

Patogenia de *Pythium aphanidermatum* y *Pythium* spp. sobre plántulas de pepino: I Influencia del cultivar y del sustrato en la gravedad de la enfermedad

J. GÓMEZ, J. M^a MELERO

Prospecciones realizadas en un total de 64 invernaderos situados en las provincias de Almería y Granada durante cuatro años consecutivos, indicaron que los daños debidos a enfermedades causadas por hongos de suelo en pepino largo, a pesar de estar éstas bastante extendidas, no fueron excesivamente cuantiosos. Las enfermedades bióticas estuvieron siempre asociadas a *Pythium* spp. Dos de las especies aisladas: *Pythium aphanidermatum*, el más frecuentemente aislado, y *P. irregulare*, demostraron su poder patógeno sobre plántulas de pepino.

El poder patógeno de *P. aphanidermatum* sobre plántulas se puso siempre de manifiesto causando necrosis del hipocotilo, marchitez y muerte de las mismas, con independencia del cultivar utilizado. Todos los aislados ensayados resultaron patógenos, aunque en algunos experimentos se pudieron apreciar diferencias de agresividad entre ellos.

Con respecto a los sustratos usados, el compuesto por una mezcla de turbas fue el menos conductivo de la enfermedad, mientras que el sustrato que intentaba simular a un suelo de invernadero, realizado mezclando arena, tierra y turba no fue menos conductivo que los tres sustratos inertes utilizados: perlita, vermiculita y lana de roca.

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

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

Palabras clave: epidemiología, *Cucumis sativus*, *P. irregulare*, *P. ultimum*.

INTRODUCCIÓN

La agricultura intensiva dedicada a la producción hortícola se ha desarrollado extraordinariamente durante los últimos 40 años en el litoral mediterráneo español. En la actualidad, y sólo en la provincia de Almería, existe una superficie invernada que se estima en 25 902 ha, con un coeficiente de intensidad de cultivo cercano al 1,5 (SANJUÁN, 2007). Durante los últimos 20 años, se observa además un interés creciente por el cultivo de hortalizas en sustratos, estimándose que la superficie dedicada a estos cultivos en dicha provincia puede alcanzar actualmente las 5.300 ha, siendo los

dos sustratos más frecuentemente utilizados, perlita y lana de roca (CÉSPEDES *et al.*, 2009). El pepino largo (*Cucumis sativus* L.) es ampliamente cultivado en las provincias de Granada y Almería, la superficie dedicada en 2007 se estimó en 5 536 ha (Anónimo, 2008).

Las plántulas de pepino son susceptibles a *Pythium aphanidermatum*, *P. ultimum*, *P. myriotylum*, *P. debaryanum*, *P. irregulare*, *P. coloratum* y a *Pythium* pertenecientes a los grupos "G" y "F". Los síntomas que pueden causar son: disminución o retraso del crecimiento, marchitamiento, necrosis con o sin podredumbre de la base del tallo y del sistema radicular y muerte de las plántu-

las. Los daños ocasionados en inoculaciones artificiales varían desde muy graves (pérdidas del 100% de las plantas), hasta pequeñas necrosis en el sistema radicular. Los síntomas dependen de las especies implicadas, de la agresividad de los aislados, de las variedades utilizadas, de los sistemas de cultivo y de las condiciones ambientales (MESSIAEN y LAFON, 1970; JENKINS y AVERRE, 1983; FAVRIN *et al.*, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992; MESSIAEN *et al.*, 1995). La especie fitopatogena más importante en las diferentes áreas de cultivos parece ser *P. aphanidermatum*, que causa daños importantes con temperaturas superiores a los 25° C. Otras por el contrario, como *P. ultimum*, los causan en invernaderos sin calefacción cuando las temperaturas descienden por debajo de los 15° C. (MESSIAEN y LAFON, 1970; GOLD y STANGHELLINI, 1985; BLANCARD *et al.*, 1991; MESSIAEN *et al.*, 1995).

La muerte de plántulas de pepino largo es un síntoma muy común en los invernaderos de la costa mediterránea andaluza, cuando las semillas se siembran o las plántulas se trasplantan en el suelo o sobre sustratos reutilizados (GÓMEZ, 2001). En trabajos anteriores dos especies fueron capaces de reproducir sobre plantas el síndrome observado: *Rhizoctonia solani* y *P. aphanidermatum* (TELLO *et al.*, 1991).

Los objetivos del estudio realizado fueron evaluar la importancia y distribución de las enfermedades de las raíces y de la base del tallo del pepino en el sureste andaluz, estudiar el poder patógeno de varios aislados de *Pythium* spp., obtenidos en las prospecciones realizadas o de la micoteca del IFAPA-La Mojonera, sobre plántulas y valorar la influencia del cultivar y del sustrato de cultivo en la patogenicidad de *P. aphanidermatum*.

MATERIAL Y MÉTODOS

a) De las prospecciones y de los análisis de las plantas enfermas. Para evaluar la importancia y distribución de las enfermedades causadas por hongos de suelo en los

cultivos de pepino fuera de suelo del sureste andaluz se realizó una prospección en explotaciones comerciales situadas en las provincias de Almería y Granada. En cuatro años consecutivos se visitaron 64 invernaderos, anotándose la superficie cultivada, el sistema de cultivo y cultivar utilizado, la edad del sustrato, calidad y sistema de almacenamiento del agua utilizada para el riego y, en el caso de detectar plantas enfermas, descripción de los síntomas observados, distribución de las plantas enfermas y estimación de la mortandad.

Las partes dañadas de las plantas enfermas se lavaron con agua del grifo hasta eliminar todo vestigio visible de sustrato y otras impurezas, y se dejaron secar sobre papel de filtro a temperatura ambiente del laboratorio. Se analizaron, generalmente, tres tipos de muestras: 1) de tallos, que estaban constituidas por 15-20 cm de éstos, cortados a partir de 40 cm sobre la base de las plantas 2) de la zona del hipocotilo y 3) de parte del sistema radicular. Las detecciones de los hongos en las muestras se realizaron mediante la siembra de las diferentes zonas afectadas sobre medios de cultivo, la utilización de trampas vegetales y la observación de las muestras del material vegetal enfermo bajo la lupa y microscopio óptico. El análisis microbiológico para hongos se realizó, según las necesidades, en los siguientes medios de cultivo: agar de patata glucosado (PDA) (RAPILLY, 1968), que fue modificado en ocasiones para evitar enmascaramientos bacterianos, añadiéndole 50 ppm de sulfato de estreptomina; medio agar, patata y zanahoria (PZA) según la receta de VAN DER PLAATS-NITERINK (1981) y un medio selectivo (P) para *Phytophthora* y *Pythium* descrito por PONCHET *et al.* (1972). Para la detección de hongos vasculares se analizó un material compuesto por tallos, lavados y flameados suavemente con alcohol, cortando secciones transversales de 0,5 cm aproximadamente y colocándolos sobre medio de cultivo PDA. Para la detección de los hongos asociados a las raíces o al hipocotilo, se cortaron porciones de ambas zonas de las

plantas enfermas, y después de lavadas y secadas en papel de filtro, se sembraron sobre medio de cultivo PDA, PZA y P. Para detectar la presencia de *Pythium* spp. o *Phytophthora* spp. se emplearon técnicas basadas en la utilización de “trampas vegetales” con pétalos inmaduros de clavel. Las incubaciones se hicieron en estufa a 25° C. Las lecturas se realizaron a partir de las 48 horas y hasta los siete días, mediante la observación por microscopía óptica. Los aislados obtenidos de las plantas enfermas, una vez purificados mediante el aislamiento de punta de hifa y clasificados de forma preliminar, fueron mantenidos por transferencias sucesivas efectuadas sobre medios de cultivo con una periodicidad trimestral, y además, conservados en tubos con medios de cultivos cubiertos con aceite de vaselina estéril y a la temperatura de 4-8° C. La taxonomía del género *Pythium* se realizó de acuerdo con VAN DER PLAATS-NITERINK (1981).

b) De los experimentos de patogenia sobre plántulas. Todos los experimentos se realizaron en un invernadero multitúnel de ambiente semicontrolado con cubierta de placas de metacrilato y dotado de ventilación lateral, de calefacción por aire caliente, de refrigeración por pantalla de evaporación de agua y de automatismos para su gestión. Con estos sistemas las temperaturas se mantuvieron en rango comprendido entre los 32° C grados de máxima y los 10° C de mínima.

1) Poder patógeno de *Pythium* spp. Para evaluar el poder patógeno de algunos de los aislados de *Pythium* spp. obtenidos en la prospección o de la micoteca del IFAPA de Almería sobre plántulas se realizaron dos experimentos, uno en invierno y otro en primavera, con idea de abarcar diferentes condiciones ambientales. Se inocularon plántulas en estado de cotiledones con los veinte aislados siguientes: Py-14, Py-20, Py-5, Py-29, Py-58, Py-116, Py-74, Py-77, Py-32, Py-41, Py-110, Py-112, Py-118, Py-124, Py-22, Py-23, Py-52, Py-53, Py-35 y Py-67. De éstos, cuatro fueron clasificados como *P. irregulare*, dos como *P. aphanidermatum*,

dos como *Pythium* “Grupo F”, dos como “Grupo T”, dos como “Grupo P”, cuatro como “Grupo G”, mientras que los otros cuatro no pudieron ser clasificados. El código asignado, especie vegetal de la que se aisló, encuadre taxonómico y sitio de procedencia se encuentran reflejados en el Cuadro 1. La siembra de pepino cv. Nevada se realizó a primeros de diciembre en invierno y a mediados de mayo en primavera, directamente con semillas pregerminadas sobre los contenedores de 1 L de capacidad rellenos con vermiculita. Se inocularon nueve plántulas con cada uno de los aislados, repartidas en tres contenedores. Como testigos sirvieron nueve plántulas del cultivar Nevada sin inocular. Las inoculaciones con los aislados seleccionados se realizaron 13 y 6 días después de las siembras (dds), para los experimentos de invierno y primavera, respectivamente, cuando las plantas se encontraban en el estado de cotiledones. El inóculo estuvo compuesto por un triturado en 300 mL de agua destilada del cultivo puro del aislado a ensayar crecido hasta quedar la placa de Petri de 90 mm de diámetro, con 20 mL de medio de cultivo PZA, completamente cubierta por la colonia fúngica. Cada contenedor se inoculó con 100 mL del triturado. Las concentraciones de inóculo para *P. aphanidermatum* estuvieron comprendidas entre 10² y 5.0 x 10² UFC mL⁻¹. Durante los experimentos se realizaron dos observaciones semanales de los síntomas aparecidos, fundamentalmente, marchitez y muerte de las plantas. Los experimentos se finalizaron el 20 de enero y el 12 de junio, para los experimentos de invierno y de primavera, respectivamente.

2) Influencia del cultivar en el poder patógeno de *P. aphanidermatum*. Para evaluar la patogenia de *P. aphanidermatum* sobre plántulas de diferentes cultivares de pepino se inocularon plántulas pertenecientes a los cvs. Alaska, Brunex, Corona, Marumba, Nevada y Virginia. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con 10 repeticiones, con parcelas elementales de una plántula de cada cultivar. La

Cuadro 1. Aislados de *Pythium* spp. inoculados sobre plántulas de pepino en los experimentos de invierno y primavera

Aislado	Procedencia	Especie	Sustrato
Py-5	Tomate	Grupo F	Lana
Py-14	Pepino	<i>P. irregulare</i>	Lana
Py-20	Pepino	<i>P. irregulare</i>	Lana
Py-22	Melón	Sin clasificar	Turba
Py-23	Sandía	Sin clasificar	Turba
Py-29	Melón	Grupo F	Lana
Py-32	Melón	Grupo P	Lana
Py-35	Sandía	<i>P. aphanidermatum</i>	Perlita
Py-41	Sandía	Grupo P	Lana
Py-52	Tomate	<i>P. irregulare</i>	Perlita
Py-53	Tomate	<i>P. irregulare</i>	Perlita
Py-58	Melón	Grupo T	Lana
Py-67	Pepino	<i>P. aphanidermatum</i>	Perlita
Py-74	Pepino	Sin clasificar	Perlita
Py-77	Pepino	Sin clasificar	Perlita
Py-110	Agua	Grupo G	Embalse
Py-112	Agua	Grupo G	Embalse
Py-116	Agua	Grupo T	Embalse
Py-118	Agua	Grupo G	Embalse
Py-124	Agua	Grupo G	Embalse

siembra de los diferentes cultivares de pepino se realizó a mediados de mayo, directamente con semillas pregerminadas sobre los contenedores rellenos con vermiculita. La inoculación se realizó seis días, cuando las plantas se encontraban en estado de cotiledones, con una mezcla de los ocho aislados (PyMezcla) de *P. aphanidermatum* siguientes: Py-10, Py-11, Py-12, Py-13, Py-15, Py-16, Py-17 y Py-18, Todos los aislados se habían obtenido de la base del tallo de las plantas sobre sistemas de cultivo sin suelo. El método de inoculación fue similar al especificado en el apartado anterior, triturando cada placa de Petri en 500 mL y utilizando 50 mL del triturado para cada plántula. Como testigos sirvieron diez plántulas del cv. Nevada sin inocular. Durante el experimento se realizaron dos observaciones semanales de los síntomas aparecidos, fundamentalmente, marchitez y muerte de las

plantas. El experimento se finalizó 21 días después de la inoculación (ddi).

3) Influencia del sustrato de cultivo en el poder patógeno de *P. aphanidermatum*.

Para evaluar la patogenia de varios aislados de *P. aphanidermatum* y conocer la influencia del sustrato de cultivo en la severidad de la enfermedad se realizaron dos experimentos, uno en otoño y otro en primavera, con idea de abarcar diferentes condiciones ambientales e intentando simular las condiciones de cultivos de pepino realizados en campaña de otoño y de primavera, respectivamente. Para ello se inocularon plántulas en estado de cotiledones con los aislados Py-10, Py-11, Py-16, Py-21, Py-26, Py-35, Py-45, Py-54, Py-67 y Py-72, de *P. aphanidermatum*. El aislado Py-26 se había obtenido de plantas de melón, el Py-35 de sandía y el resto, de plantas adultas de pepino con podredumbre de hipocotilo sobre sistemas de cultivo sin suelo.

Las plántulas fueron cultivadas en cinco sustratos: tres de ellos inertes: lana de roca, perlita y vermiculita; uno orgánico, compuesto de una mezcla de turba rubia y negra; y otro intentando simular un suelo de cultivo, mezclando suelo, turba y arena a partes iguales en volumen. Los dos últimos fueron esterilizados en autoclave durante 30 minutos a 120° C cada uno de tres días consecutivos.

El diseño experimental utilizado fue un factorial completamente aleatorizado de dos factores, con diez niveles para el factor aislado y con cinco para el factor sustrato. Las siembras de pepino se realizaron a finales de octubre en el experimento de otoño y a mediados de abril en el de primavera, en ambos casos directamente con semillas pregerminadas del cv. Nevada y sobre contenedores de 1 L de capacidad rellenos con los diferentes sustratos. Para cada aislado y sustrato se utilizaron diez plantas. Las inoculaciones se realizaron cuando las plantas se encontraban en el estado de cotiledones, ocho y diez dds, para los experimentos de otoño y primavera, respectivamente. El método de inoculación fue el especificado anteriormente. Como testigos sirvieron diez plántulas sin inocular en cada uno de los cinco sustratos utilizados. Durante los dos experimentos, además de las observaciones semanales de los síntomas aparecidos en las plantas, se realizó, al término del cultivo, una valoración de la severidad de la enfermedad anotando como 0 a las plantas sin síntomas y como 4 a las plantas muertas. Los valores intermedios se anotaron según los síntomas observados en el sistema radicular, en la base del tallo o generalizados por toda la planta. Los experimentos se finalizaron a mediados de diciembre y finales de mayo para los experimentos de otoño y primavera, respectivamente.

RESULTADOS

a) De la prospección

La superficie total prospectada fue de 74,35 ha, oscilando el tamaño de las explo-

taciones, desglosadas por situación, sustratos y cultivares entre las 0,25 y 5 ha. Los dos sustratos muestreados fueron perlita, con un 83,86% de la superficie total, y lana de roca, con el 16,14% restante. Los cultivares utilizados en las explotaciones fueron: Aidas, Alaska, Atlanta, Brunex, Corona, Estela, Gredos, Marumba, Morena, Nevada y Virginia. Se detectaron plantas enfermas en 20 de las 64 explotaciones prospectadas. El porcentaje de explotaciones afectadas a lo largo del período de muestreo se puede considerar homogéneo, observándose plantas sintomáticas en el 35,0, 20,0, 33,3 y 44,4% de los invernaderos prospectados durante las cuatro campañas. Sin embargo, el porcentaje de plantas enfermas fue muy reducido. Las valoraciones realizadas sobre los daños en los invernaderos prospectados oscilaron entre porcentajes de plantas enfermas inferiores al 0,5% que no causaron daños económicos apreciables, y el 7% de plantas enfermas. No se encontró asociación entre la detección de plantas enfermas y la conductividad eléctrica o con el sistema de almacenamiento del agua utilizada para el riego. Frecuentemente, las plantas enfermas se detectaron en sustratos recién implantados en el invernadero. Aunque el sustrato se utilizó en pocas ocasiones durante tres años consecutivos, se observaron plantas enfermas en cuatro de las cinco veces en la que se visitaron invernaderos con sustratos de dichas características.

En todos los casos, los síntomas que mostraron las plantas enfermas en los invernaderos prospectados consistieron en necrosis del hipocotilo, con o sin podredumbre, y necrosis del sistema radicular que, en ocasiones, parecían ocasionar la marchitez y muerte de las plantas. *Pythium* spp., se aisló de todas las plantas enfermas analizadas. Generalmente, de cada explotación se intentó seleccionar dos aislados, que fueron posteriormente purificados, conservados, preliminarmente clasificados, y la mayoría de ellos, inoculados. Se conservaron un total de 33 aislados de *Pythium* spp., de los cuales 25 fueron encuadrados como pertenecientes

a *P. aphanidermatum*, dos a *P. irregulare* y cuatro de ellos respondieron a las características de la especie *P. dissotocum* y otros dos no pudieron ser clasificados.

b) De los experimentos de patogenia sobre plántulas

1) **Poder patógeno de *Pythium* spp.** Los resultados sobre la patogenia de *Pythium* spp. sobre plántulas de pepino en época invernal se encuentran reflejados en el Cuadro 2. Nueve de los veinte aislados inoculados provocaron síntomas: Los cuatro de *P. irregulare* (Py-14, Py-20, Py-52 y Py-53), los dos de *P. aphanidermatum* (Py-35 y Py-67) y tres no clasificados, Py-22, Py-23 y Py-74, aislados de melón, sandía y pepino,

respectivamente. Los primeros síntomas se observaron en las plántulas inoculadas con los dos aislados de *P. irregulare* obtenidos de pepino. En la observación realizada a los 14 ddi, ya mostraban síntomas el 88,9 y el 77,8% de las plantas inoculadas con los aislados Py-14 y Py-20, respectivamente. Y cuando se finalizó el experimento, todas las plantas inoculadas con ambos aislados mostraban síntomas, muriendo además, el 55,6% de las plantas inoculadas con el aislado Py-14 y el 88,9%, con el Py-20. Los dos aislados obtenidos de tomate Py-52 y Py-53, causaron síntomas a todas las plantas inoculadas y Py-52 produjo una importante mortandad de plántulas que afectó al 66% de éstas. Aunque todas las plántulas inoculadas con los aislados Py-35 y Py-67 de *P. aphanidermatum* mostraron síntomas, solamente

Cuadro 2. Patogenia de *Pythium* spp. sobre plántulas de pepino cv. Nevada en invierno y primavera

Aislado	Especie	Invierno		Primavera	
		PS ^u	PM ^v	PS ^u	PM ^v
Py-5	Grupo F	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-14	<i>P. irregulare</i>	100,0	55,6	0,0	0,0
Py-20	<i>P. irregulare</i>	100,0	88,9	0,0	0,0
Py-22	Sin clasificar	100,0	100,0	0,0	0,0
Py-23	Sin clasificar	100,0	11,1	0,0	0,0
Py-29	Grupo F	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-32	Grupo P	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-35	<i>P. aphanidermatum</i>	100,0	0,0	100,0	100,0
Py-41	Grupo P	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-52	<i>P. irregulare</i>	100,0	66,7	33,3	33,3
Py-53	<i>P. irregulare</i>	100,0	0,0	0,0	0,0
Py-58	Grupo T	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-67	<i>P. aphanidermatum</i>	100,0	33,3	100,0	100,0
Py-74	Sin clasificar	33,3	0,0	0,0	0,0
Py-77	Sin clasificar	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-110	Grupo G	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-112	Grupo G	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-116	Grupo T	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-118	Grupo G	0,0	0,0	0,0	0,0
Py-124	Grupo G	0,0	0,0	0,0	0,0

^u PS: Porcentaje de plantas sintomáticas. ^v PM: Porcentaje de plantas muertas.

murió un 33% de las plantas inoculadas con el aislado Py-67. También los aislados obtenidos de plantas de melón y de sandía, Py-22 y Py-23 causaron síntomas a todas las plantas inoculadas, ocasionando la muerte del 100% y del 11,1% de las plantas, respectivamente. Los síntomas que se observaron en las plántulas enfermas fueron de podredumbre de la base del tallo, marchitamiento de los cotiledones y muerte. Las plantas testigo no mostraron síntomas.

Los resultados sobre la patogenicidad de *Pythium* spp. sobre plántulas de pepino en primavera se encuentran también reflejados en el Cuadro 2. Solamente tres de los veinte aislados de *Pythium* spp. inoculados provocaron síntomas. La aparición de los primeros síntomas fue muy rápida en las plántulas inoculadas con el aislado de tomate Py-52. En la observación realizada a los tres días de la inoculación, ya mostraban síntomas el 22% y tres días más tarde ya habían muerto el 33% de ellas. Posteriormente ya no se observaron más plantas con síntomas. Los primeros síntomas en las plántulas inoculadas con los aislados Py-35 y Py-67 de *P. aphanidermatum* se observaron a los 6 ddi y ocho días más tarde ya habían muerto todas. Los síntomas que se observaron en las plántulas enfermas fueron de podredumbre de la base del tallo, marchitamiento de los cotiledones y muerte de las plantas. Las plantas testigo no mostraron síntomas.

2) Patogenicidad de *P. aphanidermatum* e influencia del cultivar en la severidad de la enfermedad. Los resultados sobre la patogenicidad de *P. aphanidermatum* y la influencia del cultivar en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino se encuentran reflejados en el Cuadro 3 y en la Figura 1. La inoculación con la mezcla de los ocho aislados de *P. aphanidermatum* ocasionó los síntomas típicos de la enfermedad. En las plantas del testigo no inoculado del cv. Nevada no se detectaron síntomas. El progreso del porcentaje de plantas con síntomas y muertas fue algo más lento en el cv. Nevada que en el resto de los cultivares. Todas las plantas que mostraron síntomas de marchitez acabaron muriendo. Los porcentajes de plantas muertas contabilizados al finalizar el experimento fueron del 90% en el cv. Nevada y del 100% en el resto de los cultivares, no existiendo diferencias significativas.

3) Influencia del sustrato de cultivo en el poder patógeno de *P. aphanidermatum*.

En otoño. Los resultados sobre la patogenicidad de *P. aphanidermatum* y la influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas en otoño se encuentran reflejados en el Cuadro 4 y en las Figuras 2 y 3. Los diez aislados de *P. aphanidermatum* provocaron síntomas sobre las plantas inoculadas, aunque sólo nueve de ellos causaron síntomas que se diferenciaron estadísticamente de los de las plantas del testigo no

Cuadro 3. Patogenicidad de *Pythium aphanidermatum* e influencia del cultivar en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino en primavera

Variedades	PS ^u	PM ^v
Alaska	100,0 a	100,0 a
Corona	100,0 a	100,0 a
Brunex	100,0 a	100,0 a
Marumba	100,0 a	100,0 a
Nevada	90,0 a	90,0 a
Virginia	100,0 a	100,0 a

Valores en cada columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes. ^u PS: Porcentaje de plantas sintomáticas. ^v PM: Porcentaje de plantas muertas.

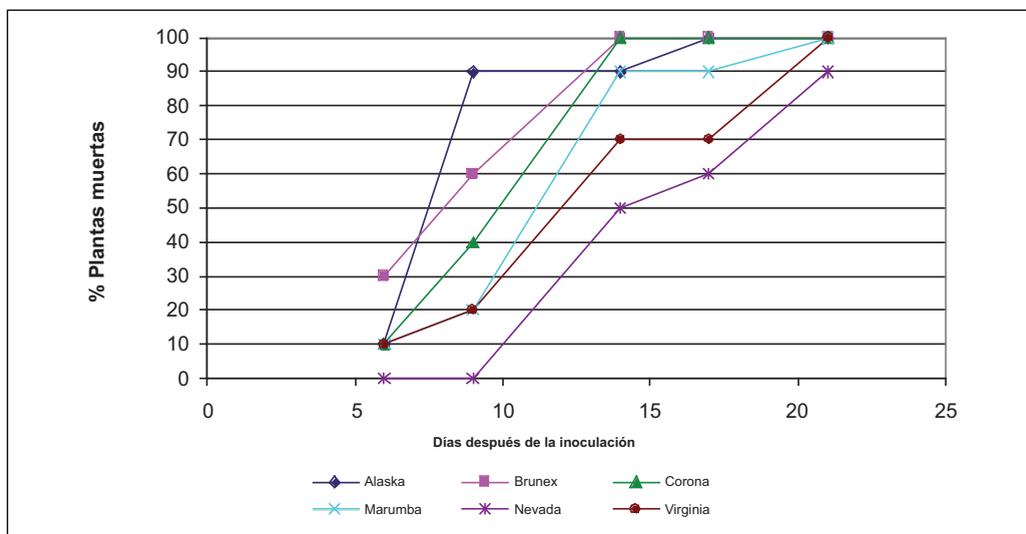
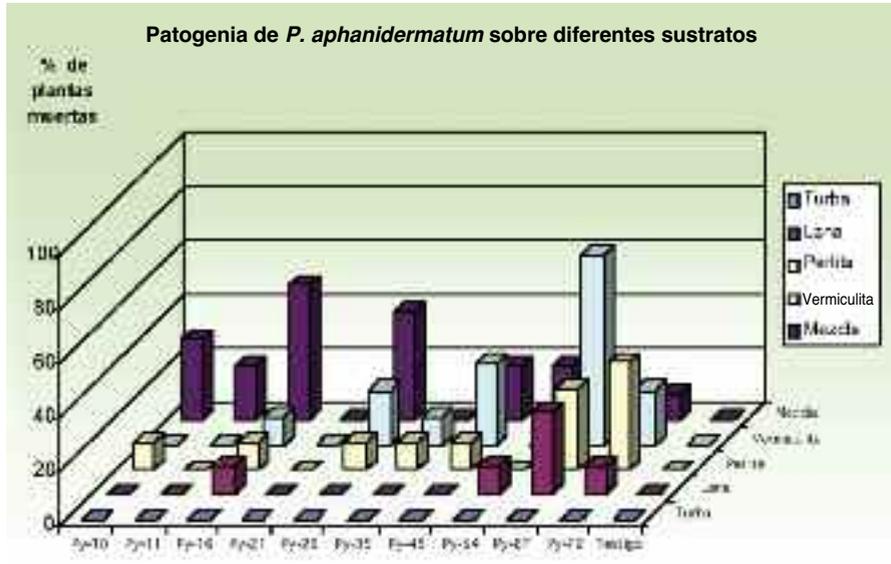


Figura 1. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del cultivar en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en primavera. Progreso temporal de plantas muertas

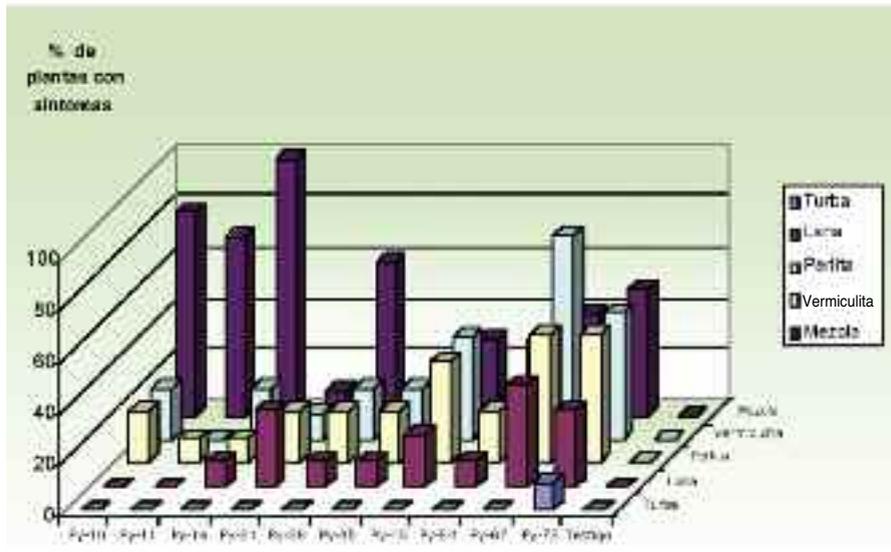
Cuadro 4. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en otoño

Factores	Niveles	Serendidad ^u	PS ^v (%)	PM ^w (%)
Aislados	Py-10	0,72 cde	24	8
	Py-11	0,40 ef	16	4
	Py-16	0,92 bc	28	16
	Py-21	0,28 f	14	0
	Py-26	0,64 cde	22	14
	Py-35	0,28 fg	10	4
	Py-45	0,76 cd	26	12
	Py-54	0,44 def	16	6
	Py-67	1,48 a	42	30
	Py-72	1,08 b	38	16
Testigo		0,0 g	0	0
Sustratos	Lana	0,42 c	16	6
	Mezcla	1,24 a	47	21
	Perlita	0,69 b	26	12
	Turba	0,02 d	1	0
	Vermiculita	0,82 b	28	16

^u Para cada factor, valores promedio de la severidad de los síntomas en escala 0-4, seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P=0,05$) conforme a la prueba de la menor diferencia significativa. ^v PS: Porcentaje de plantas sintomáticas. ^w PM: Porcentaje de plantas muertas.



Aislados de *P. aphanidermatum*



Aislados de *P. aphanidermatum*

Figura 2. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en otoño. Porcentajes de plantas con síntomas y muertas

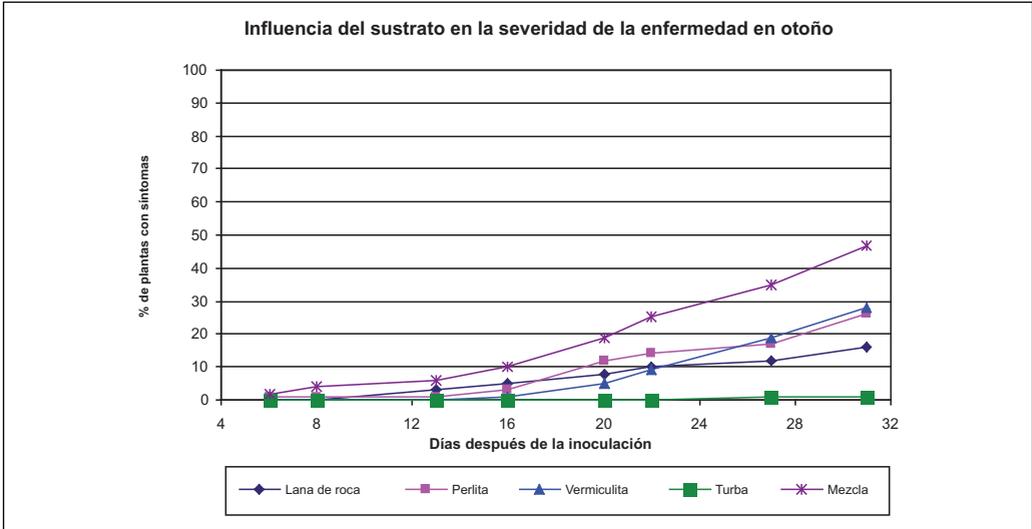


Figura 3. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en otoño. Progreso temporal de plantas con síntomas y muertas

inoculadas. Los primeros síntomas de la enfermedad, consistentes en la necrosis de la base del tallo y el marchitamiento de las plántulas se observaron seis ddi. Al término del experimento, la severidad de la enfermedad en las plantas inoculadas fue de 0,28 a 1,48, según los aislados, mientras que en las plantas del testigo no se observaron síntomas. Los aislados más agresivos fueron Py-67 y Py-72 que ocasionaron síntomas al 42,0% y al 38,0% de las plantas, respectivamente. La mortandad observada fue muy reducida con todos los aislados inoculados; solamente los aislados Py-16, Py-72 y Py-67 causaron la mortandad a más del 15% de las plantas. Todos los aislados de *P. aphanidermatum* inoculados ocasionaron síntomas aunque no todos lo hicieron sobre los cinco sustratos utilizados, manifestando así una interacción entre ambos factores analizados.

También se observaron diferencias entre los sustratos. La severidad de la enfermedad fue prácticamente nula en turba, mientras que la mayor conductividad se produjo en la mezcla de invernadero. El progreso temporal de los porcentajes de plantas con síntomas a

lo largo de las ocho observaciones realizadas durante el experimento se encuentra reflejado en la Figura 3. El sustrato más favorable para el desarrollo de la enfermedad, con índice de severidad de 1,24, fue la mezcla de arena, suelo y turba, que intentaba simular a un suelo de invernadero. Los tres sustratos inertes, lana de roca, perlita y vermiculita, se comportaron de forma parecida con índices comprendidos entre 0,42 y 0,82, conductivos de la enfermedad aunque menos favorables que la mezcla de invernadero. Y por último, la turba se comportó en las condiciones del experimento, con un índice de 0,02, como supresora de la enfermedad.

En primavera. Los resultados sobre la patogenia de *P. aphanidermatum* y la influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas se encuentran reflejados en el Cuadro 5 y en las Figuras 4 y 5. La severidad de los síntomas ocasionada, por cualquiera de los diez aislados de *P. aphanidermatum* inoculados, fue significativamente superior a los de las plantas testigo no inoculadas. Los síntomas que causaron fueron similares a los observados en el ex-

perimento anterior. El progreso de la enfermedad fue muy rápido a lo largo de las seis observaciones realizadas durante el transcurso del experimento. Los primeros síntomas de la enfermedad, consistentes en la necrosis de la base del tallo y el marchitamiento de las plántulas, se observaron cinco ddi. Al término del experimento, los índices de severidad de la enfermedad variaron entre 2,00 y 3,00 según aislados, mientras que en las plantas del testigo no se observaron síntomas. El análisis estadístico reveló también diferencias significativas entre la agresividad mostrada por algunos de los aislados inoculados. Los aislados más agresivos fueron Py-67 y Py-72, con índices de severidad de la enfermedad de 3,0 y de 2,84, respectivamente. Un grupo de cinco aislados compuesto por el Py-35, Py-45, Py-54, Py-16, Py-21 y Py-26 ocasionaron índices de severidad situados alrededor de 2,50. Los aisla-

dos menos agresivos fueron Py-10 y Py-11 con índices de 2,24 y 2,00, respectivamente. Los porcentajes de plantas con síntomas se situaron entre el 64 y el 86%, mientras que los de mortandad, en las parcelas inoculadas al finalizar el experimento, oscilaron entre el 36 y el 66%, dependiendo de los aislados inoculados.

También en este caso se observaron importantes diferencias entre los diferentes sustratos usados. El sustrato más conductivo de la enfermedad fue la vermiculita, con un índice de severidad de 3,02. Le siguieron la mezcla de invernadero y la lana de roca, con índices de 2,71 y 2,64, respectivamente, y después la perlita (2,15). El sustrato menos conductivo volvió a ser la turba (1,11). Todos los aislados de *P. aphanidermatum* provocaron síntomas sobre los cinco sustratos utilizados, y además en algunos casos la interacción entre los factores aislados y sus-

Cuadro 4. **Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en primavera**

Factores	Niveles	Serenidad ^a	PS ^v	PM ^w
Aislados	Py-10	2,24 de	74	46
	Py-11	2,00 e	64	36
	Py-16	2,60 bc	76	54
	Py-21	2,60 bcd	74	56
	Py-26	2,40 cd	68	44
	Py-35	2,64 abc	86	46
	Py-45	2,64 abc	80	52
	Py-54	2,60 abc	84	46
	Py-67	3,00 a	84	66
	Py-72	2,84 ab	84	58
Testigo	0,00 f	0	0	
Sustratos	Lana	2,64 b	87	58
	Mezcla	2,71 b	81	68
	Perlita	2,15 c	84	34
	Turba	1,11 d	45	16
	Vermiculita	3,02 a	90	75

Para cada factor, valores promedio de la severidad de los síntomas en escala 0-4, seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P=0,05$) conforme a la prueba de la menor diferencia significativa. ^v PS: Porcentaje de plantas sintomáticas. ^w PM: Porcentaje de plantas muertas.

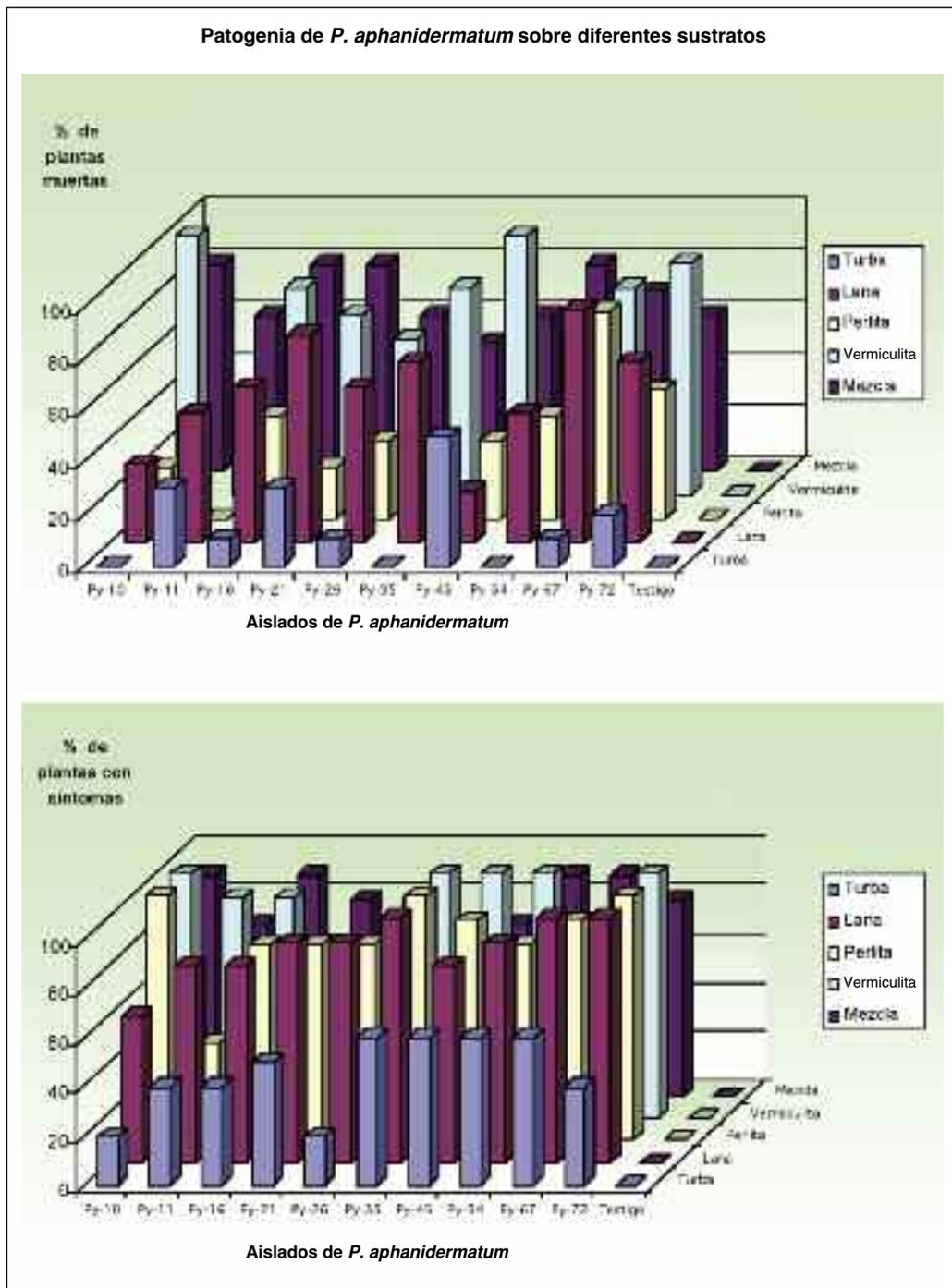


Figura 4. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en primavera. Porcentajes de plantas con síntomas y muertas.

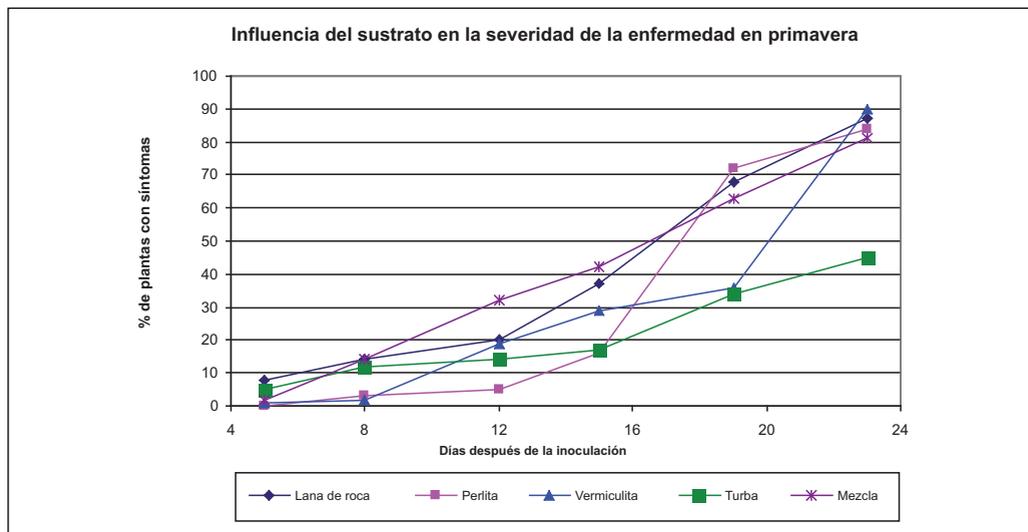


Figura 5. Patogenia de *Pythium aphanidermatum* e influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad sobre plántulas de pepino cv. Nevada en primavera. Progreso temporal de plantas con síntomas y muertas

tratos fue estadísticamente significativa. Al término del experimento, los porcentajes de plantas con síntomas estuvieron comprendidos entre el 81 y el 90% de las inoculadas en todos los sustratos, excepto en turba en el que sólo alcanzó al 45% de las plantas. Los porcentajes de mortandad fueron más variables oscilando en los sustratos utilizados entre el 34 al 75%, excepto en la turba en el que sólo murió el 16% de las plantas.

DISCUSIÓN

Se detectaron plantas enfermas en el 31,3% de las explotaciones comerciales prospectadas, con síntomas de necrosis en la base del tallo y/o en el sistema radicular, que parecía causar a veces la marchitez y muerte. En la mayoría de las ocasiones la gravedad de la enfermedad no implicó daños económicos importantes. La enfermedad fue más grave cuando los síntomas de marchitez y muerte de las plantas comenzaron a manifestarse a los pocos días del trasplante. En general, y después de que el responsable de la explotación realizara va-

rias aplicaciones con fungicidas contra pitia-ceos, la enfermedad solía remitir, y a partir de aquí solamente moría un porcentaje pequeño de plantas. En las prospecciones realizadas no se observaron síntomas de “damping-off” dado que no es frecuente que se realice la siembra directa de las semillas. Aunque la gravedad de las enfermedades en los cultivos de pepino sin suelo en el sudeste andaluz tiene cierta importancia, como parece ocurrir en el sudoeste de Francia (BLANCARD *et al.*, 1992) o en La Columbia Británica, Canadá (FAVRIN *et al.*, 1988), no parece ser tan grave como la observada por JENKINS y AVERRE (1983) en el norte de California.

Se detectó *Pythium* spp. en todas las muestras de las plantas enfermas analizadas. Tres especies fueron aisladas: *P. aphanidermatum*, la más frecuente, *P. irregulare* y *P. dissotocum*. Otros dos aislados no pudieron ser clasificados. La frecuente presencia de *Pythium* spp. en los cultivos sin suelo de pepino del sudeste andaluz, asociado a podredumbres radiculares y de la base del tallo, que en ocasiones parecen causar la muerte de las plantas, coincide en general con lo ci-

tado para los cultivos sin suelo de otros países, siendo uno de los géneros patógenos más comunes (JENKINS y AVERRE, 1983; FAVRIN *et al.*, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992; PAULITZ, 1997). En relación a las especies aisladas, *P. aphanidermatum* fue la más frecuente, hecho que coincide con lo que ocurre también en algunos de los lugares donde se cultiva el pepino largo sin suelo (JENKINS y AVERRE, 1983; FAVRIN *et al.*, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992). *P. irregulare* ha sido también aislado de plantas de pepino cultivadas sin suelo en Canadá y Francia (FAVRIN *et al.*, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992). Por el contrario, si bien *P. disсотocum* no parece ser una especie frecuentemente asociada a las raíces del pepino, sí lo es a los cultivos de lechuga y espinaca sin suelo en el estado de California, Estados Unidos y en Canadá (Bates y Stanghellini, 1984; STAGHELLINI y KRONLAND, 1986). Por otra parte, en la prospección realizada, no se ha detectado una de las enfermedades más importantes descritas para el pepino en los cultivos sin suelo: la podredumbre negra de las raíces causada por *Phomopsis sclerotioides* (LESKI, 1984).

La patogenia de *P. irregulare* sobre plántulas de pepino, así como la de otras especies de *Pythium* que causan damping-off u otros síntomas sobre plántulas, ha sido probada también por varios investigadores (FAVRIN, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992; MESSIAEN y LAFON, 1970). En el experimento realizado en el invierno, la agresividad mostrada por los aislados de *P. irregulare* fue elevada, produciendo síntomas en el 100% de las plantas, en contraste con la ausencia de agresividad en el experimento realizado en la primavera, en época más calurosa.

El poder patógeno de *P. aphanidermatum* sobre plántulas de pepino se puso de manifiesto en todos los experimentos realizados. Los síntomas observados de marchitez, podredumbre del tallo y muerte de las plántulas, son coincidentes con los descritos por otros autores para otras zonas y sistemas de cultivo (MESSIAEN y LAFON, 1970; RODRÍ-

GUEZ, 1978; FLETCHER, 1984; BLANCARD *et al.*, 1991).

El experimento realizado para valorar la influencia del cultivar en la severidad de la enfermedad, puso de manifiesto la elevada susceptibilidad de los seis cultivares ensayados frente al patógeno *P. aphanidermatum*, aunque hubo ciertas diferencias en el progreso de la enfermedad entre algunos de los cultivares. Esta susceptibilidad frente al hongo de todos los cultivares ensayados es coincidente con los resultados obtenidos por RODRÍGUEZ (1978), quien al inocular en la isla de Gran Canaria con *P. aphanidermatum*, sobre compost estéril, encontró que los veinte cultivares de pepino ensayados eran susceptibles. La ausencia de cultivares de pepino resistentes a enfermedades causadas por *Pythium* spp., ha sido también manifestada por CHERIF *et al.* (1994).

Y en los dos experimentos realizados para evaluar la influencia del sustrato en la severidad de la enfermedad, los diez aislados de *P. aphanidermatum* provocaron síntomas sobre las plantas crecidas en al menos uno de los sustratos utilizados. Los síntomas observados fueron similares en los cinco sustratos ensayados. Sin embargo, la gravedad de éstos varió según las fechas en la que se efectuaron los experimentos. Cuando estos se realizaron en el otoño, el índice de severidad de la enfermedad estuvo comprendido entre los valores 0,28 y 1,48, el porcentaje de plantas con síntomas entre el 10 y el 42% y el de muerte de plantas fue inferior al 30%. Por el contrario, en los experimentos de primavera, el índice de severidad fue mayor (2,0-3,0), el porcentaje de plantas con síntomas también (64-86%) y el de plantas muertas varió entre el 36 y el 66%. En el experimento realizado en las condiciones menos favorables para el desarrollo de la enfermedad se pudieron apreciar diferencias estadísticamente significativas en la agresividad de algunos de los aislados utilizados. Los aislados más agresivos en el experimento realizado en el otoño fueron el Py-67 y Py-72 y en el realizado en la primavera, Py-35, Py-45, Py-54, además de los anteriores.

En el experimento de otoño, llaman la atención dos de los resultados obtenidos: primero, el hecho de que no muriera ninguna de las plantas inoculadas en un sustrato compuesto por una mezcla esterilizada de turbas, mostrándose en este experimento como un sustrato supresor de la enfermedad, y segundo, que el sustrato más favorable para el desarrollo de la enfermedad fuese la mezcla de arena, tierra y turba, que intentaba simular a un suelo de invernadero. Las diferencias observadas entre estos dos y el resto de los sustratos fueron estadísticamente significativas. En un nivel intermedio de conductividad de la enfermedad estuvieron los tres sustratos inertes: perlita, vermiculita y lana de roca, aunque este último fue el menos conductivo de los tres. En el experimento de primavera y a grandes rasgos, todos los sustratos excepto la turba se comportaron de manera parecida, permitiendo un alto nivel de enfermedad, aunque las diferencias observadas entre estos cuatro sustratos fuesen, en algunos de los casos, significativas. La interacción observada entre los factores aislados y sustratos parece sugerir una cierta especialización de algunos aislados del hongo para producir una mayor severidad de la enfermedad sobre ciertos sustratos. Valorando en conjunto los dos experimentos realizados, sorprende en primer lugar que el sustrato compuesto por la mezcla de turba rubia y negra sea el menos favorable para el desarrollo de la enfermedad. Las capacidades supresoras de las turbas, sustratos o compost frente a determinadas enfermedades han sido puestas de manifiesto por varios investigadores, debiéndose generalmente a componentes microbiológicos aunque en ocasiones, pueden producirse también por efecto de algunos factores abióticos (CAMPBELL, 1994). Se considera que los factores físicos y químicos del compost como el tamaño de partícula, los niveles de nutrientes orgánicos e inorgánicos, los contenidos en nitrógeno, celulosa y lignina, la conductividad eléctrica, el pH y la producción de compuestos inhibidores, pueden afectar a la incidencia de enfermedades cau-

sadas por patógenos de suelo. La capacidad de aireación del compost podría ser responsable de algunos fenómenos de supresividad frente a hongos que se diseminan por medio de zoosporas en el agua, como *Phytophthora* spp., ya que desaparece dicha supresividad cuando se reduce la capacidad de aire del compost (HOITINK y FAHY, 1986; CAMPBELL, 1994). Asimismo, algunos compost, particularmente los realizados con cortezas de árboles liberan ciertos compuestos inhibidores que pueden afectar a *Phytophthora* spp. y a ciertos nematodos, sin afectar a *Rhizoctonia solani*. Otro factor, como el efecto de la enmienda con compost sobre la disponibilidad del nitrógeno, puede afectar a su capacidad supresora (HOITINK y KUTER, 1986). En nuestros experimentos, al utilizarse el sustrato previamente esterilizado en autoclave, el carácter supresor del mismo debe estar en principio asociado a determinadas características fisicoquímicas y no a su microbiota.

La mayor severidad de la enfermedad causada por *P. aphanidermatum* en todos los experimentos realizados con temperaturas superiores concuerdan con el hecho de considerarse dicha especie como tropical, teniendo como temperaturas más favorables para producir enfermedad las comprendidas entre 26 y los 30° C (BLANCARD *et al.*, 1992), y con los resultados obtenidos por otros autores que concluyen que *P. aphanidermatum* es mucho más agresivo a temperaturas superiores a los 25° C (GOLD y STANGHELLINI, 1985).

Por el contrario, los resultados obtenidos en los experimentos con diferentes sustratos no parecen estar de acuerdo con las observaciones realizadas por algunos de los técnicos asesores de explotaciones de cultivos hortícolas sin suelo del sudeste andaluz (comunicaciones personales), ni con las de varios investigadores (ZINNEN, 1988; BLANCARD *et al.*, 1992; STANGHELLINI y RASMUSSEN, 1994; PAULITZ, 1997), al señalar que los cultivos sobre sustratos inertes son más susceptibles a las enfermedades causadas por pitiáceos que los tradicionales realizados en el suelo. Una

de las posibles explicaciones para entender esta falta de concordancia podría estribar en las diferencias existentes entre las temperaturas del suelo donde se desarrollan las raíces en un cultivo tradicional y la de los sustratos en los cultivos sin suelo comerciales o en los experimentos realizados sobre contenedores de poca capacidad, donde la temperatura de éstos se aproxima bastante a la ambiental, siendo por lo tanto más favorable para la patogenicidad de ciertos pitiaíceos. Por lo tanto, la susceptibilidad observada en las explotaciones comerciales dedicadas a los cultivos sin suelo podría deberse a la interacción del sustrato con su temperatura, más influenciada por la temperatura ambiente que la del suelo en los cultivos tradicionales. Este efecto es, salvando ciertas distancias, similar al observado por algunos investigadores que señalan

como particularmente sensible el período estival y los trasplantes, ya que en ese estadio los contenedores del cultivo se calientan al estar particularmente expuestos a los rayos solares (BLANCARD *et al.*, 1992).

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 titulado: Enfermedades causadas por hongos de suelo en tomate, pepino y sandía sobre sustratos.

ABSTRACT

GÓMEZ, J., J. M^a MELERO. 2011. Pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* and *Pythium* spp. on cucumber seedlings: I. Influence of cultivar and substrate on the disease severity. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 207-223.

Surveys in a total of 64 greenhouses located in the provinces of Almería and Granada for four consecutive years, indicated that damage from diseases caused by soil fungi, despite being fairly widespread, were not overly large. Biotic diseases were always associated with *Pythium* spp. Two of the isolated species: *Pythium aphanidermatum*, the most frequently isolated, and *P. irregulare*, demonstrated their pathogenicity on cucumber seedlings. The pathogenicity of *P. aphanidermatum* on seedlings was always reveal hypocotyl causing necrosis, wilting and death of the same, regardless of cultivar. All isolates tested were pathogenic, although some experiments were able to appreciate differences in aggressiveness between them.

With respect to the substrates used, the compound of a mixture of peat was the least conducive of the disease, while the substrate was trying to simulate a greenhouse soil, made by mixing sand, soil and peat was no less conducive than the three substrates inert used: Perlite, vermiculite and rock wool.

Key words: Epidemiology, *Cucumis sativus*, *P. irregulare*, *P. ultimum*.

REFERENCIAS

- ANÓNIMO. 2008. Anuario de estadística. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. www.marm.es
- BATES, M. L., STANGHELLINI, M. E. 1984. Root rot of hydroponically grown spinach caused by *Pythium aphanidermatum* and *P. dissotocum*. *Plant Disease*, **68**: 989-991.
- 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.
- CAMPBELL, R. 1994. Biological control of soil-borne diseases: some present problems and different approaches. *Crop protection*, **13** (1): 4-13.
- 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.
- CHÉRIF, M., ASSELIN, A., BÉLANGER, R. 1994. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, **84**: 236-242.
- FAVRIN, R. J., RAHE J. E., MAUZA B. 1988. *Pythium* spp. associated with crown rot of cucumbers in British Columbia greenhouses. *Plant Disease*, **72**: 683-687.
- FLETCHER, J. T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman. 351 pp.
- 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.
- HOITINK, H. A. J., KUTER, G. A. 1986. Effects of composts in growth media on soilborne pathogens. En: The role of organic matter in modern agriculture. Eds. Y.Chen y Y. Avnimelech. 289-306.
- JENKINS, JR., S. F., AVERRE, C. W. 1983. Root diseases of vegetables in hydroponic culture systems in North Carolina greenhouses. *Plant Disease*, **67**: 968-970.
- LESKI, B. 1984. Black root rot caused by *Phomopsis sclerotioidea* Van Kest. –The most destructive disease of glasshouse cucumbers new to Poland. *Acta Horticulturae*, **156**: 209-219.
- MESSIAEN, C. M., BLANCARD, D., ROUXEL, F., LAFON, R. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ed.: Mundi-Prensa, 576 pp.
- MESSIAEN, C. M., LAFON, R. 1970. Les maladies des plantes maraichères. 2ª 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.
- PONCHET, J., RICCI, P., ANDREOLI, C., AUGE, G. 1972. Méthodes sélectives d'isolement de *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica* (DASTUR) WATERH á partir du sol. *Ann. Phytopathol.*, **4**: 97-108.
- RAPILLY, F. 1980. Les techniques de mycologie en pathologie végétale. *Annales des épiphyties*, **19** (Hors-série). 102 pp.
- 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.
- 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.
- STAGHELLINI, M. E., KRONLAND, W. C. 1986. Yield loss in hidroponically grown lettuce attributed to subclinical infection of feeder rootlets by *Pythium dissotocum*. *Plant Disease*, **70**: 1153-1056.
- STANGHELLINI, M. E., RASMUSSEN, S. L. 1994. Hydroponics. A solution for zoosporic pathogens. *Plant Disease*, **78**: 1129-1138.
- TELLO, J. C., GÓMEZ, J., CAMPOROTA, P., LACASA, A. 1991. Capacidades parasitarias de *Pythium aphanidermatum* y de *Rhizoctonia solani* sobre pepino y melón. Estudios de Fitopatología de la S.E.F.: 102-108.
- VAN DER PLAATS-NITERINK, A. J. 1981. Monograph of genus *Pythium*. *Studies of Micology*, **21**. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn. 242 pp.
- ZINNEN, T. M. 1988. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. *Plant Disease*, **72**: 96-99.

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