

## Patogenia de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas adultas de pepino en cultivo sin suelo: II Influencia de algunos factores del cultivo en la enfermedad

J. GÓMEZ, J. M<sup>a</sup> MELERO

El poder patógeno de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas adultas de pepino se puso siempre de manifiesto por las necrosis ocasionadas en el sistema radicular, y a veces, por causar necrosis del hipocotilo, marchitez, muerte de las plantas y mermas de producción. La necrosis del hipocotilo se observó en un porcentaje alto de las plantas sólo cuando se inocularon con cuatro hojas, mientras que cuando se inocularon al inicio de la recolección la mostraron infrecuentemente. No siempre el patógeno produjo la muerte de las plantas, y, a pesar de las importantes necrosis causadas al sistema radicular, no siempre éstas tuvieron un significativo reflejo en la producción de frutos.

El uso de una dosis doble de agua de riego, no produjo un aumento de la agresividad del hongo y tampoco influyó en la producción del cultivo. La utilización del fungicida propamocarb inhibió la aparición del síntoma de necrosis del hipocotilo y la muerte de las plantas, aunque no eliminó siempre el marchitamiento reversible de las plantas, ni tampoco impidió la necrosis del sistema radicular. Por otra parte, se comprobó la ausencia de fitotoxicidad del fungicida en la forma utilizada.

J. GÓMEZ. Centro IFAPA La Mojonera. Camino de San Nicolás, 1, 04745 La Mojonera (Almería). [juliom.gomez@juntadeandalucia.es](mailto:juliom.gomez@juntadeandalucia.es)

J. M<sup>a</sup> MELERO. Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC. Alameda del Obispo, s/n, 14004 Córdoba.

**Palabras clave:** epidemiología, *Cucumis sativus*, riego, control.

### INTRODUCCIÓN

En Almería se estima, que existe una superficie de invernaderos dedicados al cultivo de hortalizas en sustratos a solución perdida, cercana a las 5.300 ha (SANJUÁN, 2007). En sus inicios, el aumento de estos cultivos se debió fundamentalmente a la idea de incrementar la producción y mejorar la calidad de los frutos de pepino y tomate, y de aportar una alternativa de control contra determinadas enfermedades de suelo en el cultivo del melón. En la actualidad, el alto coste de ejecución del enarenado ha conducido a una fuerte implantación directa de los cultivos sobre sustratos en

las nuevas explotaciones. Esto ha supuesto que en la actualidad “los campos de Dalías y Níjar” se consoliden como uno de los principales núcleos de cultivos sin suelo a escala mundial. De la superficie dedicada a éstos, se estima que el 55,2% se realiza en perlita, el 37,6% en lana de roca, el 5,0% en fibra de coco y el 2,2% restante en otros sustratos como arlita, turba en contenedores, etc. (CÉSPEDES *et al.*, 2009). El pepino largo (*Cucumis sativus* L.) es ampliamente cultivado sin suelo. Se estima que el 24,3% de la superficie dedicada en Almería a dicho cultivo se realiza sobre los sustratos antes mencionados (CÉSPEDES *et al.*, 2009).

Si el cultivo fuera de suelo se utilizó en principio para resolver el problema de las enfermedades provocadas por patógenos de suelo, con el paso del tiempo se comprobó que no era la solución definitiva, pero también, que presentaba otras ventajas en comparación con el cultivo tradicional en el suelo (COUTEAUDIER y LEMANCEAU, 1989). Aunque la mayoría de los cultivos sin suelo pueden comenzarse libre de patógenos, sobre todo si se trata de cultivos sobre sustratos inertes, una vez instalados pueden aparecer enfermedades importantes. El conocimiento y control de las posibles fuentes de entrada de los patógenos es fundamental para mantenerlos libre de enfermedades (GÓMEZ, 2001). Generalmente, cuando un patógeno se ha introducido en el sistema, su diseminación se ve favorecida por un ambiente húmedo ininterrumpido en el sistema radicular, por determinadas prácticas de cultivo y, sobre todo si se utilizan sistemas cerrados, por el movimiento de la solución nutritiva que le proporciona una rápida y uniforme diseminación de sus propágulos a través del sistema de cultivo (PAULITZ, 1997). El cultivo sin suelo parece disminuir la diversidad de los microorganismos patógenos que afectan al sistema radicular en comparación con los cultivos convencionales en suelo, pero éstos pueden producir enfermedades cuyas pérdidas acaban siendo mayores que las producidas en el suelo (ZINNEN, 1988; STANGHELLINI y RASMUSSEN, 1994; PAULITZ, 1997). Esto parece concretarse para enfermedades causadas por *Pythium* spp., los cuales se han adaptado perfectamente al medio acuático, poco aireado y pobre en antagonistas naturales, de los sistemas de cultivos sin suelo más empleados (BLANCARD *et al.*, 1992; HENDRIX y CAMPBELL, 1973).

La muerte de plantas adultas de pepino largo es un síntoma muy común en los invernaderos del sureste español cuando éstas se cultivan sobre sustratos reutilizados. La especie patógena más importante sobre plántulas parece ser *Pythium aphanidermatum*. El objetivo del estudio fue conocer su

poder patógeno sobre plantas adultas y valorar la influencia en la gravedad de la enfermedad de algunos factores de cultivo como: la dosis de riego, la utilización del fungicida propamocarb, la edad de la planta en la infección, el cultivar utilizado y la campaña de cultivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para conseguir los objetivos pretendidos se realizaron varios experimentos en campañas de otoño y primavera. Los cultivos de pepino se realizaron sin suelo utilizando como sustrato perlita, en un invernadero multicapilla con estructura de hierro galvanizado y cubierta de polietileno de 200 mm de espesor. Con agua de 0,5 a 0,6 dS m<sup>-1</sup> de conductividad, el riego se realizó con la ayuda de un depósito de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, donde se preparó la solución final de riego. Mediante una bomba y con la ayuda de un reloj programable, la solución nutritiva de 1,9 a 2,1 dS m<sup>-1</sup> fue aportada a cada planta, con un sistema de goteros, microtubos y piquetas. El sustrato se regó según el volumen de agua de drenaje (procurando mantener un drenaje próximo al 20%) y a la conductividad eléctrica (C.E.) de dicha agua, procurando que esta no superara los 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

Los diseños experimentales de los experimentos realizados para conseguir los objetivos planteados fueron en algunos casos factoriales de dos o de tres factores en bloques completos al azar, mientras que en otros casos se utilizaron diseños en bloques completamente al azar. El número de plantas de pepino por parcela elemental fue de 12 a 18 con un marco de plantación aproximado de 2 x 0,5 m, en líneas pareadas y colocando tres plantas por saco. La disposición de los bloques se realizó, excepto en el experimento de primavera, en la dirección norte/sur, quedando dos bloques en la parte norte del invernadero y los otros dos en el sur, tomando como eje el pasillo central del invernadero orientado en dirección este-oeste. Los tra-

tamientos se dispusieron en parcelas elementales al azar en cada uno de los bloques. Un número igual de plantas no inoculadas para cada uno de los factores considerados sirvieron como testigos.

En todos los experimentos, el inóculo estuvo compuesto por un triturado en agua destilada del cultivo puro del aislado o mezcla de aislados a ensayar, crecidos hasta quedar la placa de Petri de 90 mm de diámetro, con 20 mL del medio de cultivo patata-zanahoria-agar, completamente cubierta por la colonia fúngica. De forma general, se utilizó una placa de Petri para cada diez plantas y 50 mL de la suspensión de inóculo por planta. Para el inóculo, en algunos experimentos se utilizó el aislado Py-10 y en otros una mezcla de los ocho aislados (PyMezcla) siguientes: Py-10, Py-11, Py-12, Py-13, Py-15, Py-16, Py-17 y Py-18, pertenecientes también a *P. aphanidermatum*, obtenidos de plantas adultas de pepino con podredumbre de hipocotilo sobre sistemas de cultivo sin suelo. Cuando las inoculaciones se realizaron sobre plantas con cuatro hojas verdaderas se realizaron alrededor de los 20 días después de la siembra (dds), mientras que las que se inocularon al inicio de la recolección se hicieron a los 40 dds. En los experimentos realizados en el otoño, las siembra de las semillas de pepino del cv. Nevada, o de los cvs. Virginia y Marumba en algunos de aquellos, se realizaron a mediados de septiembre, directamente sobre los sacos de cultivo. En el experimento de primavera la siembra del cv. Nevada se realizó a primeros de febrero sobre tacos de lana de roca, transplantándose a los sacos de cultivo dos semanas más tarde. Cuando se utilizó el fungicida propamocarb (Previcur N, propamocarb-HCl, 72,2% SL, Schering AG), el tratamiento se realizó aplicando al cuello de cada una de las plantas 50 ml de caldo a una concentración del producto comercial de 1,5 ml L<sup>-1</sup>.

Para estudiar la influencia del riego en la gravedad de la enfermedad se regaron parcelas con dos dosis, una considerada normal y la otra doble. Para ello, en algunas parce-

las se colocó un gotero por planta, mientras que en otras se colocaron dos goteros, uno a cada lado de la planta, con lo que aproximadamente éstas últimas recibían el doble de solución nutritiva que las primeras. En las primeras se intentó mantener un volumen de drenaje cercano al 20% del agua aportada. El volumen de agua aportado por los goteros fue medido, varias veces por semana, en cuatro depósitos instalados para tal efecto en cada uno de los cuatro bloques diseñados para el experimento, para verificar la similitud entre el agua prevista para el riego y el agua realmente aportada. Por otro lado, el volumen de lixiviación se midió mediante una cubeta, con forma de paralelepípedo de 200x20x20 cm, instalada debajo de dos sacos, que recogía el agua drenada por las plantas cultivadas en los mismos dependiendo de la densidad de plantación utilizada en el experimento.

Durante los experimentos se realizaron observaciones semanales de los síntomas aparecidos en las plantas, principalmente necrosis en la base del tallo, marchitez y muerte de las plantas. Cuando fue posible, al término del cultivo, se realizó una valoración sobre el aspecto sanitario del sistema radicular, con el siguiente criterio: De 0 a 1- Planta con el sistema radicular sin necrosis a planta con el 25% del sistema radicular necrosado. De 1 a 2- Plantas con un porcentaje del sistema radicular necrosado comprendido entre el 25 y el 50%. De 2 a 3-Plantas con un porcentaje del sistema radicular necrosado comprendido entre el 50 y el 75%. Y de 3 a 4-Plantas con un porcentaje del sistema radicular necrosado comprendido entre el 75% y el 100%. La producción total y comercial de los frutos en las recolecciones practicadas expresadas en kg planta<sup>-1</sup>, se valoró mediante pesada con un dinamómetro, contándose el número de frutos recolectados. Los datos obtenidos en cada experimento para las variables dependientes fueron analizados mediante el análisis de la varianza (ANOVA) y los valores medios comparados usando el test de la menor diferencia significativa (LSD) para un nivel de con-

fianza del 95%. Los tratamientos fitosanitarios para las plagas y enfermedades aéreas, no estudiadas en los experimentos presentados, y las técnicas de cultivo fueron los habituales en la zona. Se determinó, previamente a cada experimento, la ausencia de *Pythium* spp. y de *Olpidium* spp. en el agua de riego.

La metodología específica para cada uno de los experimentos realizados para conseguir los objetivos planteados fue la siguiente:

### 1. Otoño

a) Para evaluar la patogenia de *P. aphanidermatum* y estudiar la influencia del riego en la severidad de la enfermedad se inocularon plantas, en estado de cuatro hojas y al inicio de la recolección, con los aislados Py-10 y PyMezcla, en parcelas regadas con dosis de riego, normal y doble. El diseño experimental utilizado tanto para las plantas con cuatro hojas como para las del inicio de la recolección fue un factorial con dos factores. El factor principal fue el llamado "aislados" con tres niveles, Py10, PyMezcla y testigo no inoculado, y como factor secundario el llamado "riego" con dos niveles, normal y doble.

b) Para determinar la influencia en la gravedad de la enfermedad de la aplicación del fungicida propamocarb se inocularon plantas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección, bajo dos dosis de riego, con PyMezcla. Las aplicaciones iniciales se realizaron, dos días antes de inocular con el patógeno, como se explicó con anterioridad. Después de ésta, el fungicida se aplicó con una periodicidad de 15 días hasta el término del experimento. El diseño experimental utilizado fue un factorial de tres factores en bloques completos al azar. El factor principal fue el de "aislados" con dos niveles, Py-Mezcla y testigo no inoculado, para el factor secundario, denominado "riego" se aplicaron dos niveles, dosis normal y doble, mientras que el factor terciario se denominó "fungicida", con dos niveles, tratado y no tratado.

c) Para estudiar la influencia de la edad de la planta en el momento de la infección se inocularon plantas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección con los aislados Py-10 y PyMezcla. El diseño experimental utilizado fue un factorial con dos factores. El factor principal fue el llamado "aislados" con tres niveles, Py10, PyMezcla y testigo no inoculado y como factor secundario, el llamado "inoculación" con dos niveles, cuatro hojas y recolección. El resto de la metodología fue como en el apartado a).

d) Para evaluar la patogenia de *P. aphanidermatum* y determinar la influencia de la dosis de riego y del cultivar en la gravedad de la enfermedad, se inocularon plantas con PyMezcla en estado de cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección, sobre parcelas de los cultivares Nevada, Virginia y Marumba, regadas con dos dosis de riego, normal y doble. La metodología fue similar a la usada en experimentos anteriores. Como testigos respectivos para cada uno de los tratamientos ensayados sirvieron parcelas sin inocular de los cultivares Nevada, Virginia y Marumba regadas con riego normal y con doble dosis de riego.

### 2. En primavera

El objetivo principal fue evaluar el poder patógeno de *P. aphanidermatum* durante una campaña de cultivo de primavera. Otros objetivos fueron: estudiar si la gravedad de la enfermedad provocada por la inoculación artificial realizada en los experimentos anteriores era similar a la medida en un saco reutilizado y contaminado por el patógeno en un cultivo anterior, como ocurre habitualmente en las explotaciones comerciales. Y evaluar el control de la enfermedad sobre sacos previamente contaminados con el hongo, mediante la aplicación sistemática quincenal del fungicida propamocarb. Para la consecución de los objetivos propuestos se utilizaron sacos de perlita nuevos y sacos previamente utiliza-

dos, pertenecientes a las parcelas inoculadas con *P. aphanidermatum* y no inoculadas, del experimento realizado en el otoño del año anterior. El experimento se realizó en la parte norte del invernadero utilizado anteriormente, al quedar éste dividido por el pasillo central con sentido este-oeste. El diseño experimental utilizado fue el de cuatro bloques completos al azar, quedando dos de ellos en la parte norte y otros dos, en la sur. Las parcelas elementales se colocaron al azar en cada uno de los bloques. Se realizaron cinco tratamientos, dos sobre sacos nuevos y tres sobre sacos reutilizados. Los tratamientos diseñados fueron: PyMezcla = Plantas inoculadas con *P. aphanidermatum* en sacos de sustrato nuevos. PyMezcla2°Cul. = Plantas cultivadas en sacos de sustrato reutilizados y contaminados. PyMezcla2°CulFun. = Plantas cultivadas en sacos de sustrato reutilizados y contaminados, tratadas con fungicida. Testigo = Plantas cultivadas en sacos de sustrato nuevos. Y Testigo2°Cul. = Plantas cultivadas en sacos de sustrato reutilizados no inoculados.

Para evaluar el control de la enfermedad con el fungicida (PyMezcla2°CulFun.), las plantas se trataron con el pesticida de la misma manera que en el experimento anterior. La aplicación inicial se realizó a los dos días del trasplante, para repetirse de nuevo cada quince días hasta el término del experimento. Se efectuaron un total de seis aplicaciones. Las plantas cultivadas en sacos de sustrato reutilizados y contaminados con el patógeno (PyMezcla2°Cul.) fueron tratadas una sola vez con el fungicida con idea de impedir en lo posible una infección precoz del hongo sobre las plántulas recién transplantadas. Las plantas correspondientes a las parcelas elementales del tratamiento con sacos de sustrato nuevos inoculados con *P. aphanidermatum* (PyMezcla), se inocularon con seis hojas verdaderas a los 23 días después del trasplante. La inoculación se realizó con la mezcla de aislados como se describió anteriormente.

## RESULTADOS

### 1. Otoño

a) **Patogenia de *P. aphanidermatum* e influencia de la dosis de riego en la gravedad de la enfermedad.** Los resultados sobre la patogenia de *P. aphanidermatum* y la influencia de la dosis de riego en la gravedad de la enfermedad se encuentran reflejados en los Cuadros 1 y 2. Sobre plantas con cuatro hojas verdaderas los dos inóculos de *P. aphanidermatum* utilizados, el aislado Py-10 y PyMezcla ocasionaron los síntomas típicos de la enfermedad: necrosis del hipocotilo, marchitamiento de las hojas, necrosis del sistema radicular y muerte de las plantas. Los primeros síntomas de la enfermedad, consistentes en la necrosis del hipocotilo se observaron nueve días después de la inoculación. Al término del experimento, dicho síntoma se observó en el 97,9% de las plantas inoculadas con el aislado Py-10 y en el 92,7% de las inoculadas con la mezcla de aislados. En algunas de las observaciones de síntomas, coincidentes con horas cálidas de días soleados, un pequeño porcentaje de las plantas inoculadas mostró un marchitamiento reversible; en la observación realizada a primeros de diciembre a los 83 dds, se marchitaron el 6,3% de las plantas inoculadas con el aislado Py-10 y el 4,2% de las inoculadas con la mezcla de aislados, si bien éstos no fueron estadísticamente significativos. Al finalizar el experimento, el porcentaje de plantas muertas contabilizado en las parcelas inoculadas con los dos inóculos fue del 6,3%. Además, las plantas inoculadas mostraron una apreciable necrosis del sistema radicular, los dos inóculos causaron valores medios de 2,9, estadísticamente significativos al compararlos con el valor promedio de 0,3, observado en el testigo. Las plantas testigo no mostraron esos síntomas.

En relación a los resultados obtenidos sobre la producción de frutos (Cuadro 2 y Figura 1), la patogenia de los dos inóculos de *P. aphanidermatum* utilizados se manifestó igualmente por las mermas de cosecha

**Cuadro 1. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada en otoño e influencia de la dosis de riego en la gravedad de la enfermedad. Síntomas observados sobre las plantas del experimento. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

	<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>NH<sup>u</sup>(%)</b>	<b>PM<sup>v</sup>(%)</b>	<b>PS83<sup>w</sup>(%)</b>	<b>NR<sup>x</sup></b>
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Aislados	Py-10	97,9 <b>a</b>	6,3 <b>a</b>	6,3 <b>a</b>	2,9 <b>a</b>
		PyMezcla	92,7 <b>a</b>	6,3 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	2,8 <b>a</b>
		Testigo	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>a</b>	0,3 <b>b</b>
	Riego	Normal	63,9 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	2,1 <b>a</b>	2,1 <b>a</b>
		Doble	63,2 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	4,9 <b>a</b>	1,9 <b>a</b>
	Bloques	Sur/Sur	66,7 <b>a</b>	1,4 <b>a</b>	6,9 <b>a</b>	2,3 <b>a</b>
		Norte/Sur	62,5 <b>a</b>	2,8 <b>a</b>	1,4 <b>a</b>	1,9 <b>bc</b>
		Sur/Norte	62,5 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	1,7 <b>c</b>
		Norte/Norte	62,5 <b>a</b>	8,3 <b>a</b>	1,4 <b>a</b>	2,2 <b>ab</b>
Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Aislados	Py-10	5,2 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	40,6 <b>a</b>	2,3 <b>a</b>
		PyMezcla	3,1 <b>a</b>	0,0 <b>b</b>	27,1 <b>a</b>	1,9 <b>a</b>
		Testigo	0,0 <b>a</b>	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,3 <b>b</b>
	Riego	Normal	2,1 <b>a</b>	1,4 <b>a</b>	25,7 <b>a</b>	1,5 <b>a</b>
		Doble	3,5 <b>a</b>	1,4 <b>a</b>	19,4 <b>a</b>	1,5 <b>a</b>
	Bloques	Sur/Sur	5,6 <b>a</b>	2,8 <b>a</b>	41,7 <b>a</b>	1,8 <b>a</b>
		Norte/Sur	4,2 <b>a</b>	2,8 <b>a</b>	34,7 <b>ab</b>	1,5 <b>ab</b>
		Sur/Norte	1,4 <b>a</b>	0,0 <b>a</b>	12,5 <b>b</b>	1,3 <b>b</b>
		Norte/Norte	0,0 <b>a</b>	0,0 <b>a</b>	1,4 <b>c</b>	1,4 <b>ab</b>

<sup>u</sup> NH: Porcentaje de plantas con necrosis en la base del tallo. <sup>v</sup> PM: Porcentaje de plantas muertas. <sup>w</sup> PS83: Porcentaje de plantas marchitas a los 83 días después de la siembra. <sup>x</sup> NR: Valores promedio de severidad de necrosis del sistema radicular.

**Cuadro 2. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada en otoño e influencia de la dosis de riego en la gravedad de la enfermedad. Valoración de la producción total y comercial. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

	<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>Pr. Total<sup>u</sup></b>	<b>NFT<sup>v</sup></b>	<b>PMFT<sup>w</sup></b>	<b>Pr. Com.<sup>x</sup></b>	<b>NFC<sup>y</sup></b>	<b>PMFC<sup>z</sup></b>
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Aislados	Py-10	4,1 <b>b</b>	11,6 <b>b</b>	0,352 <b>a</b>	3,9 <b>b</b>	10,5 <b>b</b>	0,333 <b>a</b>
		PyMezcla	4,2 <b>b</b>	11,8 <b>b</b>	0,348 <b>a</b>	3,9 <b>b</b>	10,7 <b>b</b>	0,331 <b>a</b>
		Testigo	4,9 <b>a</b>	14,1 <b>a</b>	0,341 <b>a</b>	4,6 <b>a</b>	12,7 <b>a</b>	0,321 <b>a</b>
	Riego	Normal	4,3 <b>a</b>	12,3 <b>a</b>	0,345 <b>a</b>	4,0 <b>a</b>	11,1 <b>a</b>	0,327 <b>a</b>
		Doble	4,5 <b>a</b>	12,6 <b>a</b>	0,350 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	11,4 <b>a</b>	0,330 <b>a</b>
	Bloques	Sur/Sur	5,5 <b>a</b>	15,2 <b>a</b>	0,361 <b>a</b>	5,1 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,340 <b>ab</b>
		Norte/Sur	5,3 <b>a</b>	14,7 <b>a</b>	0,365 <b>a</b>	5,0 <b>a</b>	13,3 <b>a</b>	0,344 <b>a</b>
		Sur/Norte	3,8 <b>b</b>	11,3 <b>b</b>	0,333 <b>b</b>	3,6 <b>b</b>	10,3 <b>b</b>	0,313 <b>bc</b>
		Norte/Norte	2,9 <b>c</b>	8,7 <b>c</b>	0,331 <b>b</b>	2,8 <b>c</b>	8,0 <b>c</b>	0,316 <b>bc</b>
Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Aislados	Py-10	3,8 <b>b</b>	11,6 <b>b</b>	0,330 <b>b</b>	3,6 <b>b</b>	10,3 <b>b</b>	0,309 <b>b</b>
		PyMezcla	4,5 <b>ab</b>	13,0 <b>ab</b>	0,346 <b>a</b>	4,3 <b>ab</b>	11,9 <b>ab</b>	0,329 <b>a</b>
		Testigo	4,9 <b>a</b>	14,1 <b>a</b>	0,341 <b>ab</b>	4,6 <b>a</b>	12,7 <b>a</b>	0,321 <b>b</b>
	Riego	Normal	4,4 <b>a</b>	12,8 <b>a</b>	0,343 <b>a</b>	4,2 <b>a</b>	11,6 <b>a</b>	0,326 <b>a</b>
		Doble	4,4 <b>a</b>	13,0 <b>a</b>	0,335 <b>a</b>	4,1 <b>a</b>	11,6 <b>a</b>	0,314 <b>a</b>
	Bloques	Sur/Sur	5,5 <b>a</b>	15,5 <b>a</b>	0,357 <b>a</b>	5,2 <b>a</b>	13,7 <b>a</b>	0,333 <b>a</b>
		Norte/Sur	5,1 <b>a</b>	14,8 <b>a</b>	0,346 <b>a</b>	4,8 <b>a</b>	13,4 <b>a</b>	0,325 <b>a</b>
		Sur/Norte	3,9 <b>b</b>	11,9 <b>b</b>	0,331 <b>b</b>	3,8 <b>b</b>	11,0 <b>a</b>	0,317 <b>b</b>
		Norte/Norte	3,0 <b>c</b>	9,4 <b>c</b>	0,322 <b>b</b>	2,8 <b>c</b>	8,3 <b>b</b>	0,302 <b>b</b>

<sup>u</sup> Pr. Total: Producción Total (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>v</sup> N. F. T.: Número de frutos de la producción total. <sup>w</sup> P. M. F. T.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg). <sup>x</sup> Pr. Com.: Producción comercial (kg planta<sup>-1</sup>). y N. F. C.: Número de frutos de la producción comercial. <sup>z</sup> P. M. F. C.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg).

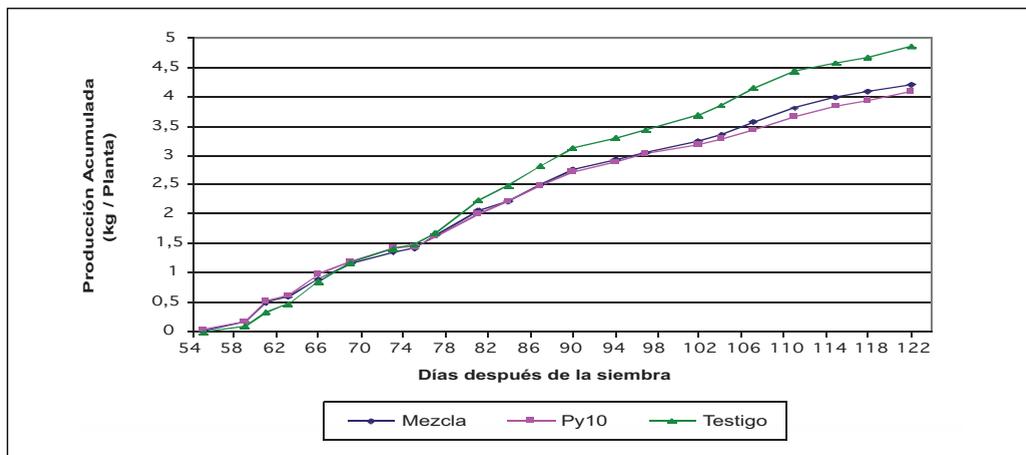


Figura 1. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada inoculadas con cuatro hojas verdaderas. Evolución de la producción total acumulada

producidas con respecto a la producción del testigo no inoculado. Las diferencias observadas entre la producción total y comercial de las parcelas inoculadas con *P. aphanidermatum* y las no inoculadas fueron estadísticamente significativas. El aislado Py-10 disminuyó la producción total un 15,9% y la comercial en un 15,3%, mientras que Py-Mezcla lo hizo en un 14,4% para la producción total y en un 13,5% para la comercial. Estas mermas de cosecha fueron debidas a la diferencia entre el número de frutos producidos y no al peso medio de estos.

El riego no influyó en la severidad de los síntomas ocasionados por los dos inóculos de *P. aphanidermatum* utilizados. Los porcentajes medios de plantas con síntomas de necrosis de hipocotilo fueron del 63,9 y 63,2%, el de plantas muertas del 4,2 y 4,2% y el de plantas marchitas en la observación realizada a los 83 dds, del 2,1 y 4,9% para la dosis de riego normal y doble, respectivamente. Con respecto a las necrosis observadas en el sistema radicular, las medias obtenidas mostraron valores de 2,1 y 1,9, con la dosis de riego normal y doble, respectivamente. Ninguna de las pequeñas diferencias observadas en relación a los citados síntomas fue estadísticamente significativa.

La situación de los bloques en el invernadero influyó en la severidad de las necrosis causadas por los dos tipos de inóculo. Los índices medios obtenidos en los diferentes bloques del experimento fueron del 1,7 y 2,2, para los situados en la zona norte del invernadero y de 2,3 y 1,9 para los situados en la zona sur. Las necrosis en el sistema radicular fueron más severas en las parcelas situadas en el perímetro del invernadero, sobre todo en el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero, siendo significativas ( $P < 0,05$ ) las diferencias observadas entre éste bloque y los situados en la zona central del invernadero y entre los dos bloques situados en la zona norte del invernadero. También, para la producción total y comercial y para el número de frutos totales y comerciales recolectados, existieron diferencias significativas entre algunos de los bloques. La producción total media obtenida en los diferentes bloques del experimento fue de 5,5 y 5,3 kg planta<sup>-1</sup>, para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,8 y 2,9 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas entre los dos bloques situados al norte y los dos del sur y entre los dos bloques situados en la zona norte del invernadero. Lo mismo

ocurrió con la producción comercial, que en este caso, tomó valores de 5,1 y 5,0 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,6 y 2,8 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte. La interacción entre los factores, aislado y riego, no fue significativa.

También cuando las plantas se inocularon al inicio de la recolección, los dos inóculos de *P. aphanidermatum* utilizados ocasionaron síntomas. Solamente un pequeño porcentaje, (el 5,2 y 3,1%), respectivamente, de las plantas inoculadas con el aislado Py-10 y con Pymeza, mostraron necrosis en la base del tallo. Los primeros síntomas generalizados de la enfermedad, consistentes en la marchitez reversible de las hojas, se observaron a partir de los veintitrés días después de la inoculación. El porcentaje de plantas marchitas en la observación realizada a los 83 dds fue del 40,6% para las parcelas inoculadas con el aislado Py-10 y del 27,1% para las inoculadas con la mezcla de aislados, diferencias que no fueron significativas entre sí, pero sí lo fueron ambas con respecto a las del testigo no inoculado, en el cual no se observó ninguna planta marchita. Sólo el inóculo Py-10 fue capaz de ocasionar la muerte de algunas plantas (4,2%). También las plantas inoculadas con el hongo mostraron una apreciable necrosis del sistema radicular que se pudo observar cuando se finalizó el experimento. Las inoculadas con el aislado Py-10 y con la mezcla de aislados, mostraron índices de 2,3 y de 1,9, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas al compararlas con los observados en el testigo (0,3).

En relación a los resultados obtenidos sobre la producción de frutos, la patogenia del aislado Py-10 de *P. aphanidermatum*, se manifestó también por las mermas de cosecha producidas con respecto a la producción del testigo no inoculado. Las diferencias observadas entre la producción total y comercial de las parcelas inoculadas con Py-10, del 22,4 y 21,7%, respectivamente, respecto a las no inoculadas fueron estadísticamente significativas. Estas mermas de cosecha fue-

ron debidas a la diferencia entre el número de frutos producidos y al peso medio de éstos. Por el contrario, la reducción de la producción ocasionada por la mezcla de aislados PyMezcla fue del 8,2% para la producción total y del 6,5% para la producción comercial, mermas de cosecha que no fueron estadísticamente significativas respecto al testigo.

El riego no influyó en la severidad de los síntomas causados por *P. aphanidermatum*. Los porcentajes de plantas con síntomas de necrosis de hipocotilo fueron del 2,1 y 3,5%, el de plantas muertas del 1,4 y 1,4%, y el de plantas marchitas en la observación realizada a los 83 dds, del 25,7 y 19,4% para la dosis de riego normal y doble, respectivamente. Con respecto a la valoración de la necrosis del sistema radicular, las medias obtenidas mostraron valores de 1,5 con ambas dosis de riego. Como se puede observar en el Cuadro 2, el riego tampoco influyó en la producción total y comercial de frutos. Tampoco en este caso, la interacción entre los factores aislados y riego no fue significativa.

Con respecto al factor "bloques", el porcentaje de plantas marchitas varió con respecto a la situación de éstos dentro del invernadero. Los porcentajes de plantas que se encontraron marchitas en la observación realizada a los 83 dds fueron del 41,7 y 34,7% para los bloques situados en la zona sur del invernadero y del 12,5 y 1,4%, para los de la zona norte. Las diferencias fueron significativas entre el bloque situado al sur y los dos situados en la parte norte del invernadero. Algo similar ocurrió con las necrosis observadas en el sistema radicular, cuyos síntomas fueron más severos en el bloque sur que en el bloque situado en el sur de la zona norte del invernadero.

También, para las variables relativas a la producción de frutos, existieron diferencias significativas entre algunos de los bloques del experimento. La producción total media obtenida para los diferentes bloques del experimento fue de 5,5 y 5,1 kg planta<sup>-1</sup>, para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,9 y 3,0 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en

la zona norte, existiendo diferencias significativas entre los bloques situados al norte y al sur, y entre los dos bloques situados en la zona norte del invernadero. Lo mismo ocurrió con la producción comercial, que en este caso, tomó valores de 5,2 y 4,8 para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,8 y 2,8 para los situados en la zona norte.

**b) Influencia en la gravedad de la enfermedad de la aplicación del fungicida propamocarb, bajo dos dosis de riego.** Los resultados sobre la influencia de la aplicación del fungicida propamocarb bajo dos dosis de riego en la gravedad de la enfermedad causada por una mezcla de aislados de *P. aphanidermatum* se encuentran reflejados en los Cuadros 3 y 4. Los síntomas observados sobre las plantas inoculadas fueron similares a los observados en el experimento anterior.

Sobre plantas con cuatro hojas verdaderas, la necrosis en la base del tallo se observó en más del 45% de las plantas inoculadas. Un porcentaje de éstas mostró además un marchitamiento reversible, que en la observación realizada a los 83 dds alcanzó al 16,7%, valor estadísticamente significativo con respecto al del testigo no tratado, en el cual no se marchitó ninguna planta. El porcentaje de plantas muertas en las parcelas inoculadas al finalizar el experimento fue del 3,1%. En las plantas testigo no se observaron síntomas. Además las plantas inoculadas mostraron una apreciable necrosis del sistema radicular, que se pudo observar cuando se finalizó el experimento, mostrando un índice medio de 2,5, que fue significativamente superior al obtenido de 0,3 en el testigo.

**Cuadro 3. Efectos de la aplicación del fungicida propamocarb bajo dos dosis de riego en la gravedad de la enfermedad causada por una mezcla de aislados de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada inoculadas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección en otoño. Síntomas observados sobre las plantas del experimento. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Factores		Niveles	NH <sup>u</sup> (%)	PM <sup>v</sup> (%)	PS83 <sup>w</sup> (%)	NR <sup>x</sup>	
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Aislados	PyMezcla	46,4 a	3,1 a	16,7 a	2,5 a	
		Testigo	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,3 b	
	Riego	Normal	22,9 a	1,0 a	6,3 a	1,5 a	
		Doble	23,4 a	2,1 a	10,4 a	1,3 b	
	Fungicida	No Tratado	46,4 a	3,1 a	2,1 b	1,6 a	
		Tratado	0,0 b	0,0 b	14,6 a	1,2 b	
	Bloques	Sur/Sur	25,0 a	0,0 a	16,7 a	1,6 a	
		Norte/Sur	21,9 a	1,0 a	10,4 ab	1,3 bc	
		Sur/Norte	21,9 a	2,1 a	1,0 b	1,2 c	
		Norte/Norte	24,0 a	3,1 a	5,2 ab	1,5 ab	
	Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Aislados	PyMezcla	1,6 a	0,0	14,6 a	1,5 a
			Testigo	0,0 a	0,0	0,0 b	0,3 b
Riego		Normal	0,0 a	0,0	7,8 a	0,9 a	
		Doble	1,6 a	0,0	6,8 a	0,9 a	
Fungicida		No Tratado	1,6 a	0,0	13,5 a	1,1 a	
		Tratado	0,0 a	0,0	1,0 a	0,7 a	
Bloques		Sur/Sur	2,1 a	0,0	14,6 a	1,2 a	
		Norte/Sur	1,0 a	0,0	9,4 ab	0,9 ab	
		Sur/Norte	0,0 a	0,0	5,2 ab	0,9 ab	
		Norte/Norte	0,0 a	0,0	0,0 b	0,8 b	

<sup>u</sup> NH: Porcentaje de plantas con necrosis en la base del tallo. <sup>v</sup> PM: Porcentaje de plantas muertas. <sup>w</sup> PS83: Porcentaje de plantas marchitas a los 83 días después de la siembra. <sup>x</sup> NR: Valores promedio de severidad de necrosis del sistema radicular.

**Cuadro 4. Efectos de la aplicación del fungicida propamocarb bajo dos dosis de riego en la gravedad de la enfermedad causada por una mezcla de aislados de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada inoculadas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección en otoño. Valoración de la producción total y comercial. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

	Factores	Niveles	Pr. Total <sup>u</sup>	NFT <sup>v</sup>	PMFT <sup>w</sup>	Pr. Com. <sup>x</sup>	NFC <sup>y</sup>	PMFC <sup>z</sup>	
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Aislados	PyMezcla	4,2 <b>b</b>	12,0 <b>b</b>	0,347 a	4,0 <b>b</b>	10,9 <b>b</b>	0,329 a	
		Testigo	5,0 <b>a</b>	14,2 <b>a</b>	0,346 a	4,7 <b>a</b>	13,0 <b>a</b>	0,330 a	
	Riego	Normal	4,6 a	13,0 a	0,351 a	4,4 a	12,0 a	0,335 a	
		Doble	4,6 a	13,2 a	0,343 a	4,3 a	11,9 a	0,324 a	
	Fungicida	No Tratado	4,5 a	12,9 a	0,345 a	4,3 a	12,2 a	0,326 a	
		Tratado	4,7 a	13,2 a	0,349 a	4,5 a	11,7 a	0,333 a	
	Bloques	Sur/Sur	6,0 <b>a</b>	16,4 <b>a</b>	0,366 <b>a</b>	5,7 <b>a</b>	14,9 <b>a</b>	0,347 <b>a</b>	
		Norte/Sur	5,5 <b>a</b>	15,3 <b>a</b>	0,358 <b>a</b>	5,2 <b>a</b>	13,9 <b>a</b>	0,340 <b>a</b>	
		Sur/Norte	4,0 <b>b</b>	12,0 <b>b</b>	0,331 <b>b</b>	3,8 <b>b</b>	11,0 <b>b</b>	0,312 <b>b</b>	
		Norte/Norte	2,9 <b>c</b>	8,6 <b>c</b>	0,332 <b>b</b>	2,7 <b>c</b>	7,9 <b>c</b>	0,319 <b>b</b>	
	Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Aislados	PyMezcla	4,8 a	14,2 a	0,345 a	4,5 a	12,2 a	0,324 a
			Testigo	5,0 a	13,6 a	0,346 a	4,7 a	13,0 a	0,330 a
Riego		Normal	5,0 <b>a</b>	14,1 a	0,351 a	4,8 <b>a</b>	12,9 a	0,334 a	
		Doble	4,7 <b>b</b>	13,7 a	0,341 a	4,4 <b>b</b>	12,4 a	0,320 a	
Fungicida		No Tratado	4,7 a	13,5 a	0,344 a	4,4 a	12,3 a	0,325 a	
		Tratado	5,0 a	14,3 a	0,348 a	4,8 a	13,0 a	0,330 a	
Bloques		Sur/Sur	6,8 <b>a</b>	18,2 <b>a</b>	0,371 <b>a</b>	6,3 <b>a</b>	16,3 <b>a</b>	0,347 <b>a</b>	
		Norte/Sur	5,7 <b>b</b>	16,4 <b>b</b>	0,349 <b>b</b>	5,4 <b>b</b>	14,9 <b>a</b>	0,331 <b>b</b>	
		Sur/Norte	4,0 <b>c</b>	11,9 <b>c</b>	0,335 <b>bc</b>	3,8 <b>c</b>	11,0 <b>b</b>	0,321 <b>bc</b>	
		Norte/Norte	3,0 <b>d</b>	9,2 <b>d</b>	0,328 <b>c</b>	2,9 <b>d</b>	8,2 <b>c</b>	0,309 <b>c</b>	

<sup>u</sup> Pr. Total: Producción Total (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>v</sup> N. F. T.: Número de frutos de la producción total. <sup>w</sup> P. M. F. T.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg). <sup>x</sup> Pr. Com.: Producción comercial (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>y</sup> N. F. C.: Número de frutos de la producción comercial. <sup>z</sup> P. M. F. C.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg).

En relación a los resultados obtenidos sobre la producción de frutos (Cuadro 4), la patogenia de *P. aphanidermatum* se manifestó también por las mermas de cosecha producidas con respecto a la producción del testigo no inoculado. Las diferencias observadas entre la producción total y comercial de las parcelas inoculadas con *P. aphanidermatum* y las no inoculadas fueron estadísticamente significativas. La mezcla de aislados (PyMezcla) disminuyó la producción total un 16,0% y la comercial en un 14,9%. Estas mermas de cosecha fueron debidas a la diferencia entre el número de frutos producidos y no al peso medio de éstos.

Para el factor riego, sólo se observaron diferencias significativas para la variable necrosis del sistema radicular (NR). Salvo con

esta excepción, el riego no influyó significativamente en la severidad del resto de los síntomas ocasionados por el patógeno. Los porcentajes de plantas con síntomas observados en las parcelas regadas con riego normal fueron: del 22,9% para la necrosis de hipocotilo, del 1,0% para la mortandad y del 6,3% para las plantas marchitas en la observación realizada a los 83 dds. Estos valores fueron muy similares a los obtenidos en las parcelas regadas con dosis doble, del 23,4% 2,1% y 10,4%, respectivamente. La necrosis del sistema radicular ocasionada por el hongo, fue mayor en la dosis normal de riego (con un índice medio de 1,5) que el observado en las plantas con doble dosis de riego (índice medio de 1,3). Diferencia que aunque no fue muy elevada, si fue estadísticamente significativa.

Con respecto al factor fungicida, el análisis de la varianza reveló diferencias significativas entre las parcelas no tratadas y las tratadas de forma sistemática con el fungicida, para todas las variables relativas a los síntomas observados. Y por el contrario, no reveló diferencias para aquellas que trataban de medir las mermas de producción ocasionadas por el patógeno. La aplicación sistemática del fungicida inhibió totalmente los síntomas de necrosis en la base del tallo y la muerte de las plantas inoculadas. Sin embargo, en las parcelas no tratadas, la necrosis se observó en el 46,4% de las plantas y la mortandad alcanzó al 3,1% de las plantas. Sorprendentemente, y a pesar de que la utilización del fungicida disminuyó la necrosis del sistema radicular, el porcentaje de plantas con marchitez a los 83 dds (del 14,6%), fue significativamente mayor en las parcelas tratadas con el fungicida que en las no tratadas, en las que sólo se marchitaron el 2,1% de las plantas.

En relación a los resultados obtenidos sobre la producción de frutos (Cuadro 4), la aplicación del fungicida no aumentó de forma significativa la producción total, ni la comercial. Por otra parte, la aplicación periódica del fungicida no ocasionó síntomas que pudieran ser atribuidos a una posible fitotoxicidad del pesticida ni tampoco disminuyó la producción de las plantas.

Con respecto al factor "bloques", se observaron diferencias significativas entre algunos de ellos para las variables: porcentaje de plantas marchitas a los 83 dds, valoración del sistema radicular (NR) y para todas las variables relativas a la producción. La marchitez reversible de las plantas varió con la situación de las plantas dentro del invernadero. El porcentaje de plantas marchitas observado en los diferentes bloques del experimento promedió el 16,7 y el 10,4%, para los situados en la zona sur del invernadero y del 1,0 y 5,2% para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas entre el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero y el situado en el sur de la zona norte. Algo similar ocurrió

con respecto a las necrosis observadas en el sistema radicular. El índice de necrosis observado en los diferentes bloques del experimento fue de 1,6 y 1,3, para los situados en la zona sur del invernadero y de 1,2 y 1,5 para los situados en la zona norte, siendo las diferencias significativas entre el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero y los dos bloques centrales.

También, para la producción total y comercial y para el número de frutos totales y comerciales recolectados, existieron diferencias significativas entre algunos de los bloques del experimento. La producción total media obtenida en los diferentes bloques del experimento fue de 6,0 y 5,5 kg planta<sup>-1</sup>, para los situados en la zona sur del invernadero y de 4,0 y 2,9 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas entre los bloques situados al norte y al sur, y entre los dos bloques situados en la zona norte del invernadero. Lo mismo ocurrió con la producción comercial, que en este caso, tomó valores de 5,7 y 5,2 para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,8 y 2,7 para los situados en la zona norte. La interacción entre los factores aislado con riego, riego con fungicida y aislado con riego y fungicida no fue significativa para ninguna de las variables observadas. Por el contrario, sí fue significativa la interacción entre los factores aislados y fungicida para las variables relativas a los síntomas y no para las variables relativas a la productividad de las plantas.

Sobre plantas al inicio de la recolección, y a diferencia de lo que ocurrió cuando se inoculó en el estadio de cuatro hojas, la patogenicidad del hongo no se manifestó causando una generalizada necrosis en la base del tallo, ni tampoco ocasionando la muerte de las plantas, pero sin embargo, sí causó la marchitez de las plantas y necrosis en el sistema radicular. Solamente un 1,6% de las plantas inoculadas mostró síntomas necróticos en la base del tallo. Con respecto a las necrosis en el sistema radicular, las plantas inoculadas con PyMezcla mostraron índices medios de 1,5, mientras que en las plantas testigo el ín-

dice observado fue de 0,3. Esta necrosis pareció causar el marchitamiento reversible observado en el 14,6% de las plantas a los 83 dds, pero no ocasionó la muerte de ninguna de ellas. Las plantas del testigo no mostraron síntomas. La patogenia del hongo tampoco se manifestó reduciendo la productividad de las plantas. Las pequeñas diferencias observadas en relación a la producción total y comercial de frutos (Cuadro 4) no fueron significativas.

El riego no influyó en la severidad de los síntomas causados por *P. aphanidermatum*, pero sí en la productividad de las plantas. Las parcelas regadas con dosis doble de riego produjeron un 6% y 8,3% menos, para la producción total y comercial, respectivamente, que las regadas con la dosis normal.

La aplicación del fungicida disminuyó levemente algunos de los síntomas y aumentó, levemente también, la producción de las plantas, aunque esas pequeñas diferencias no fueron nunca significativas.

Algunos de los síntomas causados por el hongo estuvieron de nuevo influenciados por la disposición de las plantas dentro del invernadero. Los porcentajes de marchitez en los diferentes bloques del experimento fueron del 14,6 y 9,4% para los situados en la zona sur del invernadero y del 5,2 y 0,0% para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas entre el bloque situado al sur de la zona sur y el situado al norte de la zona norte. Igualmente la severidad de las necrosis en el sistema radicular fue mayor en el bloque situado en el sur del invernadero, siendo las diferencias observadas con respecto al situado en el norte del invernadero, estadísticamente significativas.

También, para la producción total y comercial y para el número de frutos totales y comerciales recolectados, existieron diferencias significativas entre algunos de los bloques del experimento. La producción total media obtenida en los diferentes bloques del experimento fue de 6,8 y 5,7 kg planta<sup>-1</sup>, para los situados en la zona sur del invernadero y de 4,0 y 3,0 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte, existiendo diferencias

significativas entre cada uno de los bloques. Lo mismo ocurrió con la producción comercial, con valores de 6,3 y 5,4 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona sur del invernadero y de 3,8 y 2,9 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte.

Al igual que ocurrió en el experimento sobre plantas con cuatro hojas verdaderas, las interacciones entre los factores aislado con riego, riego con fungicida y aislado con riego y fungicida no fueron significativas para ninguna de las variables observadas. Por el contrario, la interacción entre los factores aislados y fungicida fue significativa para las variables relativas a los síntomas y no para las relativas a la productividad de las plantas.

**c) Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia de la edad de la planta en el momento de la inoculación.** Los resultados sobre la patogenia de *P. aphanidermatum* y la influencia de la edad de la planta en el momento de la inoculación se muestran en los Cuadros 5 y 6 y en la Figura 2.

El poder patógeno de *Pythium* se manifestó con los dos inóculos utilizados, causando síntomas sobre las plantas. Sin embargo, algunos de éstos dependieron de la edad de éstas al inocular. Su evolución a lo largo de las diez observaciones realizadas queda reflejada en la Figura 2. El primer síntoma de la enfermedad, consistente en una necrosis en la base del tallo, se observó en las plantas inoculadas con cuatro hojas nueve días después de la inoculación (ddi). Por el contrario, el primer síntoma en las plantas inoculadas en recolección de frutos fue de marchitez y se observó a los 23 ddi. Como puede observarse, mientras que las plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas (Py104H y PyMezcla4H) mostraron en una alta proporción necrosis de la base del tallo, 100,0 y 91,7% con Py-10 y con PyMezcla, respectivamente, las inoculadas en recolección (Py10Rec y PyMezclaRec) apenas mostraron dicho síntoma, en el 6,2% de las plantas inoculadas con el aislado Py-10 y en ninguna de las inoculadas con la mezcla de aislados.

**Cuadro 5. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia de la edad de las plantas de pepino cv. Nevada en el momento de la inoculación en otoño. Síntomas observados sobre las plantas del experimento. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Aislados	Inoculación	NH <sup>u</sup> (%)	PM <sup>v</sup> (%)	PS83 <sup>w</sup> (%)	NR <sup>x</sup>
Py-10	4 Hojas	100,0 <b>a</b>	4,2 <b>ab</b>	2,1 <b>b</b>	2,8 <b>a</b>
	Recolección	6,2 <b>b</b>	4,2 <b>ab</b>	45,8 <b>a</b>	2,2 <b>b</b>
PyMezcla	4 Hojas	91,7 <b>a</b>	8,3 <b>a</b>	4,2 <b>b</b>	3,0 <b>a</b>
	Recolección	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	31,3 <b>a</b>	1,8 <b>b</b>
Testigo	No inoculado	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,6 <b>c</b>

<sup>u</sup> NH: Porcentaje de plantas con necrosis en la base del tallo. <sup>v</sup> PM: Porcentaje de plantas muertas. <sup>w</sup> PS83: Porcentaje de plantas marchitas a los 83 días después de la siembra. <sup>x</sup> NR: Valores promedio de severidad de necrosis del sistema radicular.

**Cuadro 6. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia de la edad de las plantas de pepino cv. Nevada en el momento de la inoculación en otoño. Valoración de la producción total y comercial. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Aislados	Inoculación	Pr. Total <sup>u</sup>	NFT <sup>v</sup>	PMFT <sup>w</sup>	Pr. Com. <sup>x</sup>	NFC <sup>y</sup>	PMFC <sup>z</sup>
Py-10	4 Hojas	4,0 <b>ab</b>	11,6 <b>ab</b>	0,350 <b>a</b>	3,8 <b>ab</b>	10,6 <b>ab</b>	0,332 <b>a</b>
	Recolección	3,7 <b>b</b>	10,9 <b>b</b>	0,335 <b>a</b>	3,5 <b>b</b>	10,0 <b>b</b>	0,318 <b>a</b>
PyMezcla	4 Hojas	4,0 <b>ab</b>	11,5 <b>ab</b>	0,341 <b>a</b>	3,7 <b>ab</b>	10,3 <b>ab</b>	0,323 <b>a</b>
	Recolección	4,8 <b>a</b>	13,5 <b>a</b>	0,352 <b>a</b>	4,6 <b>a</b>	12,4 <b>ab</b>	0,336 <b>a</b>
Testigo	No inoculado	4,8 <b>a</b>	13,9 <b>a</b>	0,343 <b>a</b>	4,5 <b>a</b>	12,6 <b>a</b>	0,324 <b>a</b>

<sup>u</sup> Pr. Total: Producción Total (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>v</sup> N. F. T.: Número de frutos de la producción total. <sup>w</sup> P. M. F. T.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg). <sup>x</sup> Pr. Com.: Producción comercial (kg planta<sup>-1</sup>). y N. F. C.: Número de frutos de la producción comercial. <sup>z</sup> P. M. F. C.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg).

A partir de los 61 dds, algunas de las plantas inoculadas mostraron una marchitez reversible. El porcentaje de plantas marchitas fue en ese momento mayor en las parcelas inoculadas con cuatro hojas que en las inoculadas en recolección. La manifestación de este síntoma disminuyó en la observación que se realizó ocho días después y aumentó de forma importante dos semanas más tarde, aunque sólo en las plantas inoculadas en recolección. Las diferencias observadas entre los porcentajes de marchitez en plantas inoculadas con cuatro hojas y al inicio de la recolección, en las observaciones realizadas a los 61 y 83 dds, fueron estadísticamente significativas. En la observación

realizada a los 83 dds se encontraron marchitas el 31,3 y 45,8% de las plantas inoculadas en recolección con el aislado Py-10 y con la mezcla de aislados, respectivamente. Por el contrario en las parcelas inoculadas con cuatro hojas sólo se marchitaron el 4,2 y 2,1%, también para ambos inóculos respectivamente. Asimismo, el porcentaje de marchitez a los 83 dds, varió con los diferentes bloques diseñados para el experimento. En la zona norte del invernadero se marchitaron el 7,3% de las plantas, mientras que en la zona sur del mismo lo hicieron el 34,4%. Los porcentajes de plantas con marchitez observados en los diferentes bloques del experimento fueron del 39,6 y 29,2% para los

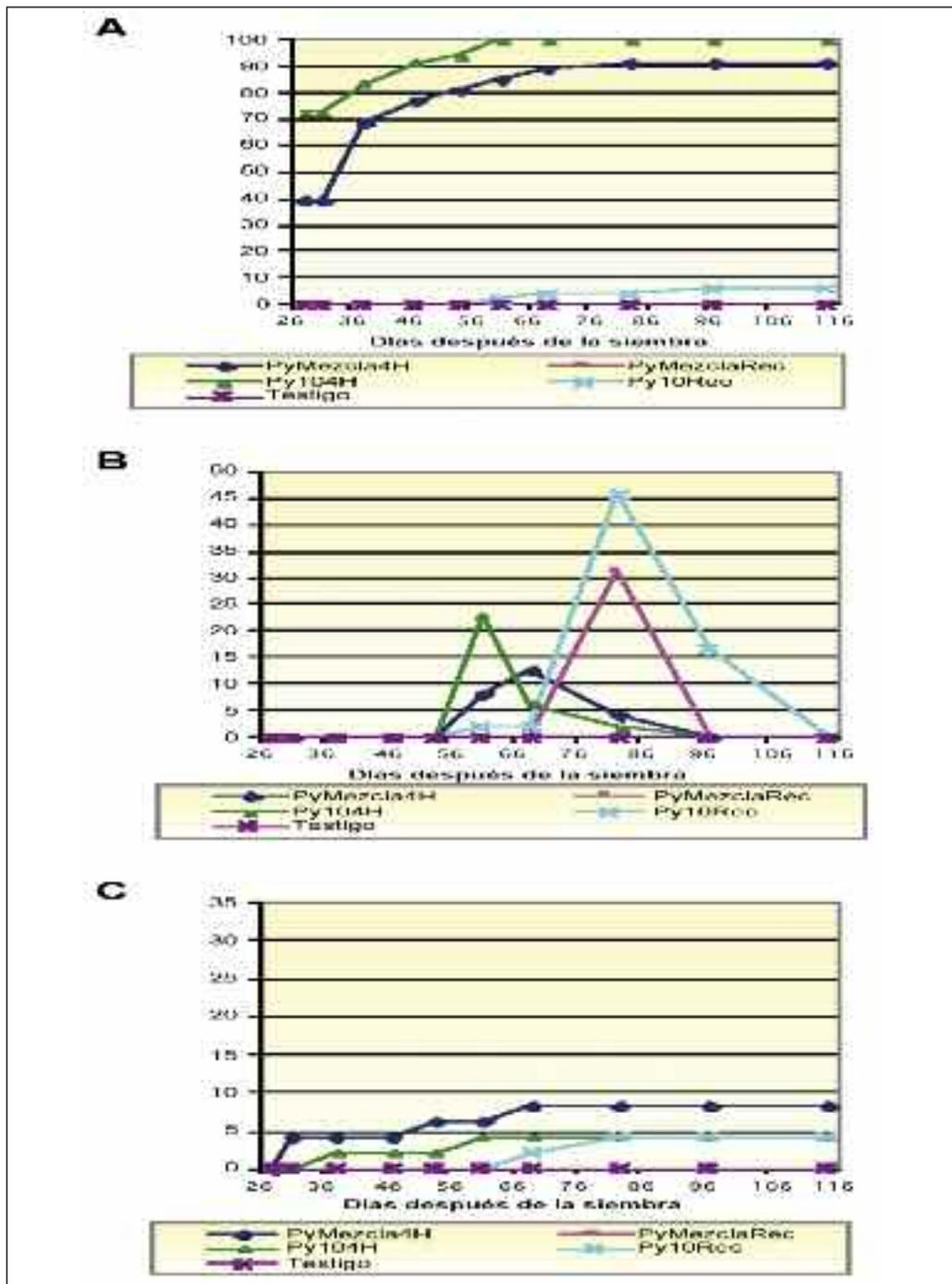


Figura 2. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia de la edad de la planta en el momento de la inoculación. Progreso temporal de síntomas (%): de plantas con necrosis de hipocotilo (A), con marchitez (B) y muertas (C)

bloques situados en la zona sur del invernadero y del 12,5 y 2,1% para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas para éste síntoma entre el bloque situado al norte de la zona norte y el situado al sur de la zona sur del invernadero (datos no mostrados).

La mortandad observada en las parcelas inoculadas con *P. aphanidermatum* fue muy reducida, alcanzando al 4,2 y 8,3% para las plantas inoculadas con cuatro hojas y al 4,2 y 0%, para las inoculadas en recolección, con el aislado Py-10 y con la mezcla de aislados, ambos respectivamente. Como puede observarse en el Cuadro 5, solamente fueron significativas las diferencias entre las plantas inoculadas con la mezcla de aislados en el estadio de cuatro hojas y las testigos. Las plantas no inoculadas no mostraron síntomas aéreos.

La patogenicidad de los dos inóculos de *Pythium* se manifestó también por las necrosis provocadas en el sistema radicular. Todas las parcelas inoculadas con el hongo, independientemente del tipo de inóculo utilizado y del estado de la planta al inocular, manifestaron necrosis importantes en la raíces en comparación con los testigos no inoculados. Pero además, las plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas, con índices de 2,8 y 3,0, mostraron una necrosis radicular más grave que las inoculadas al inicio de la recolección de frutos, que mostraron índices de 2,2 y 1,8, para el aislado Py-10 y para la mezcla de aislados, ambos respectivamente. El índice obtenido en las parcelas no inoculadas fue del 0,6.

Los resultados obtenidos sobre la producción de frutos se encuentran reflejados en el Cuadro 6. Las plantas de las parcelas inoculadas en el estadio de cuatro hojas produjeron un promedio de 4,0 kg planta<sup>-1</sup>, mientras que las inoculadas al inicio de la recolección produjeron 3,7 y 4,8 kg planta<sup>-1</sup> con el aislado Py-10 y con PyMezcla, respectivamente. A pesar de las sensibles mermas de producción ocasionadas por el patógeno cuando se inoculó en un estadio precoz, próximas al 17%, solamente el aislado Py-10 cuando se

inoculó sobre plantas al inicio de la recolección redujo significativamente la producción total y comercial de frutos con respecto al testigo no inoculado. Las mermas de cosecha provocadas por el aislado Py-10 cuando se inoculó en recolección fueron del 22,9 y del 23,9% para la producción total y comercial, respectivamente. En ambos casos estas diferencias fueron debidas al número de frutos recolectados y no al peso medio de los mismos.

#### **d) Patogenicidad de *Pythium aphanidermatum* e influencia de la dosis de riego y del cultivar en la gravedad de la enfermedad.**

Los resultados sobre la patogenicidad de *P. aphanidermatum* y la influencia de la dosis de riego y del cultivar en la gravedad de la enfermedad se encuentran reflejados en los Cuadros 7 y 8. La recolección de frutos comenzó el 7 de noviembre a los 42 días después de la siembra. Se practicaron un total de 20 recolecciones, realizándose la última la primera semana de enero.

Sobre plantas con cuatro hojas PyMezcla causó los síntomas típicos de la enfermedad. Al final del experimento, la necrosis en la base del tallo se observó en el 80,6% de las plantas inoculadas. Un porcentaje de éstas mostró también un marchitamiento reversible que en la observación realizada a los 76 dds afectó al 15,3%. El porcentaje de plantas muertas en las parcelas inoculadas alcanzó el 9,7%. Además, las plantas inoculadas con el hongo mostraron una apreciable necrosis del sistema radicular, que alcanzó un índice medio de 3,2, significativamente y estadísticamente superior al valor obtenido en el testigo de 0,8. Las plantas testigo no mostraron síntomas generalizados. Como en los experimentos anteriores, el poder patógeno de *P. aphanidermatum* se manifestó también por las mermas de cosecha producidas con respecto a la producción del testigo no inoculado, disminuyendo la producción total un 19,6% y la comercial un 20,0%. Diferencias que fueron estadísticamente significativas, y que se debieron al número de frutos producidos y no al peso medio de éstos.

**Cuadro 7. Influencia del cultivar y de dos dosis de riego en la gravedad de la enfermedad causada por una mezcla de aislados de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino inoculadas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección en otoño. Síntomas observados sobre las plantas del experimento. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Factores		Niveles	NH <sup>u</sup> (%)	PM <sup>v</sup> (%)	PS83 <sup>w</sup> (%)	NR <sup>x</sup>	
Aislados	PyMezcla		80,6 a	9,7 a	15,3 a	3,2 b	
	Testigo		0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,8 a	
Riego	Normal		41,3 a	5,9 a	4,9 a	2,0 a	
	Doble		39,2 a	3,8 a	10,4 a	2,0 a	
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Cultivar	Nevada	39,1 a	0,5 b	9,9 a	1,9 a	
		Virginia	41,7 a	10,4 a	9,9 a	2,1 a	
		Marumba	40,1 a	3,6 b	3,1 a	2,0 a	
	Bloques	Sur/Sur	45,1 a	9,7 a	17,4 a	2,2 a	
		Norte/Sur	43,8 a	4,9 ab	5,6 b	1,9 b	
		Sur/Norte	36,8 b	3,5 b	5,6 b	2,0 b	
		Norte/Norte	35,4 b	1,4 b	2,1 b	1,9 b	
	Aislados	PyMezcla		14,9 a	11,8 a	35,1 a	2,6 a
		Testigo		0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,8 b
	Riego	Normal		6,9 a	6,9 a	17,7 a	1,7 a
Doble			7,9 a	4,9 a	17,4 a	1,7 a	
Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Cultivar	Nevada	5,2 a	4,7 a	21,4 a	1,6 a	
		Virginia	8,3 a	7,3 a	14,6 a	1,7 a	
		Marumba	8,9 a	5,7 a	16,7 a	1,8 a	
	Bloques	Sur/Sur	18,8 a	14,6 a	36,1 a	2,1 a	
		Norte/Sur	3,5 b	7,6 ab	22,2 ab	1,5 b	
		Sur/Norte	4,9 b	1,4 b	7,6 bc	1,8 ab	
		Norte/Norte	2,8 b	0,0 b	4,2 c	1,5 b	

<sup>u</sup> NH: Porcentaje de plantas con necrosis en la base del tallo. <sup>v</sup> PM: Porcentaje de plantas muertas. <sup>w</sup> PS76: Porcentaje de plantas marchitas a los 76 días después de la siembra. <sup>x</sup> NR: Valores promedio de severidad de necrosis del sistema radicular.

El riego no influyó en la severidad de los síntomas ocasionados por el patógeno. Los porcentajes de plantas con síntomas observados en las parcelas con riego simple fueron del 41,3% para la necrosis de hipocotilo, del 5,9% para el de plantas muertas y del 4,9% para el de marchitez en la observación realizada a los 76 dds. Valores similares a los obtenidos en las parcelas regadas con dosis doble, del 39,2, 3,8 y 10,4% para esos mismos síntomas, respectivamente. Los índices de necrosis en el sistema radicular fueron idénticos para las dos dosis de riego. La producción total y comercial de frutos fue algo mayor en las parcelas regadas con doble dosis de riego, aunque las diferencias, de 0,2 kg planta<sup>-1</sup> tanto para la producción

total como para la comercial, y que se debieron a un aumento del peso medio de los frutos, no fueron estadísticamente significativas.

Los síntomas causados por *Pythium* fueron similares en los tres cultivares inoculados. Al término del experimento, la necrosis en la base del tallo se observó en valores en torno al 40% de las plantas para los tres cultivares ensayados. Un pequeño porcentaje de éstas mostró también un marchitamiento reversible, que en la observación realizada a los 76 dds, afectó a los tres cultivares en porcentajes comprendidos entre el 3,1 y el 9,9%. El porcentaje de plantas muertas en las parcelas del cultivar Virginia del 10,4%, fue mayor que la causada en las de los culti-

**Cuadro 8. Influencia del cultivar y de dos dosis de riego en la gravedad de la enfermedad causada por una mezcla de aislados de *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino inoculadas con cuatro hojas verdaderas y al inicio de la recolección en otoño. Valoración de la producción total y comercial. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

	Factores	Niveles	Pr. Total <sup>U</sup>	NFT <sup>V</sup>	PMFT <sup>W</sup>	Pr. Com. <sup>X</sup>	NFC <sup>Y</sup>	PMFC <sup>Z</sup>
Plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas	Aislados	PyMezcla	4,1 <b>b</b>	10,8 <b>b</b>	0,376 a	4,0 <b>b</b>	10,7 <b>b</b>	0,371 a
		Testigo	5,1 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,374 <b>a</b>	5,1 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,379 a
	Riego	Normal	4,5 a	12,1 a	0,371 <b>b</b>	4,5 a	12,0 a	0,371 <b>b</b>
		Doble	4,7 a	12,4 a	0,378 <b>a</b>	4,7 a	12,3 a	0,379 <b>a</b>
	Cultivar	Nevada	4,8 <b>a</b>	12,7 <b>a</b>	0,378 <b>a</b>	4,8 <b>a</b>	12,6 <b>a</b>	0,378 <b>a</b>
		Virginia	4,4 <b>b</b>	11,7 <b>b</b>	0,378 <b>a</b>	4,4 <b>b</b>	11,6 <b>b</b>	0,378 <b>a</b>
		Marumba	4,5 <b>ab</b>	12,3 <b>ab</b>	0,369 <b>b</b>	4,5 <b>ab</b>	12,3 <b>ab</b>	0,369 <b>b</b>
	Bloques	Sur/Sur	4,7 <b>a</b>	11,9 <b>b</b>	0,398 <b>a</b>	4,7 <b>a</b>	11,8 <b>b</b>	0,398 <b>a</b>
		Norte/Sur	4,7 <b>a</b>	12,1 <b>ab</b>	0,376 <b>b</b>	4,5 <b>ab</b>	12,1 <b>ab</b>	0,376 <b>b</b>
		Sur/Norte	4,6 <b>a</b>	12,8 <b>a</b>	0,367 <b>c</b>	4,7 <b>ab</b>	12,7 <b>a</b>	0,367 <b>c</b>
		Norte/Norte	4,4 <b>a</b>	12,2 <b>ab</b>	0,359 <b>c</b>	4,3 <b>b</b>	12,1 <b>ab</b>	0,359 <b>c</b>
	Plantas inoculadas al inicio de la recolección	Aislados	PyMezcla	4,6 <b>b</b>	12,5 <b>b</b>	0,371 a	4,6 <b>b</b>	12,4 <b>b</b>
Testigo			5,1 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,374 a	5,1 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,374 a
Riego		Normal	4,8 a	13,0 a	0,370 a	4,8 a	12,9 a	0,370 a
		Doble	4,9 a	13,1 a	0,375 a	4,9 a	13,1 a	0,375 a
Cultivar		Nevada	5,0 a	13,0 a	0,378 <b>a</b>	4,9 a	13,0 a	0,379 <b>a</b>
		Virginia	4,9 a	13,2 a	0,373 <b>ab</b>	4,9 a	13,1 a	0,373 <b>ab</b>
		Marumba	4,8 a	13,0 a	0,367 <b>b</b>	4,7 a	12,9 a	0,367 <b>b</b>
Bloques		Sur/Sur	5,1 <b>a</b>	12,8 <b>bc</b>	0,401 <b>a</b>	5,1 <b>a</b>	12,7 <b>bc</b>	0,401 <b>a</b>
		Norte/Sur	5,0 <b>a</b>	13,4 <b>ab</b>	0,375 <b>b</b>	5,0 <b>a</b>	13,3 <b>ab</b>	0,376 <b>b</b>
		Sur/Norte	4,9 <b>a</b>	13,6 <b>a</b>	0,363 <b>c</b>	4,9 <b>a</b>	13,5 <b>a</b>	0,363 <b>c</b>
		Norte/Norte	4,4 <b>b</b>	12,5 <b>c</b>	0,352 <b>d</b>	4,4 <b>b</b>	12,5 <b>c</b>	0,352 <b>d</b>

<sup>U</sup> Pr. Total: Producción Total (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>V</sup> N. F. T.: Número de frutos de la producción total. <sup>W</sup> P. M. F. T.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg). <sup>X</sup> Pr. Com.: Producción comercial (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>Y</sup> N. F. C.: Número de frutos de la producción comercial. <sup>Z</sup> P. M. F. C.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg).

vares Nevada y Marumba, del 0,5 y 3,6%, respectivamente. Los índices de necrosis en el sistema radicular fueron muy similares en los tres cultivares ensayados. Aunque no era uno de los objetivos perseguidos, el cultivar Nevada resultó, en las condiciones en la que se desarrolló el experimento, el más productivo. La producción fue de 4,8, 4,4 y 4,5 kg planta<sup>-1</sup> para los cultivares Nevada, Virginia y Marumba, respectivamente. Diferencias que fueron significativas entre los cvs. Nevada y Virginia y que se debieron al número de frutos producidos y no al peso medio de éstos. A diferencia de lo ocurrido en experimentos anteriores, las diferencias para la producción total de los diferentes bloques del experimento no fueron estadísticamente

significativas, aunque sí lo fueron para la producción comercial entre algunos de ellos, diferencias que fueron debidas al número de frutos producidos y al peso medio de éstos.

La interacción entre los factores aislados y cultivares fue significativa para la mayoría de las variables analizadas. Sin embargo, las interacciones entre los factores: aislados y riego, riego y cultivar, y la triple interacción aislados, riego y cultivar no fueron significativas para ninguna de las variables.

Sobre plantas al inicio de la recolección, PyMezcla causó sobre las plantas inoculadas los síntomas típicos de la enfermedad. Como ocurrió en un experimento anterior, solamente un bajo porcentaje, el 14,9% de

las plantas inoculadas mostraron necrosis en la base del tallo. Los primeros síntomas de marchitez reversible de las hojas se observaron a los catorce días de la inoculación. El porcentaje medio de plantas marchitas en la observación realizada a los 76 dds fue del 35,1%. En el testigo no se observó ninguna planta marchita y las diferencias observadas entre ambos tratamientos fueron estadísticamente significativas. El porcentaje de plantas muertas contabilizado en las parcelas inoculadas alcanzó al término del experimento el 11,8%, valor que fue estadísticamente significativo al compararlo con el obtenido en el testigo no inoculado. También las plantas inoculadas con el hongo mostraron una apreciable necrosis del sistema radicular, mostrando un índice medio de 2,6, que fue significativamente superior al valor obtenido en el testigo (0,8).

Como en los experimentos anteriores, *P. aphanidermatum* redujo la producción de frutos con respecto al testigo no inoculado. Las mermas de cosecha observadas, del 9,8% tanto para la producción total como para la comercial, fueron estadísticamente significativas. Mermas de cosecha que fueron debidas a la diferencia entre el número de frutos producidos.

El riego no influyó en la severidad de los síntomas ocasionados por el patógeno. Los porcentajes de plantas con síntomas observados en las parcelas regadas con la dosis normal de riego fueron: del 6,9% tanto para el de necrosis de hipocotilo, como el de plantas muertas, y del 17,7% para las plantas marchitas en la observación realizada a los 76 dds. Valores que fueron muy similares a los obtenidos en las parcelas regadas con dosis doble, del 7,9%, del 4,9% y del 17,4% para esos mismos síntomas, respectivamente. Los índices de necrosis en el sistema radicular fueron idénticos, de 1,7, para las dos dosis de riego. La producción total y comercial de frutos fue algo mayor en las parcelas regadas con doble dosis de riego, aunque las diferencias, de 0,1 kg planta<sup>-1</sup> tanto para la producción total como para la comercial, no fueron estadísticamente signi-

ficativas. Con respecto a los cultivares ensayados, los porcentajes de plantas con los diferentes síntomas de la enfermedad fueron muy similares. Al término del experimento, la necrosis en la base del tallo se observó en el 5,2, 8,3 y 8,9%, de las plantas de los cultivares Nevada, Virginia y Marumba, respectivamente. Un discreto porcentaje de éstas mostró también un marchitamiento reversible que en la observación realizada a los 76 dds, afectó a los tres cultivares en porcentajes comprendidos entre el 14,6 y 21,4%. Los porcentajes de mortandad en las parcelas inoculadas al finalizar el experimento fueron del 4,7, 7,3 y 5,7% para los cultivares Nevada, Virginia y Marumba, respectivamente, sin que existieran entre ellos diferencias estadísticamente significativas. Los índices de las necrosis observadas en el sistema radicular, comprendidos entre los valores 2,2 y 2,4, fueron también muy similares en los tres cultivares inoculados. La producción total en los cultivares Nevada Virginia y Marumba fue de 4,8, 4,4 y 4,5 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Diferencias que no fueron significativas.

La situación de los bloques en el invernadero influyó en la severidad de los síntomas ocasionados por el patógeno. Los porcentajes de plantas con síntomas de necrosis en la base del tallo fueron del 18,8% para el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero, mientras que para los otros tres bloques esos síntomas sólo se observaron en porcentajes comprendidos entre el 2,8 y 4,9%. También los de plantas marchitas a los 76 dds fueron del 36,1% en el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero, del 22,2% en situado en el norte de la zona sur del invernadero, y muy inferiores para los dos de la zona norte. El porcentaje de mortandad al término del experimento también varió con la situación de las parcelas elementales. Los porcentajes de plantas muertas fueron del 14,6% para el bloque situado en el sur de la zona sur del invernadero y del 7,6 y 1,4% para los bloques situados en el norte de la zona sur y en el sur de la zona norte, respectivamente. En el situa-

do en el norte de la zona norte del invernadero no murió ninguna planta. Algo similar ocurrió también con respecto a las necrosis observadas en el sistema radicular, cuyos síntomas fueron más severos en el bloque sur que en el resto de los bloques. De forma general y con respecto a éstos cuatro síntomas principales constituyentes del síndrome de la enfermedad, existieron diferencias significativas entre los valores obtenidos en el bloque situado al sur de la zona sur del invernadero y los obtenidos para los restantes tres bloques. Para las variables relativas a la producción de frutos existieron igualmente diferencias. La producción total media obtenida para los diferentes bloques del experimento fue de 5,1 y 5,0 kg planta<sup>-1</sup>, para los situados en la zona sur del invernadero y de 4,9 y 4,4 kg planta<sup>-1</sup> para los situados en la zona norte, existiendo diferencias significativas sólo entre el bloque situado al norte de la zona norte y los otros tres bloques. Lo mismo ocurrió con la producción comercial, que tomó en este caso los mismos valores que la producción total, debido a la casi prácticamente nula producción de frutos de destrío. En este caso las diferencias de producción observadas fueron debidas tanto al número de frutos como al peso medio de éstos. Las interacciones entre los factores aislado y riego, aislado y cultivar, riego y cultivar, y la triple interacción aislado riego y cultivar no fueron significativas para ninguna de las variables observadas.

## 2. En primavera

**Patogenia de *Pythium aphanidermatum* en cultivo de primavera e influencia de la aplicación del fungicida propamocarb y de la repetición del sustrato en la gravedad de la enfermedad.** Los resultados sobre la patogenia de *P. aphanidermatum* en cultivo de primavera, la eficacia de la aplicación del fungicida propamocarb y la influencia de la repetición de uso del sustrato en la gravedad de la enfermedad se muestran en los Cuadros 9 y 10 y en la Figura 3.

*P. aphanidermatum* causó síntomas generalizados en las plantas de las parcelas inoculadas con PyMezcla y de los sacos reutilizados y contaminados. Los primeros síntomas de la enfermedad, de necrosis en la base del tallo y muerte de las plantas, se observaron a finales de abril a los 49 ddi, en las parcelas con sacos de sustrato nuevos inoculados con PyMezcla. En éstas, la necrosis del tallo se observó al término del experimento en el 6,9% de las plantas, mientras que se observó en el 1,4% de las cultivadas sobre sacos reutilizados contaminados y no tratados con fungicida (PyMezcla2°Cul.). El porcentaje de plantas muertas observado en las parcelas inoculadas con *P. aphanidermatum* fue del 11,1% en las parcelas con sacos nuevos inoculados y del 20,83% en las parcelas con sacos reutilizados contaminados y no tratados con el fungicida, siendo las diferencias entre éstos tratamientos y el resto, estadísticamente significativas. Ninguna de las plantas cultivadas sobre los sacos tratados con el fungicida (PyMezcla2°CulFun.) o sobre los sacos no inoculados (Testigo y Testigo2°Cul.) mostraron estos síntomas.

La patogenia del hongo se manifestó también por las necrosis ocasionadas en el sistema radicular. Todas las parcelas infectadas con el hongo manifestaron necrosis importantes en la raíces en comparación con los testigos no inoculados. Como puede observarse en el Cuadro 9, las necrosis observadas en el sistema radicular, con índices de 3,6 para las parcelas con sacos nuevos (PyMezcla) y de 3,3 para las realizadas con sacos reutilizados (PyMezcla2°Cul.), fueron bastante más importantes en las parcelas contaminadas con *P. aphanidermatum* y no tratadas con fungicida que en las parcelas testigo, con índices de 0,6 y de 0,4, para las parcelas con sacos nuevos y reutilizados, respectivamente.

La recolección de frutos comenzó a los 62 dds, practicándose un total de 22 recolecciones y realizándose la última el 25 de mayo. Los datos sobre las producciones totales y comerciales acumuladas se encuen-

**Cuadro 9. Influencia de la reutilización del sustrato y de la aplicación del fungicida propamocarb en la gravedad de la enfermedad causada *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada en primavera. Síntomas observados sobre las plantas del experimento. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Tratamientos	NH <sup>u</sup> (%)	PM <sup>v</sup> (%)	NR <sup>w</sup>
Testigo	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,6 <b>d</b>
PyMezcla	6,9 <b>a</b>	11,1 <b>a</b>	3,6 <b>a</b>
PyMezcla2°CulFun.	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	2,9 <b>c</b>
Testigo2°Cul.	0,0 <b>b</b>	0,0 <b>b</b>	0,4 <b>d</b>
PyMezcla2°Cul.	1,4 <b>b</b>	20,8 <b>a</b>	3,3 <b>b</b>

Los códigos reflejan las variables siguientes: Testigo no inoculado sobre sacos nuevos (Testigo); Cultivo sobre sacos nuevos inoculados con *P. aphanidermatum*. (PyMezcla); Cultivo sobre sacos viejos inoculados con *P. aphanidermatum* y tratados periódicamente con el fungicida (PyMezcla2°CulFun.); Testigo no inoculado sobre sacos usados en la campaña anterior (Testigo2°Cul.); Cultivo sobre sacos viejos e inoculados con *P. aphanidermatum* en la anterior campaña (PyMezcla2°Cul.).

<sup>u</sup> NH: Porcentaje de plantas con necrosis en la base del tallo. <sup>v</sup> PM: Porcentaje de plantas muertas. <sup>w</sup> NR: Valores promedio de severidad de necrosis del sistema radicular.

**Cuadro 10. Influencia de la reutilización del sustrato y de la aplicación del fungicida propamocarb en la gravedad de la enfermedad causada *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada en primavera. Valoración de la producción total y comercial. Las letras distintas, dentro de cada columna y factor, indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), según la prueba de la menor diferencia significativa**

Aislados	Pr. Total <sup>u</sup>	NFT <sup>v</sup>	PMFT <sup>w</sup>	Pr. Com. <sup>x</sup>	NFC <sup>y</sup>	PMFC <sup>z</sup>
Testigo	7,0 <b>a</b>	18,9 <b>a</b>	0,370 <b>ab</b>	6,3 <b>a</b>	16,0 <b>a</b>	0,394 <b>ab</b>
PyMezcla	5,2 <b>bc</b>	14,2 <b>bc</b>	0,360 <b>b</b>	4,7 <b>bc</b>	12,4 <b>bc</b>	0,382 <b>cd</b>
PyMezcla2°CulFun.	5,7 <b>b</b>	15,3 <b>b</b>	0,370 <b>ab</b>	5,3 <b>b</b>	13,6 <b>b</b>	0,389 <b>bc</b>
Testigo2°Cul.	6,8 <b>a</b>	18,0 <b>a</b>	0,380 <b>a</b>	6,1 <b>a</b>	15,2 <b>a</b>	0,402 <b>a</b>
PyMezcla2°Cul.	5,0 <b>c</b>	13,7 <b>c</b>	0,360 <b>c</b>	4,6 <b>c</b>	12,2 <b>c</b>	0,377 <b>d</b>

Los códigos reflejan las variables siguientes: Testigo no inoculado sobre sacos nuevos (Testigo); Cultivo sobre sacos nuevos inoculados con *P. aphanidermatum*. (PyMezcla); Cultivo sobre sacos viejos inoculados con *P. aphanidermatum* y tratados periódicamente con el fungicida (PyMezcla2°CulFun.); Testigo no inoculado sobre sacos usados en la campaña anterior (Testigo2°Cul.); Cultivo sobre sacos viejos e inoculados con *P. aphanidermatum* en la anterior campaña (PyMezcla2°Cul.).

<sup>u</sup> Pr. Total: Producción Total (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>v</sup> N.F.T.: Número de frutos de la producción total. <sup>w</sup> P.M.F.T.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg). <sup>x</sup> Pr. Com.: Producción comercial (kg planta<sup>-1</sup>). <sup>y</sup> N.F.C.: Número de frutos de la producción comercial. <sup>z</sup> P.M.F.C.: Peso medio de los de frutos de la producción total (kg).

tran reflejados en el Cuadro 10. El poder patógeno de *P. aphanidermatum* se manifestó también por las mermas de cosecha producidas con respecto a la producción de los respectivos testigos no inoculados. El aislado PyMezcla disminuyó la producción total un 25,7% y la comercial un 25,4%, al compararlo con el testigo sobre sacos nuevos no inoculados. Las mermas de cosecha obser-

vadas en los sacos reutilizados y contaminados con respecto a los reutilizados y no contaminados fueron del 26,5% para la producción total y del 24,6% para la comercial.

La utilización del fungicida (PyMezcla2°CulFun.) aumentó la producción total con respecto a su homólogo no tratado (PyMezcla2°Cul.) un 12,3%, y la comercial un 13,2%. Sin embargo su uso no fue capaz de

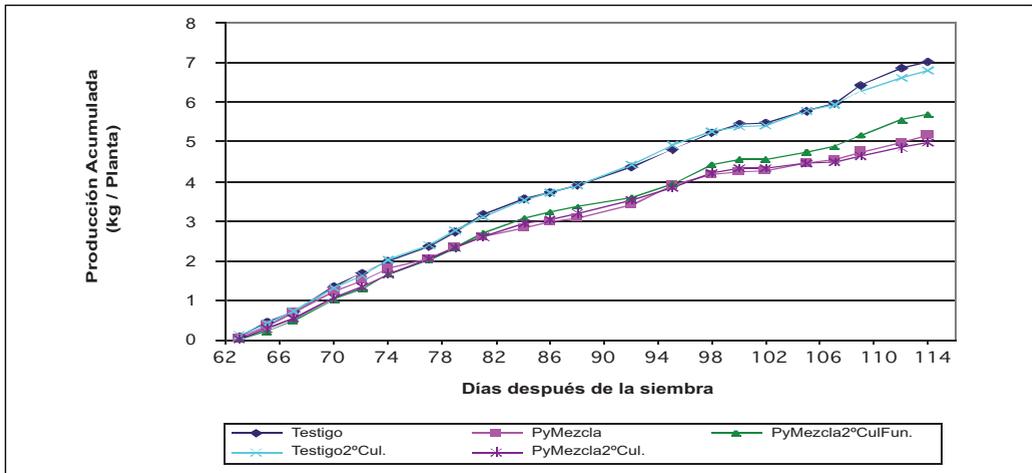


Figura 3. Influencia de la reutilización del sustrato y de la aplicación del fungicida propamocarb en la severidad de la enfermedad causada por *P. aphanidermatum* sobre plantas de pepino cv. Nevada en primavera. Evolución de la producción total acumulada, en parcelas con sacos nuevos de sustrato (Testigo), con sacos nuevos inoculados (PyMezcla), sobre sacos contaminados de un cultivo anterior tratados (PyMezcla2°CulFun.) y no tratados con fungicida (PyMezcla2°Cul.) y sobre parcelas no inoculadas en sacos de segundo cultivo (Testigo2°Cul.)

impedir totalmente la acción del patógeno, ya que las parcelas con sacos contaminados tratadas con el fungicida produjeron un 16,2% y 13,1% menos, para la producción total y comercial, respectivamente, que las parcelas de sacos reutilizados y no contaminados. Las mermas de cosecha fueron debidas a las diferencias entre el número de frutos producidos y al peso medio de éstos.

Por otra parte, las producciones obtenidas en las parcelas con sacos nuevos o reutilizados no contaminados con el patógeno fueron muy similares. Con sacos nuevos, las producciones totales y comerciales fueron de 7,0 y de 6,3 kg planta<sup>-1</sup>, mientras que en los sacos reutilizados fueron de 6,8 y 6,1 kg planta<sup>-1</sup>, ambos respectivamente.

## DISCUSIÓN

El poder patógeno de *P. aphanidermatum* sobre plantas adultas se puso de manifiesto en todos los experimentos realizados. Los síntomas causados, de necrosis de la base del tallo, marchitamiento de las hojas, ne-

crosis del sistema radicular y muerte de las plantas, coinciden con los observados en los invernaderos prospectados y con los descritos por otros investigadores para otras áreas y sistemas de cultivo (MESSIAEN y LAFON, 1970; RODRÍGUEZ, 1978; BLANCARD *et al.*, 1991). Los dos inóculos utilizados en nuestros experimentos, el aislado Py-10 y la mezcla de ocho aislados, mostraron una agresividad parecida, causando síntomas en un alto porcentaje de las plantas inoculadas. A pesar de que no causaron una mortandad muy elevada cuando se inocularon en otoño, ambos produjeron una significativa merma de la producción. La mortandad observada parece coincidir en buena medida con las estimaciones de la enfermedad obtenidas en las prospecciones de campo, donde el porcentaje de plantas muertas observado alcanzó en casos aislados al 7%.

El síntoma de necrosis en la base del tallo, observado generalmente a partir de los diez días posteriores a la inoculación, dependió del estadio de la planta al inocular. Mientras que las plantas inoculadas con cuatro hojas verdaderas mostraron mayoritariamente ne-

crisis de la base del tallo, las plantas inoculadas al iniciar la recolección de frutos no mostraron, por lo menos de forma masiva, dicho síntoma. Tras la inoculación, las plantas de las parcelas inoculadas con cuatro hojas verdaderas parecieron crecer más lentamente que las otras, mostrando menor vigor, tamaño de hojas y volumen foliar. Por el contrario, un porcentaje, en ocasiones importante, de las plantas inoculadas con *P. aphanidermatum* al inicio de la recolección mostraron un marchitamiento reversible. Marchitamiento, que fue más o menos grave y generalizado, según días y momentos del día, pareciendo depender de la temperatura del ambiente y de la radiación solar. Una hipótesis para explicar estas diferencias entre los síntomas, sería que al inocularse las plantas con cuatro hojas, el sistema radicular resulta precozmente infectado y parcialmente necrosado por el patógeno, formándose una planta con biomasa reducida en comparación con las plantas no inoculadas, y manteniendo un equilibrio entre su sistema radicular necrosado y su volumen foliar. Este equilibrio también se da en las plantas no inoculadas, con un sistema radicular sin necrosis, dando lugar a plantas de mayor crecimiento, vigor y volumen foliar. Equilibrio que se altera, cuando las plantas se inoculan al comienzo de la recolección de los primeros frutos y el patógeno produce la necrosis parcial del sistema radicular.

En aquellos experimentos en los que los porcentajes de marchitez fueron moderados o elevados, se pudo observar que éstos variaron con respecto a la situación de los diferentes bloques del experimento, sobre todo entre el bloque situado más al sur y los dos situados en la parte norte del invernadero. Estas diferencias estuvieron correlacionadas con las diferencias de radiación solar observadas entre los diferentes bloques diseñados para el experimento (GÓMEZ, sin publicar). El poder patógeno de *P. aphanidermatum* se manifestó siempre por las necrosis que ocasionó en el sistema radicular. Todas las parcelas inoculadas con el hongo, independientemente del aislado utilizado, de

la dosis de riego, del estadio de las plantas en el momento de la inoculación, o de que estuviesen o no tratadas con el fungicida, manifestaron necrosis importantes de las raíces, en comparación con sus respectivos testigos no inoculados. Sin embargo, y aunque aquéllas fueron en ocasiones muy importantes, no siempre se tradujeron en síntomas generalizados de las plantas como por ejemplo, la marchitez de las mismas. La severidad de las necrosis del sistema radicular no dependió del aislado utilizado, pero sí varió, en alguno de los experimentos, con la dosis de riego utilizada, con la aplicación del fungicida, con el estadio de las plantas en el momento de la inoculación y con la situación de las plantas en los diferentes bloques dentro del invernadero.

Los cambios de susceptibilidad frente a los ataques de *Pythium* de las plantas pertenecientes a las cucurbitáceas a lo largo de su ciclo vegetativo, referidos por BLANCARD *et al.* (1991), se pusieron también de manifiesto en nuestros experimentos. Además de la ya conocida susceptibilidad de las plántulas y de plantas jóvenes con una importante carga de frutos, o de las plantas adultas al sufrir diversos estreses climáticos o agronómicos (BLANCARD *et al.*, 1991), se podrían añadir, por lo menos para el cultivo del pepino, las plantas al inicio de la recolección. Aunque dicha susceptibilidad no se produjo, de forma lineal, para todos y cada uno de los síntomas de la enfermedad. Mientras que las plantas inoculadas al inicio de la recolección de frutos fueron más susceptibles al patógeno que las inoculadas con cuatro hojas verdaderas al observar el porcentaje de plantas que sufrieron marchitez, no lo fueron si consideramos otro de los síntomas de la enfermedad, el de la necrosis en la base del tallo. Tanto la producción total, como la comercial acumulada de frutos fue siempre inferior en las parcelas inoculadas con el hongo que en las parcelas no inoculadas, si bien estas diferencias, no fueron siempre estadísticamente significativas en todos los experimentos realizados en otoño.

La diferente susceptibilidad de algunos cultivares de pepino frente al patógeno se pudo detectar sólo, cuando las plantas se inocularon en estado de cuatro hojas. En esta situación el cv. Virginia se mostró más susceptible que los cvs. Nevada y Marumba. Estos resultados, contrastan con los obtenidos al inocular las plántulas en estado de cotiledones, y se asemejan a los obtenidos por RODRÍGUEZ (1980), que encuentra pequeñas diferencias de susceptibilidad entre una larga lista de cultivares. En ausencia del patógeno, no existieron diferencias entre las producciones totales o comerciales acumuladas de los tres cultivares utilizados.

Con respecto a la patogenicidad de *P. aphanidermatum* en primavera, el porcentaje de las plantas que mostró síntomas de necrosis en la base del tallo fue menor que el observado en los experimentos de otoño cuando el patógeno se inoculó sobre plantas con cuatro hojas. Posiblemente, la inoculación en un estadio más avanzado de las plantas, con seis hojas, o las condiciones ambientales que se produjeron en los días posteriores a la inoculación, pudieron limitar la expresión de este síntoma. Por el contrario, la mortandad que produjo fue algo mayor que la observada en el otoño, sobre todo, en las parcelas con sacos de perlita contaminados y reutilizados (20,8%). Las diferencias con respecto a las de las parcelas con sacos nuevos inoculados, podrían ser debidas a las diferentes cantidades de inóculo del hongo entre los sustratos de ambos tratamientos. De todas formas, al no existir diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos, podría deducirse que el método de inoculación utilizado en nuestros experimentos parece válido y representativo para reproducir la enfermedad, de la manera que ocurre en las explotaciones comerciales. La mayor severidad de la enfermedad causada por *P. aphanidermatum* en el experimento realizado durante la primavera, en comparación con los daños ocasionados en los de otoño, son coincidentes con los resultados obtenidos en los experimentos realizados con plántulas y con los

realizados por otros equipos, confirmando que las temperaturas superiores a los 25 y 30°C son muy favorables para la expresión de la enfermedad (GOLD y STANGHELLINI, 1985; BLANCARD *et al.*, 1991).

La situación de los bloques en el invernadero influyó, como era de esperar, para las variables relativas a la producción de frutos, pero también tuvo influencia en la severidad de los síntomas ocasionados por el patógeno. Todos los síntomas valorados, la necrosis en la base del tallo, la marchitez reversible de las plantas, las necrosis radiculares y el porcentaje de mortandad, fueron más patentes en los bloques situados en el sur del invernadero, que en los del norte.

La utilización de forma sistemática del fungicida propamocarb no eliminó siempre el marchitamiento reversible de las plantas en las horas cálidas del día, no impidió la necrosis del sistema radicular, ni tampoco, las significativas mermas en la producción total y comercial acumulada, cuando el patógeno tuvo en primavera, condiciones favorables para causar enfermedad. Las pérdidas de producción en las parcelas dispuestas con sacos reutilizados y contaminados, tratadas y no tratadas con el fungicida, fueron del 18,6% y del 28,6%, respectivamente, al compararlas con la producción las parcelas con sacos reutilizados y no contaminados. Sin embargo, el fungicida inhibió totalmente el síntoma de necrosis en el hipocotilo y la mortandad de las plantas, y aumentó hasta un 15,0% la producción, con respecto a las parcelas contaminadas con el patógeno y no tratadas con el fungicida. Y además, cuando el fungicida se utilizó sobre las plantas en ausencia del patógeno, no produjo ningún síntoma de fitotoxicidad, ni tampoco redujo la producción. Por ello, a la falta de fitotoxicidad del mencionado fungicida para tratamientos sobre plántulas, que ya habían puesto de manifiesto algunos investigadores (RODRÍGUEZ, 1980), se le puede añadir también la falta de fitotoxicidad del producto sobre las plantas adultas de pepino, incluso cuando se utiliza de forma sistemática durante el cultivo. A pesar de esto, los resulta-

dos obtenidos con el conjunto de los experimentos realizados, parecen indicar que es más económico y conveniente impedir la entrada del patógeno en la explotación, cuidando lo más posible las fuentes de entrada del patógeno, que recurrir a tratamientos preventivos que, incluso en ausencia del patógeno, realizaron prácticamente la totalidad de los responsables de las explotaciones comerciales prospectadas.

Las mermas de producción ocasionadas por el patógeno estuvieron comprendidas entre el 16,0 y el 23% en otoño, mientras que fueron superiores al 28% en primavera. Dado que éste ocasiona síntomas generalizados irreversibles a un número menor de plantas que mermas de cosecha ocasiona, se podría decir que a nivel general, *P. aphanidermatum* produce una enfermedad subclínica en el cultivo. Enfermedad subclínica ya ha sido citada para otra especie de *Pythium*, *P. dissotocum* cuando infecta a los pelos absorbentes de la lechuga cultivada fuera de suelo (STAGHELLINI y KRONLAND, 1986).

La reutilización del saco de perlita, cuando éste no estuvo contaminado por *P. aphanidermatum*, no influyó de forma negativa sobre la producción de frutos. En el experimento de primavera, no existieron diferencias significativas entre las producciones obtenidas en los sacos de sustrato nuevos y los de segundo cultivo o reutilizados.

Las interacciones estadísticamente significativas que se observaron en algunos experimentos entre el factor "aislados" y los factores "fungicida" y "cultivar", para las variables relativas a los síntomas, fueron lógicas, ya que el fungicida sólo mostró su efecto de inhibición de síntomas y los cultivares mostraron síntomas cuando las plantas se inocularon.

Y ya por último, el uso de una dosis doble de agua, con respecto a la que podría considerarse como normal para el pepino con agua de buena calidad, no ha producido en los experimentos realizados, un aumento

importante en la severidad de la enfermedad. Los síntomas ocasionados por *P. aphanidermatum* no fueron más marcados en las parcelas regadas con doble dosis de agua, ni tampoco fueron significativamente diferentes las producciones obtenidas. A pesar de ello, no parece razonable extrapolar éstos resultados a otras condiciones de cultivo, por ejemplo, cuando los sacos de perlita sean varias veces reutilizados, ya que las raíces remanentes de los cultivos anteriores podrían modificar la estructura físico-química y el contenido en materia orgánica del sustrato. Sin embargo, los resultados obtenidos sí parecen poder afirmar que, no en todas las condiciones de cultivo, un exceso en la dosis de riego tiene por qué producir, forzosamente, un aumento en la severidad de la enfermedad, en contra de lo que quizás se especule o afirme con cierta asiduidad por una mayoría de los técnicos asesores de las explotaciones de los cultivos sin suelo del sudeste andaluz. A pesar de esto, si conviene tener en cuenta que al utilizar una dosis de riego mayor que la consumida por las plantas, aparte del lógico perjuicio económico, podríamos estar favoreciendo la diseminación del patógeno de una planta a otra, hecho que no se ha podido valorar en nuestros experimentos por la metodología utilizada, ya que se inocularon todas las plantas de una parcela concreta.

## AGRADECIMIENTOS

A Josefina Ros Orta por su imprescindible trabajo tanto en los experimentos de campo como en los de laboratorio. Los estudios se han realizado fundamentalmente con financiación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, otorgada al proyecto de investigación n<sup>o</sup> SC95-076, titulado: Enfermedades causadas por hongos de suelo en tomate, pepino y sandía sobre sustratos.

## ABSTRACT

GÓMEZ, J., J. M<sup>a</sup> MELERO. 2011. Pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* on cucumber adult plant in soilless crops: II Influence of agricultural practices on the disease. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 225-249.

The pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* on adult plants was always reveal caused necrosis by the root system and sometimes, hypocotyls necrosis, wilting, death of plants and production losses.

Hypocotyls necrosis was observed in a high percentage of plants, only when inoculated with four leaves, whereas when inoculated at the beginning of harvest, showed him infrequently. Not always the pathogen resulted in the death of plants, and, despite the significant necrosis caused the root system, they were not always reflected in a significant fruit production. The use of a double dose of water not resulted in increased aggressiveness of the fungus and it affected the crop production. The use of the fungicide propamocarb inhibited the appearance of symptoms of hypocotyls necrosis and plant death, although not always eliminated reversible wilting of plants, nor prevent necrosis of the root system. Moreover, we verified the absence of phytotoxicity of the fungicide in the form used.

**Key words:** Epidemiology, *Cucumis sativus*, irrigation, control.

## REFERENCIAS

- BLANCARD D., LECOQ H., PITRAT M. 1991. Maladies des Cucurbitacées. Observer, Identifier, Lutter. Ed. INRA. 301 pp.
- BLANCARD, D., RAFIN, C., CHAMONT, S., TIRILLY, Y., JAILLOUX, F. 1992. Phénomène de perte de racines en culture hors sol. Rôle des *Pythium* spp. PHM, **329**: 35-45.
- CÉSPEDES A. J., GARCÍA M.C., PÉREZ J.J., CUADRADO I.M. 2009. Caracterización de la explotación hortícola protegida de Almería. Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (FIAPA), Almería. 177 pp.
- COUTEAUDIER, Y., LEMANCEAU, P. 1989. Culture hors-sol et maladies parasitaires. P.H.M., **301**: 9-17.
- GOLD, S.E., STAGHELLINI, M. E. 1985. Effect of temperature on *Pythium* root rot of spinach grown under hydroponic conditions. *Phytopathology*, **75**: 333-337.
- GÓMEZ, J. 2001. Consideraciones sobre la sanidad de los cultivos hortícolas sobre sustratos. V Jornadas de sustratos de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Noviembre 2000. Almería. Actas de Horticultura, **32**: 191-207.
- HENDRIX, F.F., CAMPBELL, W.A. 1973. *Pythium* as plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, **11**: 78-98.
- MESSIAEN, C.M., LAFON, R. 1970. Les maladies des plantes maraichères. 2<sup>a</sup> edit. Ed.:INRA. Paris. 441 pp.
- PAULITZ, T.C. 1997. Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic systems. *HortScience*, **32** (2): 193-195.
- RODRÍGUEZ, R. 1978. Investigación sobre el agente causal de "la Cinturilla" (Damping-off) y marchitamiento de plantas de pepinos cultivadas en invernadero. *Xoba*, **1** (3): 162-166.
- RODRÍGUEZ, R. 1980. *Pythium butleri* Subramanian aislado de plantitas de pepinos con "Damping-off" ("Cinturilla"). *Xoba*, **3** (3): 142-148.
- SANJUAN, J.F. 2007. Detección de la superficie invernada en la provincia de Almería a través de imágenes ASTER. Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (FIAPA), Almería.
- STANGHELLINI, M.E., RASMUSSEN, S.L. 1994. Hydroponics. A solution for zoospore pathogens. *Plant Disease*, **78**: 1129-1138.
- ZINNEN, T.M. 1988. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. *Plant Disease*, **72**: 96-99.

(Recepción: 15 abril 2011)  
(Aceptación: 3 octubre 2011)