla 1.- Germinación de aquenios de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones controladas (INSPV, 1980) y emergencia de plántulas en condiciones de campo.

Lote	G ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	(G-E)
1	66	54	12
2	72	63	9
3	74	67	7
4	75	70	5
5	78	72	6
6	86	83	3
7	89	85	4
8	92	89	3
9	96	93	3
10	97	96	1

(1) Germinación (%) según las Normas de la ISTA (INSPV, 1985).

(2) Emergencia (%) a los 21 días en condiciones de campo.

Tabla 2.- Germinación de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), según las Normas de la ISTA (INSPV, 1985), en función de diferentes tratamientos de acondicionamiento osmótico recibidos.

Acondicionamiento Osmótico ⁽¹⁾	Germinación (%)	
	7 días	14 días
Testigo	58	86
H ₂ O	82	87
KNO ₃ K (0,3 M)	87	88
KNO ₃ K (0,5 M)	85	85
KH ₂ PO ₄ (0,3 M)	89	93
KH ₂ PO ₄ (0,5 M)	88	91
PEG (100 g/l)	71	88
PEG (200 g/l)	61	86

(1) PEG: Polietilenglicol-6000

Tabla 3.- Germinación y vigor en semillas de maíz (*Zea mays* L.).

Lote	Germinación ⁽¹⁾	Vigor ⁽²⁾		
		A	B	C
1	63	69	59	62
2	68	65	63	66
3	70	64	65	62
4	74	70	70	68
5	76	73	69	70
6	89	82	83	84
7	93	85	88	86
8	94	90	87	85
9	97	93	91	90
10	98	93	95	92

(1) Germinación [%] según las Normas de la ISTA (INSPV, 1985).

(2) Test de vigor según las Normas Internacionales de la ISTA (INSPV, 1984): A, Test del frío (*cold test*); B, test de Hiltner y C, emergencia de plántulas en condiciones de campo.

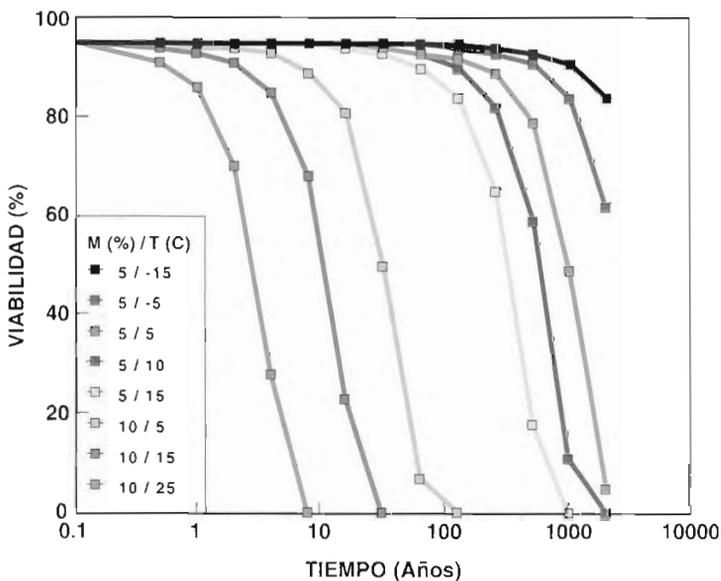


Fig. 1.- Pérdida de viabilidad en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) estimada según el modelo de Ellis & Roberts (1981), para diferentes condiciones de almacenamiento (M/T): M, Humedad de la semilla (%) y T, temperatura (°C).

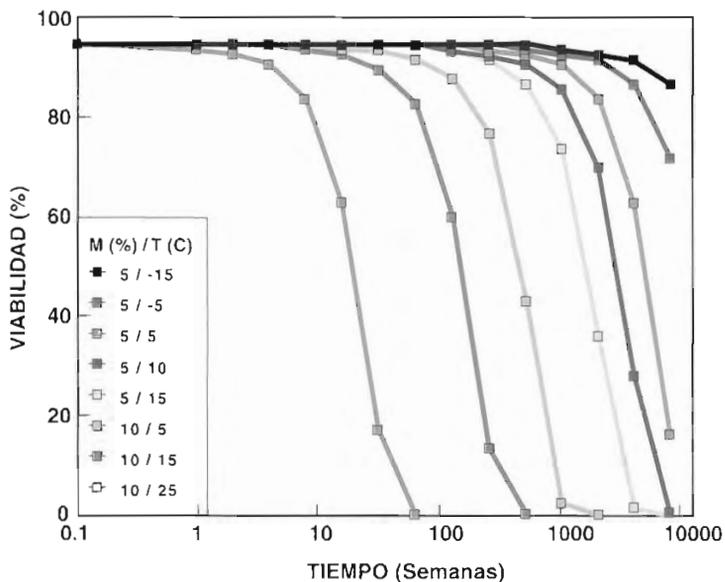


Fig. 2.- Pérdida de viabilidad en semillas de cebolla (*Allium cepa* L.) estimada según el modelo de Ellis & Roberts (1981), para diferentes condiciones de almacenamiento (M/T): M, Humedad de la semilla (%) y T, temperatura (°C).

5.1.- Germinación y emergencia de plántulas

Atendiendo al concepto de germinación anteriormente expuesto, la germinación de un lote de semillas puede oscilar entre 0 %, cuando todas las semillas que contiene la muestra que lo representa son incapaces de germinar en las condiciones definidas por las Reglas de la ISTA, AOSA u otras que pudieran llegar a definirse, y 100 %, cuando todas sus semillas son viables, germinan y son capaces de transformarse en plántulas normales. Por lo tanto, en las pruebas de germinación realizadas sobre muestras representativas de un lote de semillas cabe encontrar cualquier resultado comprendido entre 0 y 100 %. No obstante, la mayor parte de los resultados que se obtienen en una estación de ensayo de semillas suelen estar próximos o superan normalmente los límites fijados para cada especie para que una partida de semillas de la misma pueda ser admitida a efectos de certificación. Obviamente, ello se debe fundamentalmente a la selección previa que las empresas realizan antes de solicitar los ensayos correspondientes.

Si además de realizar un test de germinación sembramos las semillas procedentes del mismo lote en el campo y tras varios días de cultivo (de dos a cuatro semanas), evaluamos el número de plántulas que han emergido bajo las condiciones propias del lugar, del año y de la forma en que se ha llevado el cultivo, normalmente nos encontraremos con que el porcentaje de plántulas presentes en el suelo es inferior al porcentaje de germinación que conocíamos para dicho lote (tabla 1).

Las diferencias obtenidas pueden llegar a ser importantes (> 10 %), como ocurre por ejemplo con el lote 1 con los aquenios de girasol que nos sirve de ejemplo. Las causas que pueden haber generado dicha diferencia pueden ser muy numerosas: almacenamiento de la semilla en condiciones desfavorables, tiempo transcurrido desde la realización de ensayo de germinación hasta la siembra en el campo, efectos nocivos o deletéreos ocasionados por la aplicación de algunos productos fitosanitarios dirigidos a proteger la semilla, preparación del terreno de siembra poco esmerada o deficiente, profundidad de siembra inadecuada, falta de humedad en el suelo en el momento de iniciarse la germinación, condiciones meteorológicas poco favorables para la germinación y/o nascencia, plagas y/o enfermedades que afectan al cultivo en las primeras fases de desarrollo, competencia de las malas hierbas, etc.

Consecuentemente, uno de los parámetros que más interesa al agricultor, como es la densidad de plantas que presentará el cultivo en condiciones reales, no puede ser completamente estimado conociendo tan sólo el porcentaje de germinación obtenido en el laboratorio. La única forma de llegar a conocerlo sería realizando ensayos paralelos en el mismo momento en que se efectúa la siembra, lo que normalmente carece de interés para quien tiene que decidir la cantidad de semilla que va a utilizar para la siembra.

Aunque a primera vista puede parecer sorprendente, la germinación que presenta un lote de semillas puede ser mejorada, como lo ponen de manifiesto

los resultados presentados en la tabla 2. Este hecho cobra especial importancia en las semillas hortícolas, ya sean híbridos (F_1) o variedades población. Algunos tratamientos que conducen a ello son los que se conocen con el nombre de acondicionamiento osmótico de semillas. De este modo, lotes de semillas que serían rechazados si se atendiera exclusivamente a un test de germinación, pueden llegar a alcanzar e incluso superar, el porcentaje mínimo de germinación que exige la legislación vigente para poder ser comercializados como semilla certificada o, como en el caso de las especies hortícolas, circular como semilla estándar.

5.2.- Germinación y vigor

Los resultados presentados en la tabla 3 ponen claramente de manifiesto que el porcentaje de germinación que presenta un lote de semillas, obtenido a partir de las Normas de la ISTA (INSPV, 1985) casi nunca coincide con el vigor expresado en los mismos términos porcentuales, que puede ser estimado utilizando métodos directos como pueden ser el test del frío o *cold test* (test A) y el de Hiltner (test B), recomendados por la ISTA (INSPV, 1984), u otras estimaciones indirectas como pueden ser el porcentaje de plántulas emergidas en el campo en un momento determinado (test C) o la medida de la conductividad eléctrica que presentan los lixiviados de las semillas bajo determinadas condiciones (test D). Por lo general, los resultados que normalmente se obtienen al aplicar un test de vigor suelen estar sensiblemente por debajo del porcentaje de germinación alcanzado en condiciones óptimas.

5.3. Estimación de la viabilidad

Actualmente existe diversos modelos que permiten estimar de forma teórica, y por lo tanto predecir, la viabilidad residual que presentará un lote de semillas tras un determinado período de conservación bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura. Para ello, además de las características específicas o varietales de las semillas, tan sólo es preciso conocer las condiciones de almacenamiento, supuestamente constantes durante todo el período considerado, y el tiempo transcurrido desde el momento inicial. A modo de ejemplo, las figuras 1 y 2 ilustran como cabe esperar que evolucione la viabilidad de un lote de semillas de cebada (figura 1) y cebolla (figura 2), al ser conservados bajo diferentes condiciones de desecación (humedad: 5 y 10 %) y temperatura (desde -15 hasta 25 °C). El modelo utilizado para este ejemplo ha sido propuesto por Ellis & Roberts (ELLIS and ROBERTS, 1981) para semillas no recalcitrantes:

$$V = K_i - p / 10 \exp (K_e - C_w \log m - C_h t - C_q t^2)$$

donde: K_e , C_w , C_h y C_q representan cuatro constantes que dependen de cada especie; m , el contenido en humedad de la semilla, expresado en porcentaje; t , la temperatura media, expresada en grados centígrados; p , el período de conservación, expresado en días y K_i y V , la viabilidad inicial y final respectivamente, expresadas ambas en unidades Probit.

6.- DISCUSION

Aunque la característica fundamental de una semilla es que sea viable, ya que si no lo fuera, no tendría ningún valor ni su germinación ni su vigor, la medida de la viabilidad de una muestra de semillas dista bastante de ser un índice adecuado para estimar su valor para la siembra, ya que se prescinde de la reacción de las semillas a condiciones favorables de siembra obviando incluso las interferencias de la microflora presente en la propia semilla, lo que sí puede estimarse en el ensayo de germinación.

En la normativa internacional, el índice ampliamente utilizado es el porcentaje de germinación obtenido bajo condiciones normalizadas de humedad, temperatura y aireación, descritos en las distintas Normas Internacionales de Análisis. Aunque este índice hay que tomarlo con todas sus limitaciones (condiciones favorables, sustratos estériles, etc.) es fácilmente reproducible por los distintos laboratorios cuando se emplean los mismos métodos y se trabaja con muestras de semillas representativas del mismo lote.

Dada la interacción de los múltiples factores que intervienen en el vigor de las semillas, conviene hablar de índices comparativos de vigor frente a obstáculos concretos, o lo que es lo mismo, reacción de una muestra de semillas frente a un estrés determinado en comparación a otra muestra de semillas frente al mismo estrés que, de repetirse en las condiciones de campo, daría lugar a resultados comparables a los que se obtienen en laboratorio.

Aunque sería de desear una mayor información de los lotes de semillas desde el punto de vista de su valor para la siembra, que el proporcionado por el índice de germinación, el desconocimiento de las condiciones reales a las que van a estar sometidos en el campo hacen inviable, al menos por el momento, la aceptación generalizada de un índice normalizado de vigor que nos acercara aún más al conocimiento de la emergencia posterior en el campo.

En la actualidad y por diversos Comités de Vigor prosiguen los trabajos encaminados no sólo a normalizar métodos directos de determinación del vigor, sino a tratar de medir la capacidad de la propia semilla frente a otro tipo de condiciones que no sean exclusivamente las ambientales.

Como conclusión y hasta la aparición de un índice de vigor adecuado y que podríamos llamar absoluto en el sentido de que valorase la reacción de la semilla frente a cualquier tipo de obstáculo, los valores del porcentaje de germinación complementados con la medida de la viabilidad de la semilla pueden ser válidos para comparar lotes de semillas desde el punto de vista de su valor para la siembra.

7.- BIBLIOGRAFIA

1. INSPV (1980). Manual para Evaluación de Plántulas en Análisis de Germinación. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, Madrid, 130 p.
2. INSPV (1984). Manual de Métodos de Ensayos de Vigor. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, Madrid, 56 p.
3. INSPV (1985). Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, Madrid, 184 + 54 p.
4. INSPV (1987). Manual de Ensayos al Tetrazolio. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, Madrid, 92 p.
5. ELLIS, R. and ROBERTS, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science & Technology*, 9, 373-409.

SANIDAD FUNGICA DE LOS SEMILLEROS

Autor: JULIO GOMEZ VAZQUEZ
Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola
La Mojonera (Almería)

Desde un punto de vista fitopatológico, el estado sanitario de las plántulas de semilleros es fundamental por dos motivos.

Primero porque durante la germinación, la emergencia y el desarrollo inicial, las plántulas son especialmente susceptibles a la infección por diversos agentes patógenos.

En segundo lugar porque en el semillero se producen, con frecuencia, infecciones que no llegan a expresar sus síntomas hasta después de que las plantas se hayan trasplantado. Por esta vía se dispersan geográficamente agentes patógenos o vectores de virus que podrán incrementar posteriormente sus niveles en las zonas en que han sido introducidos (Melero y Gómez, 1993).

Lógicamente, para evitar los problemas antes referidos, es imprescindible que todos los materiales utilizados en la producción de las plántulas estén libres de patógenos. Los costos unitarios adicionales para conseguir un adecuado control sanitario en los semilleros serán realmente insignificantes en comparación con las pérdidas que pueden derivarse de un manejo inadecuado de los mismos.

Aunque agentes fitopatógenos tales como virus y bacterias pueden ocasionar mortalidad de plantas en semilleros, lo más común es que estas enfermedades sean producidas por diversos hongos de suelo. Entre éstos cabe destacar los siguientes: *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Chalara elegans* (syn. *Thielaviopsis basicola*), y *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*.

Diagnosticar la causa de la muerte de plántulas por los síntomas observados es, en general, muy arriesgado. *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.* y *Rhizoctonia solani* producen necrosis o podredumbres más o menos blandas del hipocotilo y de las raíces. Sin embargo, *Chalara elegans* se caracteriza por originar podredumbres negras de las raíces y de la zona del hipocotilo.

Mención aparte merece el caso de la mortalidad de plántulas de melón en semillero debido a las infecciones vasculares por *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*. Como la expresión de sus síntomas de amarilleamiento y marchitamiento vascular no ocurre generalmente de forma preocupante para el semillero, a veces, corto período de permanencia de las plántulas en el semillero, existe el riesgo de dispersión de este patógeno dentro del semillero y de su introducción posterior en el campo.

Hay que señalar también, que los principales agentes que causan muerte de plántulas, tienen capacidad para enfermar a plantas adultas.



Fig. 1.- Plántulas de pepino inoculadas con *Pythium aphanidermatum*, a la izquierda, y no inoculadas, a la derecha.

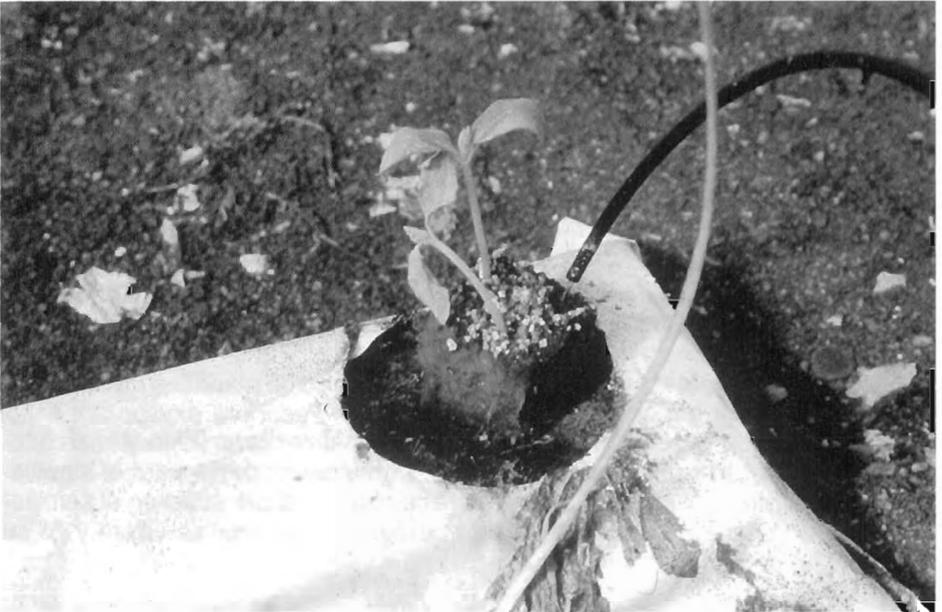


Fig. 2.- Síntomas causados en plántulas de melón por *Pythium sp.*

Dos especies, pertenecientes al género *Olpidium* son importantes como vectores de virus que causan enfermedades en plantas hortícolas. *Olpidium brassicae* transmite el virus de la necrosis del tabaco (TNV) (Teakle, 1960) y el virus de los nervios gruesos de la lechuga (LBVV) (Campbell y Grogan, 1963), y *O. radicale* el virus de la necrosis del pepino (CNV) (Dias, 1970) y el virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) (Tomlinson y Thomas, 1986).

La detección del MNSV, también conocido como "virus del cribado del melón", en los cultivos de melón de invernadero en Almería data de 1984 (Luis Arteaga, 1986). Su extensión ha aumentado considerablemente y en la actualidad se muestra como un posible factor limitante para el melón, tanto en cultivos sobre suelo, como sobre sustratos inertes (Gómez, 1990). Su asociación en Almería con el síndrome conocido localmente como "muerte súbita" ha sido valorada recientemente (Cuadrado *et al.*, en prensa).

ESTADO DE SANIDAD DE LOS SEMILLEROS

Muy poca atención se le ha prestado al estado sanitario de las plántulas, a pesar de su importancia y de que hace ya más de 10 años que los semilleros están definitivamente implantados en la zona. Los pocos datos disponibles son tan dispersos y casuales que no pueden representar la generalización de éstos.

Detección de *Olpidium spp.* y *Chalara elegans*

En la campaña de primavera del año 1990, se realizó una prospección en tres semilleros de la zona para conocer la posible dispersión de *Olpidium spp.* a través de éstos.

Se realizaron un total de 18 valoraciones (6 para el Semillero nº 1, 4 para el nº 2 y 8 para el nº 3). Estas valoraciones comenzaron el 5-2-90 y finalizaron el 22-3-90. El número de plantas analizadas a lo largo de toda la prospección fue de 304 para el Semillero nº 1, 221 para el nº 2 y de 197 para el nº 3.

Los resultados, expresados en el cuadro 1, indican la presencia de *Olpidium sp.* y de *Chalara elegans*, en los tres semilleros prospectados.

Detección de *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* y *Rhizoctonia solani*.

En Enero de 1989 se recibieron para análisis, en el Laboratorio del C.I.D.H. de La Mojonera, 20 plántulas de melón procedentes de un semillero, presentando amarilleamiento de cotiledones y hojas, y necrosis del sistema vascular.

En 11 de las 20 plantas analizadas se aisló *Fusarium oxysporum* posiblemente *f. sp. melonis*.

A la vista de los resultados se visitó el semillero en dos ocasiones para hacer una evaluación de la enfermedad.

Cuadro 1.- Porcentajes de plantas con presencia de *Olpidium spp.* y *Chalara elegans* obtenidos en la prospección.

Semillero Nº	1		2		3		
	Patógenos	Olpidium	Chalara	Olpidium	Chalara	Olpidium	Chalara
Valor. 1		0.0	0.0	0.0	12.5	3.4	16.7
Valor. 2		0.0	2.9	0.0	6.1	7.7	32.0
Valor. 3		0.0	2.8	0.0	7.1	2.0	10.0
Valor. 4		0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	8.8
Valor. 5		23.6	0.0	0.0	11.6		
Valor. 6				7.31	22.0		
Valor. 7				0.0	28.6		
Valor. 8				0.0	20.0		

En la primera valoración se recogieron 180 plantas con y sin síntomas de enfermedad, pertenecientes a 32 partidas de plantas de diversas variedades y fechas de siembra. En dos partidas, correspondientes a variedades del tipo Galia y Cantaloup de las 32 analizadas, se detectó en los vasos de las plantas *F. oxysporum*.

En una segunda visita, se realizó una nueva valoración sobre todas las plántulas que se encontraban en ese momento en el mismo invernadero donde se detectó la enfermedad con anterioridad. Se prospectaron un total de 2.225 bandejas de 104 alveolos cada una, lo que daría un total aproximado de 231.400 plantas, pertenecientes a 55 partidas de diferentes variedades o fechas de siembra. En diez de las partidas se observaron plantas con síntomas de fusariosis vascular, con diferentes números de plantas afectadas entre ellas. El número total de plantas enfermas fue de 819. De estas se analizaron 54 plantas detectándose en 48 de ellas (88.9%) la presencia de *F. oxysporum*.

Cinco aislamientos de éstos se testaron para conocer su estructura racial, inoculando sobre las variedades Galia, Manchado, Presto y Polidor. Todos los aislamientos resultaron pertenecer a la raza 1, patotipo no encontrado hasta entonces en los cultivos de melón en Almería.

Paralelamente se observó en una bandeja, la muerte del 75% de las plántulas de melón con síntomas diferentes a los descritos para la fusariosis vascular. Dichos síntomas consistían en una podredumbre del cuello de las plantas que caían sobre el sustrato, es decir, provocando los típicos síntomas de caída de plántulas o "Damping-off". Se analizaron 7 plantas, detectándose en todas la presencia de *Rhizoctonia solani*.

FUENTES DE INOCULO DE PATOGENOS EN LOS SEMILLEROS

Generalmente, las pérdidas económicas importantes resultan cuando la enfermedad se hace epidémica, es decir, cuando la enfermedad se desarrolla rápidamente y afecta a un número importante de las plantas de un invernadero o



Fig. 3.- Síntomas inducidos por *Rhizoctonia solani* sobre plántulas de melón en inoculación artificial.



Fig. 4.- Clamidosporas de *Thielaviopsis basicola* sobre raíces de melón.

de una zona determinada. Toda epidemia comienza con la introducción inicial del patógeno. Potencialmente, existen muchas fuentes de inóculo primario, destacando las siguientes: el suelo, los restos vegetales abandonados dentro o fuera del invernadero, esporas transportadas por el viento, esporas conservadas en macetas, contenedores, bandejas etc., agua de riego, material vegetal como plantas, esquejes y semillas, insectos y, por supuesto, el hombre.

En Almería, las fuentes de inóculo conocidas, aunque por los pocos datos que se tienen es difícil hablar de la importancia de cada una de ellas, son las siguientes: el agua de riego, las semillas, el polvo del suelo transportado por el viento, los sustratos cuya calidad sanitaria ha sido descuidada y las bandejas de cultivo contaminadas y mal esterilizadas.

Agua de riego

Las aguas para el riego de los cultivos, mayoritariamente hortícolas, en la zona del "Campo de Dalías", proceden de varios acuíferos de la zona. Este agua se bombea a la superficie mediante un gran número de pozos situados por toda la zona, y se reparte por turnos semanales o quincenales entre los agricultores. El agua, por lo tanto, debe ser almacenada para utilizarla posteriormente con la frecuencia y cantidad requerida por el tipo de cultivo y especie cultivada.

El hecho de que en algunos invernaderos, donde se cultivaba por primera vez en hidropónicos, se observaran graves pérdidas de plántulas de melón, pepino, tomate y pimiento, causadas por *P. aphanidermatum* y fuertes mermas de producción, debido principalmente al virus del cribado del melón asociadas a su vector *Olpidium radicale*, sugirió la hipótesis de que la vía de entrada de dichos hongos fuera el agua de riego.

a) Detección de *Pythium spp.* en los embalses.

Durante los meses de Noviembre de 1988 a Marzo de 1989, se prospeccionaron 14 embalses situados en el paraje Los Alcores-San Agustín del "Campo de Dalías" (Almería).

En siete de los catorce embalses analizados se pudo detectar la presencia de *Pythium spp.* El número de trampas colonizadas por *Pythium spp.* en cada uno de los embalses, así como su capacidad, expresada en millones de litros, se reflejan en el cuadro nº 2.

b) Detección de *Olpidium radicale* en embalses de Almería (Gómez y Velasco, 1991).

Las aguas analizadas para la detección de *Olpidium radicale*, procedían de varios embalses situados en el "Campo de Dalías".

De cada embalse se tomó una muestra de 30 litros de agua en garrafas de plástico desinfectadas. A este agua se le añadió abono y un complejo de microele-

Cuadro 2.- Porcentaje de trampas colonizadas por *Pythium spp.* en los diferentes embalses analizados y capacidades de los mismos expresadas en millones de litros.

Embalse	Capacidad	% Trampas+
1	1.80	70.00
2	25.00	0.0
3	17.50	0.0
4	22.50	40.00
5	22.00	0.0
6	2.00	0.0
7	15.00	0.0
8	1.80	100.00
9	10.00	0.0
10	15.00	25.00
11	15.00	100.00
12	15.00	87.50
13	22.50	0.0
14	22.00	20.00

Cuadro 3.- Número de trampas colonizadas por *Pythium spp.* en las diferentes muestras de aguas de los plásticos analizados.

Invern.	Trampas+
1	2/10
2	0/10
3	0/10
4	0/10
5	0/10
6	2/10
7	1/10
8	1/10
9	1/10
10	0/10

mentos. Se sembraron individualmente 10 semillas de melón cv. Gallicum en vasos de plástico de 300 cc, con vermiculita y cada lote de 10 vasos se regó únicamente con el agua correspondiente de una garrafa. La presencia de *Oplidium* fue evaluada, aproximadamente, a los sesenta días de la siembra por microscopía óptica.

En el año 1989 se analizaron los embalses números 1, 2 y 3 y en 1990 los embalses números 1, 3, 4, 5, 6 y 7. En el año 1990 se realizaron visitas periódicas a los invernaderos con cultivos de melón en lana de roca, regados con las aguas de los embalses analizados, y se estimó el porcentaje de plantas enfermas por MNSV por síntomas visuales.

Cuadro 4.- Porcentaje de plantas infectadas por *Oplidium radiale* en los años 1989 y 1990 y % de plantas con síntomas de MNSV en cultivos comerciales de melón.

La presencia en las raíces de melón de *O. radiale* se detectó en las plantas regadas con agua de los embalses nº 1 y 3 + O.r. en el año 1989 y en los embalses nº 3 + O.r., 6 y 7 en 1990. Los resultados se expresan en el Cuadro nº 4.

Semilla

La semilla es una fuente de inóculo capaz de diseminar patógenos a grandes distancias.

Embalse Nº	Año 1989	Año 1990	Síntomas MNSV
1	50.00	00.00	40.00
2	00.00	00.00	—
3	00.00	00.00	00.00
4	—	00.00	00.00
5	—	00.00	00.00
6	—	50.00	70.00
7	—	90.00	10.00
3 + O.r.	90.00	100.00	—

Los patógenos de suelo susceptibles de ser transmitidos por la semilla, que pueden ocasionar enfermedades en los cultivos hortícolas, son los siguientes (Leach and Currence, 1936; Agarwal and Sinclair, 1987):

Patógenos

F. oxysporum f. sp. cucumerinum
F. oxysporum f. sp. lycopersici
F. oxysporum f. sp. niveum
F. oxysporum f. sp. melonis
F. oxysporum f. sp. phasecii
F. solani f. sp. phaseoli
F. solani f. sp. cucurbitae
Pythium aphanidermatum
Rhizoctonia solani

Cultivos

Pepino
 Tomate
 Sandía
 Melón
 Judía
 Judía
Cucurbita spp.
Cucurbita pepo y tomate
 Pimiento, tomate y judía

En la primavera de 1992 y dentro de una prospección enmarcada en el proyecto no finalizado actualmente y titulado "Enfermedades del melón y del pepino en cultivo hidropónico" financiado por Dirección General de Investigación Agraria, se detectó la presencia de plantas de melón con síntomas de fusariosis vascular.

La enfermedad se observó en zonas donde hasta la fecha la fusariosis vascular no se había detectado y en la mayoría de los invernaderos se encontraba asociada a una determinada variedad.

Los posteriores estudios para la determinación de razas o patotipos pusieron de manifiesto la presencia de tres razas fisiológicas, la 0, la 1 y la 1-2, siendo esta última la primera vez que se detectaba en la zona.

Las tres coincidencias hicieron sospechar de la calidad sanitaria de las semillas utilizadas en dichos invernaderos de cultivos sin suelo. El azar puso a nuestra disposición una muestra de 790



Fig. 5.- Aislamientos de *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*, obtenidos de semillas procedentes de plantas enfermas.



Fig. 6.- Esporangios y quistes de *Olpidium radicale* sobre raíces de melón.

semillas del mismo lote y variedad que las que se usaron en los mencionados invernaderos.

Los resultados del análisis microbiológico efectuado, se puede resumir de la siguiente manera:

- 33 col. de *Aspergillus sp.*
- 6 col. de *Aureobasidium sp.*
- 4 col. de *Mucor sp.*
- 1 col. de *Penicillium sp.*
- 1 col. de *Alternaria sp.*
- 24 col. de *Fusarium solani*
- 18 col. de *Fusarium oxysporum*
- 2 col. de *Fusarium moniliforme*
- 2 col. de *Fusarium sp.*

Se inocularon sobre plántulas de melón todos los aislamientos de *Fusarium sp.*, los dos de *Fusarium moniliforme*, ocho de *Fusarium solani* y los dieciocho de *Fusarium oxysporum*. Sólo los 18 aislados de *Fusarium oxysporum* indujeron marchitamiento y muerte de las plantas inoculadas, encuadrándose por lo tanto dentro de la forma especializada *melonis*. En la actualidad se estudia su pertenencia racial.

Polvo del suelo.

El polvo diseminado a través del viento puede transportar patógenos. Bien directamente o depositado en las cubiertas plásticas de los invernaderos y arrastrados por el agua de lluvia, puede actuar como fuente de inóculo.

a) Detección de *Pythium spp.* en la cubierta plástica de los invernaderos.

Para la detección de *Pythium spp.* se analizaron individualmente 10 muestras de agua, recogidas de las bolsas formadas en el techo del invernadero después de una lluvia, de cada uno de los 10 invernaderos prospectados.

En el agua de la cubierta de cinco de los invernaderos pudo detectarse la presencia de *Pythium sp.* El número de trampas colonizadas en las diferentes muestras de agua de los plásticos analizados se encuentran reflejadas en cuadro nº 3.

Sustratos.

Son muy pocos los datos que hemos encontrado, como para que podamos hablar de la importancia o no, desde un punto de vista fitopatológico, de los sustratos utilizados para el crecimiento de las plántulas.

En estado virgen, las turbas y otros sustratos naturales contienen relativamente pocos microorganismos y siempre se ha considerado que estos sustratos están libres de patógenos de plantas (Kavanagh, 1972). Sin embargo, en Francia se han encontrado contaminaciones tanto en sustratos importados como en los propios sustratos franceses donde la calidad sanitaria había sido descuidada (Bouhot, 1981). En los diez últimos años se especula que varias enfermedades graves pueden haber sido diseminadas por la vía de sustratos comerciales. Como ejemplos se citan las raíces corchosas del tomate, el marchitamiento por *Phomopsis* del pepino y las fusariosis del tomate y del ciclamen (Louvet, 1980). Posteriormente, *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* fue aislado de sustratos a base de turba importados de Holanda (Couteaudier, 1985).

En España, se ha detectado la presencia de varias especies de *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. solani* y *F. roseum*) en las turbas empleadas para semilleros de hortalizas (Tello, 1991), si bien es cierto que en la inoculación realizada sobre tomate, con los aislamientos de *F. oxysporum* obtenidos de los mismos, no se puso de manifiesto la f. sp. *radicis-lycopersici* que era en principio la sospechada por dicho autor.

En Almería y para explicar la extensa distribución del "virus del cribado" y de su vector *Oplidium radicale* se han realizado algunas experiencias para conocer la epidemiología del mixomiceto. Experiencias que como se ha visto con anterioridad, han dado como resultado la localización del hongo en semilleros y en el agua, destinada para riego, de algún embalse. Pero ¿cómo ha llegado aquí *O. radicale*?, ¿por las semillas?, ¿por el polvo arrastrado por el viento?, y siendo un hongo típicamente acuático ¿se encontraba presente ya en la zona? o ... ¿podría haber llegado en los sustratos importados de otras zonas o países?.

Varios han sido los experimentos desarrollados para intentar responder al último de estos interrogantes, los cuales resumiremos a continuación:

A) Experimento 1

En uno de los semilleros donde se detectó *Oplidium spp.*, y para conocer su fuente de inóculo se plantearon los siguientes tratamientos:

- a) Bandejas de poliestireno nuevas, con vermiculita y regadas con agua de la balsa.
- b) Bandejas de poliestireno nuevas, con turba y regadas con agua destilada.



Fig. 7.- Plántula de melón con síntomas de fusariosis vascular.

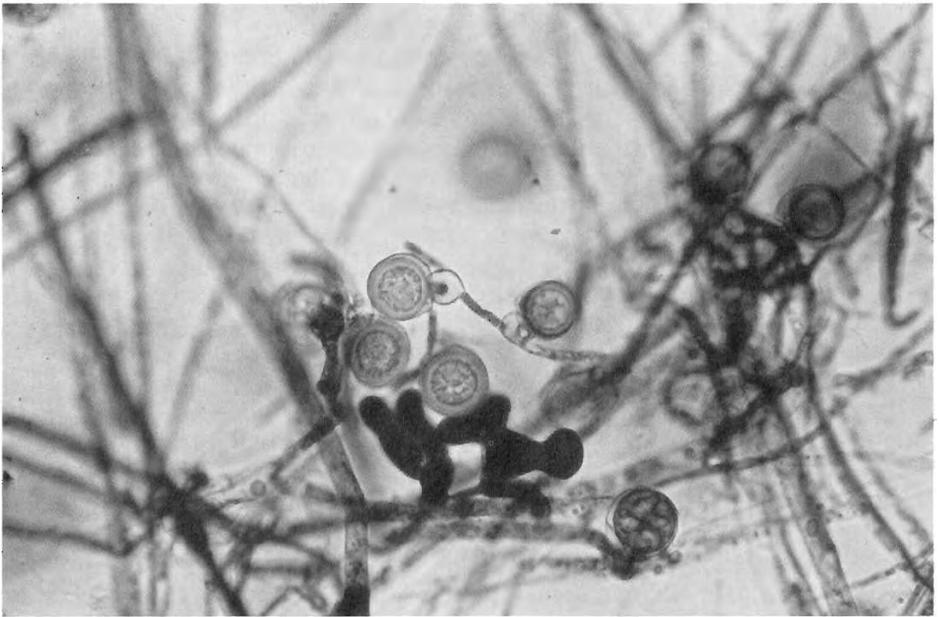


Fig. 8.- Nematosporangio y órganos sexuales de *Pythium aphanidermatum*.

- c) Bandejas de poliestireno nuevas, con vermiculita y regadas con agua destilada (Control negativo).
- d) Bandejas de poliestireno usadas e infectadas con *Olpidium brassicae* y regadas con agua destilada (Control positivo).
- e) Bandejas de poliestireno usadas, infectadas con *Olpidium brassicae* y desinfectadas con formol, vermiculita como sustrato y regadas con agua destilada.
- f) Bandejas de poliestireno usadas, infectadas con *Olpidium brassicae* y desinfectadas con bromuro de metilo, vermiculita como sustrato y regadas con agua destilada.

Se utilizaron cuatro bandejas por especie y tratamiento y se realizó una siembra de melón y de lechuga el 25 de Febrero de 1990. Los resultados, expresados el cuadro nº 5, parecen indicar que la principal fuente de inóculo de *Olpidium brassicae*, en ese semillero en particular, fue el sustrato a base de turba.

Cuadro 5.- Porcentajes medios de plantas con presencia de *Olpidium brassicae*.

Tratam.	Melón	Lechuga	Hipótesis
a	5.30	0.00	Agua
b	90.00	92.50	Turba
c	3.80	6.90	C. neg.
d	70.30	85.00	C. pos.
e	47.80	35.70	Formol
f	19.20	5.90	Bromuro

B) Experimento 2

En el año 1991 se realizó en el C.I.D.H. una experiencia con idea de reproducir los síntomas del MNSV sobre plantas de melón (Cuadrado *et al.*, en prensa). Dicho experimento consistía en la inoculación mecánica con un aislado de MNSV obtenido de melón, sobre plantas crecidas en dos sustratos: vermiculita y un compuesto comercial, a base de turbas y enriquecido con abonos. Los tratamientos fueron: la inoculación de 20 plantas de melón crecidas en vermiculita, en el sustrato orgánico previamente esterilizado con vapor de agua durante 30 min, durante tres días consecutivos, y en el mismo sustrato sin esterilizar. Un número igual de plantas no inoculadas y crecidas sobre vermiculita, sustrato orgánico esterilizado y sin esterilizar servían como control. La inoculación se realizó cuando las plantas se encontraban en estado de cotiledón y se iniciaba la formación de la primera hoja verdadera.

Al término del cultivo, a los 102 días de la siembra, las hojas y el hipocotilo de todas las plantas se analizaron por serología para la detección de MNSV.

Los resultados, sobre los síntomas aparecidos en las plantas de los distintos tratamientos a lo largo de la experiencia, se recogen en el cuadro nº 6. A la vista de los resultados y dejando aparte los síntomas aparecidos sobre las plantas inoculadas, dos lecturas llaman poderosamente la atención. Esta son, la muerte del 90% de las plantas y la presencia del MNSV en todas las plantas cultivadas sobre el sustrato no esterilizado y no inoculado.

Cuadro 6.- Síntomas observados sobre las plantas de melón inoculadas con MNSV, y detección de *O. radiale* y de MNSV. Se expresa en porcentaje sobre el total de plantas inoculadas.

Sustrato	Tratamiento	Plantas muertas	Cribado	Chancro	<i>Olpidium radiale</i>	Detección MNSV
Vermiculita	l. mecánica	45	45	85	-	100
	No inoculado	0	0	5	-	0
Sustrato	l. mecánica	55	75	80	-	100
	No inoculado	90	0	100	95	100
Sustrato estéril	No inoculado	0	0	15	0	10

El análisis para *O. radiale* de las raíces de melón, reveló su presencia en el 100% de las plantas crecidas sobre el sustrato a base de turba no esterilizada, mientras que no se detectó en ninguna de las plantas crecidas sobre el mismo sustrato esterilizado. Dichos datos parecen apoyar la hipótesis de que una vía de entrada de *Olpidium radiale* en la zona sean los sustratos utilizados para el crecimiento de las plántulas.

Desinfección de bandejas de cultivo utilizadas en los semilleros.

Posiblemente, una de las mayores fuentes de inóculo en un semillero lo constituyen las bandejas de cultivo infectadas con anterioridad y que no se han desinfectado de una manera eficaz.

Las bandejas de poliestireno, usadas normalmente en los semilleros son quizás, difícilmente esterilizables debido principalmente a su flotabilidad.

En una ocasión se realizó una experiencia que en resumen consistió en la inoculación artificial de tres hongos: *Pythium aphanidermatum*, *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* y *Olpidium radiale*, sobre plántulas de melón crecidas sobre un sustrato a base de turba y bandeja de poliestireno. Con posterioridad a la infección de las plantas con *P. aphanidermatum*, *F. oxysporum* y *O. radiale*, las bandejas, después de haber sido lavadas como se hacía en ese semillero en particular, se colocaban en una cinta transportadora donde recibían una pulverización de agua con formol en una determinada proporción. Una vez realizado este proceso, las bandejas fueron rellenas nuevamente con sustrato y sembradas con semillas de melón. Al cabo del mes de la siembra, aproximadamente el 25 % de las plántulas de melón se encontraban muertas o con síntomas de *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*, en un 50% de las plántulas se detectó la presencia de *Olpidium spp.*, y un análisis del sustrato reveló la presencia de *Pythium aphanidermatum*. Los resultados obtenidos indican una parcial desinfección de las bandejas, que sirvieron como fuente de inóculo para una siembra posterior.

BIBLIOGRAFIA

- Agarwal, V.K., Sinclair, J.B., "Principles of seed pathology", Vol. 1, 1987, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 176 pp.
- Bouhot, D., "L'analyse sanitaire des substrats", Acta Horticulturae 126, 1981, 197-202.
- Campbell, R.N., Grogan, R.G., "Acquisition and Transmission of Lettuce Big-Vein Virus by *Ovipodium brassicae*", Phytopathology 53, 1963, 252-259.
- Couteaudier, Y., Alabouvette, C., Soulas, M.-L., "Necrose du collet et pourriture des racines de tomate", Rev. Hortic. 254, 1985, 39-42.
- Cuadrado I.M., Gómez J., Moreno P., "El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón", (En prensa).
- Dias, H.F., "The relationship between Cucumber Necrosis Virus and Its Vector, *Ovipodium cucurbitacearum*", Virology 42, 1970, 204-211.
- Gómez, J., "Presencia de *Ovipodium brassicae* y *radicale* en Almería", Actas de Horticultura del III Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, 1990.
- Gómez, J., Velasco, V., "Presencia de *Ovipodium radicale* en los embalses para riego en Almería", Phytoma España nº 33, 1991, 23-27.
- Kavanagh, T., "Disease considerations in relation to crop production on peat soils", Scientif. Hort. 24, 1972, 73-79.
- Leach, J.G., Currence, T.M., "The relation of soil temperature to the development of *Fusarium* wilt in muskmelon", Phytopath. 26, 1936, 99.
- Luis, M., "Virosis de cucurbitáceas", I Jornadas Nacionales de Cultivos Protegidos, Almería (España), 1986, 20 pp.
- Melero, J.M, Gómez, J., "Enfermedades de los semilleros", Hortofruticultura nº 4, 1993, 41-45.
- Teakle, D.S., "Association of *Ovipodium brassicae* and tobacco necrosis virus", Nature 188, 1960, 431-432.
- Tello, J.C., "Enfermedades criptogámicas en hortalizas", Phytoma España nº 31, 1991, 43-50.
- Tomlinson, J.A., Thomas, B.J., "Studies on melon necrotic spot virus disease of cucumber and on the control of the fungus vector (*Ovipodium radicale*)", Ann. Appl. Biol. 108, 1986, 71-80.

CONCLUSIONES DE LAS MESAS REDONDAS

CALIDAD CEE EN SEMILLAS Y PLANTULAS HORTICOLAS

Participantes

Guillermo Artolachipi Esteban

Director del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero del M.A.P.A.
(Madrid)

Bartolomé Martínez Carricondo

Presidente de la Asociación de Semilleros Hortícolas (Almería)

Jorge Barmaimón Abudara

Presidente de la Asociación Profesional de Semilleros Hortícolas (Murcia)

Vicente Navarro Cortés

Presidente de la Asociación Profesional de Productores de Semillas Selectas
(Valencia)

Juan Ignacio Caballero García de Vinuesa

Jefe del Servicio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura y Pesca de
la Junta de Andalucía (Sevilla)

Norberto Fernández Mancilla

Jefe del Servicio de Producción y Ayudas Agrarias de la Consejería de Agricultura
y Pesca de la Junta de Andalucía (Sevilla)

Javier Tello Marquina

Jefe de Sanidad del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero del
M.A.P.A. (Madrid)

Moderador

Antonio Lafarque García

Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de
Andalucía (Almería)

CONCLUSIONES

- Desacuerdo general de los sectores representados en la mesa sobre la idoneidad de la normativa europea.
- Revisar con urgencia la legislación con el fin de adaptarla a la realidad.

- Queda garantizada la continuidad del Plan Nacional de Análisis de Virus en Muestras de Semillas Hortícolas, coordinado por el I.N.S.P.V., que tan excelentes resultados ha ofrecido desde su puesta en marcha en 1992.
- El I.N.S.P.V. ofrece sus laboratorios para el análisis de muestras enviadas por agricultores a título individual, por asociaciones de productores o por semilleros.
- Equiparar el nivel de exigencia entre la legislación en materia de producción de semilla y en materia de producción de plántulas.
- Formar mesas interprofesionales con representación de los sectores implicados para el estudio y solución de los problemas que aparezcan en el futuro.
- Aplicar la tecnología de conservación de plántulas con el fin de realizar análisis de detección de virosis.

CALIDAD FISICO-QUIMICA Y SANITARIA DE LAS TURBAS

Participantes

Manuel Abad Berjón

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (Valencia)

Bartolomé Martínez Carricondo

Presidente de la Asociación de Semilleros Hortícolas (Almería)

Julio Gómez Vázquez

Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola (La Mojonera, Almería)

Fernando Varés Megino

Subdirección General de Sanidad Vegetal del M.A.P.A. (Madrid)

Alejandro Faus Badía

Comercial Projar S.A. (Valencia)

Javier Tello Marquina

Jefe de Sanidad del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero del M.A.P.A. (Madrid)

Moderador

José Salazar Ruiz

Jefe del Servicio de Agricultura y Ganadería. Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (Almería)

CONCLUSIONES

- Seguir las conclusiones del grupo de trabajo europeo sobre sustratos.
- Redactar una normativa que regule el sector.
- Establecer planes de investigación a largo plazo sobre microbiología de las turbas.
- Controlar en origen la calidad de las materias primas que conforman los sustratos.
- Controlar en destino la calidad de las turbas mediante la recogida de muestras como, por ejemplo, se realiza actualmente en Almería gracias al establecimiento de un protocolo de colaboración entre ASEHOR y la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca.
- Etiquetar las balas de turba con indicación de sus características físico-químicas.
- Buscar sustratos alternativos a la turba ya que las turberas se están cerrando por problemas medioambientales.

P. V. P. 2.200 Ptas

