

## Determinación de la patogenicidad de *Pythium* spp. sobre pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) y judía (*Phaseolus vulgaris* L.)

J. SINOBAS Y E. RODRÍGUEZ

En este estudio se pretende determinar la patogenicidad de *Pythium* Pringsheim sobre semillas y plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) y judía (*Phaseolus vulgaris* L.).

Con este fin, se han inoculado dos aislados de *Pythium aphanidermatum*, uno de *P. deliense*, dos de *P. irregulare*, dos de *P. ultimum* y uno de *P. paroecandrum* sobre semilla sembrada en vermiculita desinfectada con vapor de agua durante 1 hora a 120°C. Las semillas inoculadas se mantuvieron durante los 10 días que duró cada uno de los dos experimentos en cámara controlada a 20 y 28°C, luminosidad de 2.500 lux durante 12 h/día. Se realizaron dos nuevos experimentos inoculando los mismos aislados sobre plantas de pepino en estado vegetativo de 4 y 9 hojas. Los cultivos se mantuvieron durante 60 días en cámara controlada a 28°C (14 h/día) y 18°C (10h/día), luminosidad de 3.500 lux durante 14 h/día.

En las inoculaciones en semilla de tomate (c.v. Robin) con *P. irregulare*, *P. ultimum* 1 y *P. paroecandrum* a 20°C no se observa emergencias. A 28°C el número de plántulas emergidas es mayor, salvo en las inoculaciones con *P. paroecandrum* que permanece constante. En las inoculaciones sobre semilla de judía (c.v. Femira), la emergencia de plántulas es mayor a 20 que a 28°C y la patogenicidad de *P. aphanidermatum* y *P. deliense* es mayor que la de *P. irregulare* y *P. ultimum*. La semilla de pepino (c.v. Serena) es la más sensible a la patogenicidad de los distintos aislados, a excepción de *P. paroecandrum*.

El porcentaje de plantas muertas en los tratamientos con *P. aphanidermatum* y *P. deliense* es muy similar en los dos estados vegetativos. En las inoculaciones con *P. irregulare* y *P. ultimum* el número de plantas muertas en estado vegetativo de 9 hojas es un 45 y 43% respectivamente inferior al producido cuando se inoculan sobre plantas con 4 hojas. Los aislados de *P. aphanidermatum* y *P. deliense* son capaces de matar a las plantas adultas de pepino.

SINOBAS Y E. RODRÍGUEZ. Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.

**Palabras clave:** *Pythium* spp., patogenicidad, tomate, judía, pepino.

### INTRODUCCIÓN

En la Comunidad Autónoma de Madrid se cultivan en invernadero, pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) y judía (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando distintas técnicas de cultivo. A finales de Enero, las semillas de pepino y tomate se siembran en bandejas de plástico conteniendo preparados comerciales, principalmente

turba, y cuando las plantas han emergido y alcanzado de 2 a 4 hojas verdaderas, se realiza el trasplante directamente al suelo de los invernaderos donde se desarrollan durante 5 meses aproximadamente. Algunos agricultores, aunque es poco frecuente, siembran la semilla de pepino directamente en el suelo del invernadero, produciéndose problemas de nascencia con numerosas marras que obliga a realizar una segunda siembra. En el cul-



Fig. 1. - Plantas de pepino inoculadas con *P. aphanidermatum* en estado fenológico de 9 hojas (izquierda) y testigo (derecha).



Fig. 2. - Plantas de pepino inoculadas con *P. irregulare* en estado fenológico de 4 hojas (derecha) y testigo (izquierda).

tivo de judía, la siembra de semilla se realiza directamente en el suelo del invernadero, encontrándose con los mismos problemas que con la siembra directa de pepino.

Las semillas en los sustratos de semilleros son afectadas por varias especies de *Pythium* Pringsheim que provocan la descomposición de las semillas y el ahogamiento de preemergencia. También son frecuentes los ataques al cuello en postemergencia, desarrollándose mucho más rápido en las bandejas de los semilleros donde las plántulas están muy próximas, bien fertilizadas y regadas, que en plántulas emergidas directamente de semilla en suelos de asiento. En estos últimos casos, los ataques están localizados. En ataques posteriores, cuando las plántulas se han desarrollado y las células de sus tallos y raíces principales han desarrollado paredes secundarias espesas, los ataques se restringen a las raíces, provocando clorosis en las hojas e impidiendo su normal desarrollo. Estos procesos de infección son muy típicos en cultivos de tomate y judía (HENDRIX y CAMPBELL, 1973).

Los hospedadores con tejidos suculentos son más susceptibles a la infección, produciéndose con mucha frecuencia la muerte de plantas adultas por ataques al cuello. El desarrollo de la enfermedad en estas plantas desa-

rolladas depende de; la especie de *Pythium* presente, densidad del patógeno, susceptibilidad del hospedador, condiciones medioambientales y del tipo de nutrientes del suelo (CHERIF *et al.*, 1991). En cultivos de pepino, *Pythium aphanidermatum* está muy asociado a la podredumbre del cuello en plantas desarrolladas. (FAVRIN *et al.*, 1988; TELLO *et al.*, 1990).

El presente estudio pretende determinar la capacidad parasitaria de *Pythium aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *P. paroecandrum* aislados de suelos de invernaderos de la Comunidad Autónoma de Madrid (Sinobas *et al.*, 1999) sobre la germinación de semilla y plantas en diferentes estados fenológicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las inoculaciones experimentales se practicaron en cámara climática controlada, utilizando semilla de tomate (c.v. Robin), judía (c.v. Femira) y pepino (c.v. Serena). Las semillas se desinfectaron con hipoclorito sódico al 2% durante 5 minutos y posteriormente se lavaron con agua destilada. Se utilizó vermiculita como sustrato, desinfectado

con vapor de agua durante 1 hora a 120°C.

Dos aislados de *P. aphanidermatum*, uno de *P. deliense*, dos de *P. irregulare*, dos de *P. ultimum* y uno de *P. paroeandrum* fueron inoculados en recipientes de plástico de 12 x 10 x 6 cm con vermiculita. El número de semillas sembradas por recipiente fue de diez, y diez recipientes por aislado, lo que suponía un total de 100 semillas por aislado. Los aislados se dejaron crecer en medio Patata-Zanahoria-Agar (PZA) en caja Petri de 9 cm durante 4 días en estufa a 28°C. El inóculo se obtuvo triturando el contenido de una placa con 100 ml de agua estéril. El triturado de 5 cajas de inóculo se aplicó a las 10 cajas con sustrato una vez sembradas las distintas semillas. Las inoculaciones se mantuvieron durante 10 días que duraron cada uno de los dos experimentos en cámara climatizada a 20 y 28°C, luminosidad de 2500 lux durante 12 h/día. Cada uno de los experimentos se repitió tres veces.

Se realizaron dos nuevos experimentos en pepino con inóculo preparado igual que en los experimentos anteriores, pero aplicando el inóculo contenido en una caja Petri por recipiente con plantas en estado de 4 y 9 hojas respectivamente. El sustrato utilizado fue vermiculita esterilizada. Se utilizaron dos recipientes de plástico de 25 x 25 x 10 por aislado con 20 plantas y tres repeticiones. Los recipientes se regaban dos días por semana, uno con aplicación de elementos

nutritivos y otro con agua del grifo. Los cultivos se mantuvieron durante 60 días que duró cada uno de los dos experimentos en cámara climatizada (luminosidad de 3500 lux durante 14 h/día). Las temperaturas oscilaron entre 18°C (10 h/día) y 28°C (14 h/día).

Los datos obtenidos de las pruebas de patogenicidad expresados en porcentajes, se sometieron a la transformación arco seno de las raíz cuadrada del porcentaje (STEEL y TORRIE, 1985). Con los datos transformados se hizo un análisis de la varianza unifactorial, en aquellos casos en los que se observan diferencias significativas en los cuadrados medios del factor, se hizo la comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa (LSD) y datos transformados.

## RESULTADOS

Los resultados de la germinación de semillas de tomate, judía y pepino, inoculadas con varias especies de *Pythium* se presenta en los Cuadros 1, 2 y 3. En las inoculaciones en semilla de tomate (Cuadro 1) a 20°C y a los diez días de la inoculación, se observan diferencias significativas con relación al testigo en todos los aislados inoculados. Los mayores porcentajes de emergencia (27%) se observan en las bandejas inoculadas con *P. aphanidermatum* 2 y *P. ultimum* 2, aunque la

Cuadro 1. - Porcentajes de plántulas emergidas de semilla de tomate (c.v. Robin) a 20 y 28°C inoculadas con *Pythium aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *P. paroeandrum*

Cepas inoculadas	Emergencia (%) a 20°C			Emergencia (%) a 28°C		
	5 días	7 días	10 días	5 días	7 días	10 días
<i>P. aphanidermatum</i> 1	0 a	0 a	11,1 b	16,6 bc	22,2 bc	22,2 bc
<i>P. aphanidermatum</i> 2	0 a	11,1 b	27,7 c	11,1 ab	16,6 bc	16,6 bc
<i>P. deliense</i>	0 a	5,5 ab	5,5 ab	11,1 ab	16,6 bc	16,6 bc
<i>P. irregulare</i> 1	0 a	0 a	0 a	5,5 a	5,5 ab	5,5 ab
<i>P. irregulare</i> 2	0 a	0 a	0 a	0 a	22,2 bc	22,2 bc
<i>P. ultimum</i> 1	0 a	0 a	0 a	5,5 a	16,6 bc	16,6 bc
<i>P. ultimum</i> 2	0 a	22,2 b	27,7 c	27,7 c	44,4 c	44,4 c
<i>P. paroeandrum</i>	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Testigo	0 a	55,5 c	100 d	27,7 c	77,8 d	77,8 d

Cuadro 2. - Porcentajes de plántulas emergidas de semilla de judía (c.v. Femira) a 20 y 28°C inoculadas con *Pythium aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *P. paroecandrum*.

Cepas inoculadas	Emergencia (%) a 20°C			Emergencia (%) a 28°C		
	5 días	7 días	10 días	5 días	7 días	10 días
<i>P.aphanidermatum</i> 1	0 a	38,9 bc	38,9 bc	0 a	0 a	0 a
<i>P.aphanidermatum</i> 2	16,6 bc	55,5 bcd	55,5 bcd	5,5 a	5,5 a	5,5 a
<i>P.deliense</i>	0 a	33,3 b	33,3 b	0 a	0 a	0 a
<i>P.irregulare</i> 1	0 a	11,1 a	11,1 a	22,2 ab	22,2 ab	22,2 ab
<i>P.irregulare</i> 2	0 a	55,5 bcd	55,5 bcd	38,9 ab	38,9 ab	38,9 ab
<i>P.ultimum</i> 1	5,5 ab	44,4 bc	44,4 bc	27,7 ab	27,7 ab	27,7 ab
<i>P.ultimum</i> 2	22,2 cd	66,6 cd	66,6 cd	16,7 ab	16,7 ab	16,7 ab
<i>P.paroecandrum</i>	27,7 cd	77,7 de	77,7 de	50 b	50 b	50 b
Testigo	38,9 d	88,9 e	88,9 e	100 c	100 c	100 c

Cuadro 3. - Porcentajes de plántulas emergidas de semilla de pepino (c.v. Serena) a 20 y 28°C inoculadas con *Pythium aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *P. paroecandrum*

Cepas inoculadas	Emergencia (%) a 20°C			Emergencia (%) a 28°C		
	5 días	7 días	10 días	5 días	7 días	10 días
<i>P.aphanidermatum</i> 1	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.aphanidermatum</i> 2	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.deliense</i>	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.irregulare</i> 1	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.irregulare</i> 2	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.ultimum</i> 1	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.ultimum</i> 2	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>P.paroecandrum</i>	0 a	11,1 b	11,1 b	16,6 b	16,6 b	16,6 b
Testigo	0 a	100 c	100 c	100 c	100 c	100 c

incidencia de cada uno de los aislados de *P. aphanidermatum* en la germinación de las semillas no difieren significativamente. En las inoculaciones con *P. irregulare*, *P. ultimum* 1 y *P. paroecandrum* no se observa emergencia.

A 28°C y a los 5 días de la inoculación, en los tratamientos con los aislados de *P. aphanidermatum* 1 y *P. ultimum* 2 no se observan diferencias significativas con relación al testigo, aunque si se observan diferencias al final del experimento. La emergencia a los 10 días, en los tratamientos con *P. irregulare* era del 7 y

29% con relación al testigo. En las inoculaciones con *P. irregulare*, *P. ultimum* 1, *P. aphanidermatum* y *P. deliense* a 28°C, no se mantiene la tendencia observada a 20°C. Sólomente en el tratamiento con *P. paroecandrum* se mantiene la inhibición total de emergencia de plántulas de tomate a ambas temperaturas.

La capacidad parasitaria de todos los aislados inoculados sobre judía a 20°C (Cuadro 2), es inferior a la manifestada sobre semilla de tomate. A los 7 días de la inoculación, el número de plántulas emergidas de semilla de judías inoculada con *P. irregulare* 2, es supe-

**Cuadro 4. - Gravedad de los ataques de cepas de *Pythium* spp. sobre plantas de pepino (c.v. Serena) inoculadas en estado fenológico de 4-5 hojas verdaderas (se expresa en % de plantas muertas)**

Cepas inoculadas	Estado fenológico de 4-5 hojas verdaderas		
	8 días	12 días	16 días
<i>P.aphanidermatum</i> 1	84,7 de	98,0 e	98,0 d
<i>P.aphanidermatum</i> 2	88,7 e	90,3 d	100,0 d
<i>P.deliense</i>	78,3 d	95,3 de	99,3 d
<i>P.irregulare</i> 1	2,0 b	4,7 b	34,0 b
<i>P.irregulare</i> 2	1,0 ab	3,0 ab	20,3 b
<i>P.ultimum</i> 1	11,0 c	31,7 c	81,7 c
<i>P.ultimum</i> 2	7,7 c	43,3 c	97,3 d
<i>P.paroecandrum</i>	0,3 a	1,7 ab	1,7 a
Testigo	0,0 a	0,0 a	0,0 a

rior al obtenido en las inoculaciones con *P. irregulare* 1. Algo similar ocurre en las inoculaciones con los dos aislados de *P. aphanidermatum*, aunque en este caso no se observan diferencias significativas. El mayor número de plántulas emergidas se observa en los tratamientos con *P. ultimum* 2 y *P. paroecandrum*, 25 y 12% respectivamente inferior al testigo. En general, la capacidad parasitaria sobre semilla y plántulas de judía, es inferior en *P. ultimum* que en *P. aphanidermatum* y *P. deliense*. A 28°C, el número total de plántulas emergidas se observa a los 5 días en todos los experimentos. A ambas temperaturas, la capacidad parasitaria de *P. aphanidermatum* 2 es inferior a la de *P. aphanidermatum* 1 y *P. deliense*. Los tratamientos con *P. irregulare* 1 y el testigo, son los únicos que manifiestan mayor número de plántulas emergidas a 28°C que a 20°C.

De los tres cultivos ensayados, la semilla de pepino es la más sensible a los distintos aislados inoculados, excepto a *P. paroecandrum* (Cuadro 3). Después de 10 días de inoculación, en los ensayos con los aislados de *P. aphanidermatum*, *P. irregulare* y *P. ultimum*, el número de plantas de pepino emergidas es nulo. El porcentaje de plántulas emergidas en el tratamiento con *P. paroecandrum*, es algo superior a 28°C que a 20°C.

En el ensayo con plantas de pepino inoculados en estado fenológico de 4-5 hojas (Cuadro 4), a los 16 días de inoculación, el número de plantas muertas en los tratamientos con *P. aphanidermatum* y *P. deliense* es del 99%, no apreciándose diferencias significativas con relación al porcentaje medio de plantas muertas en los tratamientos con *P. ultimum*. El número de plantas muertas en las inoculaciones con *P. irregulare* es del 70 y 73% menos que en los tratamientos con *P. ultimum* y *P. aphanidermatum* respectivamente. La incidencia de *P. paroecandrum* es prácticamente nula, no apreciándose diferencia significativa con relación al testigo.

Los resultados del ensayo con inoculaciones en estado fenológico de 8-9 hojas se observa en el Cuadro 5. El porcentaje de plantas muertas en los tratamientos con *P. aphanidermatum* y *P. deliense* son muy similares en los dos estados fenológicos, sin embargo, los daños ocasionados a los 16 días en estado de 8-9 hojas, se consigue a los 8 días en estado de 4-5 hojas. En las inoculaciones con *P. irregulare* y *P. ultimum*, el número de plantas muertas a los 16 días es del 45 y 43% respectivamente inferior al obtenido en estado de 4-5 hojas. La incidencia de *P. paroecandrum* es prácticamente nula.

**Cuadro 5. - Gravedad de los ataques de cepas de *Pythium* spp. sobre plantas de pepino (c.v. Serena) inoculadas en estado fenológico de 8-9 hojas verdaderas (se expresa en % de plantas muertas)**

Cepas inoculadas	Estado fenológico de 8-9 hojas verdaderas		
	8 días	12 días	16 días
<i>P.aphanidermatum</i> 1	11,3 cd	11,3 b	98,7 ef
<i>P.aphanidermatum</i> 2	10,7 cd	11,7 b	98,3 e
<i>P.deliense</i>	12,7 d	33,7 c	100,0 f
<i>P.irregulare</i> 1	7,0 bc	8,7 b	15,7 b
<i>P.irregulare</i> 2	4,0 b	14,3 b	14,3 b
<i>P.ultimum</i> 1	11,7 cd	31,7 c	41,3 c
<i>P.ultimum</i> 2	35,0 e	43,3 d	61,3 d
<i>P.paroecandrum</i>	0,3 a	1,0 a	1,0 a
Testigo	0,0 a	0,0 a	0,0 a

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que los distintos aislados de *P. aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. irregulare*, *P. ultimum* y *P. paroecandrum* tienen elevada capacidad parasitaria sobre la germinación de semillas y plántulas de tomate, judía y pepino. La asociación de estas cinco especies, es muy frecuente en las podredumbres de raíz y tallo de estos tres cultivos en los invernaderos de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Se ha citado a *P. aphanidermatum*, *P. irregulare* y *P. ultimum*, como patógenos de semilleros y plantas hortícolas en general (HENDRIX y CAMPBELL, 1973), sin embargo, a *P. paroecandrum* sólo se ha citado como patógeno de zanahoria dentro de las hortícolas, y también en plántulas de pino, alfalfa, trébol y crisantemo (Van der Plaats-Niterink, 1981). En este trabajo, la emergencia en plántulas de semilla de tomate inoculadas con *P. paroecandrum* es nula a las dos temperaturas inoculadas. Los mismos resultados se han obtenido en las inoculaciones con *P. irregulare* y *P. ultimum* 1 en el experimento a 20°C. Cuando estos últimos aislados se inoculan a 28°C, el número de plantas emergidas alcanza en algunos casos al 29% con relación al testigo.

El desarrollo de *P. irregulare* y *P. ultimum* «in vitro» es máximo a temperatura entre 25 y 30°C (SINOBAS *et al.*, 1999), sin embargo, los daños ocasionados a estas temperaturas es menor a la observada a 20°C. Esto puede ser debido a que a temperaturas bajas, las plántulas y semillas son más susceptibles debido al decrecimiento del porcentaje de emergencia y crecimiento de la raíz, asociada a mayor exposición al patógeno en el periodo mientras el huésped es susceptible (PAULITZ y BAKER, 1987). La humedad alta y temperatura baja de los semilleros está asociada generalmente con incrementos de la incidencia de la enfermedad, favorecida por la falta de vigor de la semilla germinada y por el incremento y dispersión de los exudados del huésped necesario para la germinación y cre-

cimiento del hongo (STAGHELLINI y BURR, 1973; PAULITZ y BAKER, 1987; OSBURN *et al.*, 1989).

Los aislados de *P. aphanidermatum* y *P. deliense* presentan índices de patogenicidad sobre tomate más bajos que *P. irregulare* y *P. ultimum*. La nascencia observada a 20°C (Cuadro 1), alcanza en el caso de *P. aphanidermatum* 2 el 27,7% del testigo. Esta nascencia puede ser explicada porque las condiciones de temperatura no son las ideales para el desarrollo del patógeno. Sin embargo cuando los ensayos se realizaron a 28°C, temperatura óptima para el desarrollo de *P. aphanidermatum* y *P. deliense*, el porcentaje de nascencia con algunos aislados se incrementaba. Estos resultados confirman la escasa afinidad de estos patógenos con tomate señalado por GOLDBERG *et al.* (1992).

En los ensayos efectuados con judía, en inoculaciones con *P. aphanidermatum* a 20°C, se alcanzan emergencias del 71% con relación al testigo. Por el contrario, cuando se inocula estos mismos aislados a 28°C, la emergencia de plántulas es prácticamente nula. En el primer caso, la temperatura es más favorable para el desarrollo de judía, y en el segundo, es más favorable para el desarrollo del patógeno. Además, pueden manifestarse efectos positivos de los exudados de las semillas de judía en el desarrollo de *P. aphanidermatum* (KRAFT y ERWIN, 1967). En nuestro ensayo a 28°C, los exudados pueden haber facilitado la acción parasitaria de este patógeno.

La incidencia de los aislados de *P. ultimum* y *P. irregulare* sobre semilla de judía, es inferior a la obtenida con las inoculaciones de *P. aphanidermatum* a las dos temperaturas ensayadas. La temperatura 20°C es más favorable para el desarrollo de *P. ultimum* y *P. irregulare* que para *P. aphanidermatum*, sin embargo, la emergencia es superior en el primer caso. Los resultados obtenidos sugieren que *P. ultimum*, *P. irregulare* y *P. paroecandrum* tienen menor capacidad parasitaria sobre semillas y plántulas de judía que *P. aphanidermatum* y *P. deliense*.

Todos los aislados, salvo *P. paroecan-*

*drum*, ensayados sobre semilla de pepino, impiden totalmente la germinación de las semillas y emergencia de plántulas a las temperaturas ensayadas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez-Molina *et al.* (1998) en inoaciones con *P. irregulare*. En aquellos invernaderos donde se cultiva reiteradamente pepino, la siembra directa de semilla en los lugares de asiento es prácticamente inviable. Los horticultores de la Comunidad Autónoma de Madrid, obtienen las plántulas de pepino en bandejas con sustrato esterilizado, realizando posteriormente el trasplante. En aquellos invernaderos donde se cultiva pepino reiteradamente en primavera-verano, se suele dar dos tratamientos con Propamocarb aplicados al cuello. A pesar de estos tratamientos, es frecuente recurrir a un segundo trasplante para cubrir marras. En algunos invernaderos con cultivo de pepino y plantas con frutos bien desarrollados, el número de plantas secas por estrangulamiento del cuello era superior al 10%, aislándose en todas las plantas analizadas, *P. ultimum*, *P. irregulare* y *P. aphanidermatum*, siendo este último el más frecuente.

En los ensayos que realizamos en sustrato esterilizado con plantas de pepino en estado fenológico de 4-5 hojas, en las inoculaciones con *P. aphanidermatum* y *P. deliense* después de 16 días, el número de plantas muertas era del 99%, algo superiores a las producidas por los aislados de *P. ultimum* y a las obtenidas por TELLO *et al.* (1990). La incidencia de *P. irregulare* es mucho más baja, el número de

plantas muertas es solamente un 27% superior al testigo y a *P. paroecandrum*.

En ensayos desarrollados con los aislados anteriores y con inoculaciones en estado fenológico de 8-9 hojas, la incidencia de *P. aphanidermatum* y *P. deliense* se mantiene constante, sin embargo, la incidencia de *P. ultimum* y *P. irregulare* desciende un 45%. Estos resultados obtenidos en las inoculaciones con *P. aphanidermatum* y *P. irregulare* se corresponden con los obtenidos por Favrin *et al.* (1988). En nuestro ensayo, todas las plantas muertas tenían podredumbre de cuello y cabellera radicular menos numerosa y menos desarrollada. Las plantas que permanecían perennes en las inoculaciones con *P. ultimum* y *P. irregulare* no tenían ataque en el cuello, aunque el desarrollo radicular era considerablemente inferior a la del testigo.

Las especies de *Pythium* estudiadas en este trabajo, son las más frecuentemente aisladas en la mayoría de cultivos hortícolas, con incidencia sobre la germinación de semilla, emergencia de plántulas y podredumbres en tejidos suculentos (MONTFORT y ROUXEL, 1998; LUMSDEN *et al.*, 1976; LIDDELL *et al.*, 1989, FAVRIN *et al.*, 1988). De los daños observados en los invernaderos y de los datos obtenidos experimentalmente, se concluye, que *P. aphanidermatum* es capaz de matar a las plantas en plena producción y *P. irregulare* probablemente quede restringido a tejidos suculentos, reduciéndose fuertemente los ataques cuando las células de los tallos han desarrollado partes secundarias espesas.

## ABSTRACT

SINOBAS, J., & E. RODRÍGUEZ, 1999: *Pythium* spp. pathogenicity determination on cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25** (3): 279-287.

This study aims to determine *Pythium* Pringsheim pathogenicity on cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds and plants.

In order to achieve the objective, two *Pythium aphanidermatum* isolations, one of *P. deliense*, two of *P. irregulare*, two of *P. ultimum* and one of *P. paroecandrum* have been inoculated on seeds planted in vermiculita, that had been disinfected with water vapour for 1 hour at 120°C. The inoculated seeds were kept in controlled camera at 20 and 28°C, luminosity of 2.500 lux for 12 h/day, during the 10 days each of the experiments lasted. Two new experiments were made inoculating the same isolation on cucumber plants in a vegetative state of 4 and 9 leaves. The crops were kept during 60 days in a controlled camera at 28°C (14 h/day) and at 18°C (10 h/day) and a luminosity of 3.500 lux for 14 h/day.

No emergences were observed in *P. irregulare*, *P. ultimum* 1 and *P. paroecandrum* inoculations on tomato seeds at 20°C. The number of emerged seedlings is bigger at 28°C but for *P. paroecandrum* inoculations, where it remains constant. Seedling emergence in inoculations on bean seeds is bigger at 20°C than at 28°C and *P. aphanidermatum* and *P. deliense* pathogenicities are bigger than the ones caused by *P. irregulare* and *P. ultimum*. Cucumber seed is the most sensitive one to the different isolations pathogenicity, excepting *P. paroecandrum*.

The percentage of dead plants in the treatments with *P. aphanidermatum* and *P. deliense* on developed plants is very similar in the two vegetative states. In *P. irregulare* and *P. ultimum* inoculations the number of dead plants in 9 leaved vegetative state is 45 and 43%, respectively, less than the number produced when inoculating on 4 leaved-plants. *P. aphanidermatum* and *P. deliense* isolations are able to kill cucumber adult plants.

**Key words:** *Pythium* spp., pathogenicity, tomato, bean, cucumber

## REFERENCIAS

- CHERIF, M.; BENHAMON, N., and BELANGER, R., 1991: Ultrastructural and cytochemical studies of fungal development and host reactions in cucumber plants infected by *Pythium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **39**:353-375.
- FAVRIN, R. J.; RAHE, J. E., and MAUZA, B., 1988: *Pythium* spp Associated with Crown Rot of Cucumbers in British Columbia Greenhouses. *Plant Disease*, **72**(8):683-687.
- GOLDBERG, N. P.; STANGELLINI, M. E., and RASMUSSEN, S. L., 1992: Filtration as a Method for Controlling *Pythium* Rot Root of hydroponically Grown Cucumbers. *Plant Disease* **76**:777-779.
- HENDRIX, F. F., and CAMPBELL, W. A., 1973: *Pythium* as plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **11**:77-98.
- KRAFT, J. M., and ERWIN, D. C., 1967: Stimulation of *Pythium aphanidermatum* by exudates from mung bean seeds. *Phytopathology*, **57**:866-868.
- LIDDELL, C. M.; DAVIS, R. M.; NÚÑEZ, J. J., and GUERRARD, J. P., 1989: Association of *Pythium* spp. with Carrot Root Dieback on the San Joaquin Valley of California. *Plant Disease*, **73**:246-249.
- LUMSDEN R. D.; AYERS, W. A.; ADAMS, P. B.; DOW, R. L.; LEWIS, J. A.; PAPAVIDAS, G. C., and KANTZES, J. G., 1976: Ecology and Epidemiology of *Pythium* Species in Field Soil. *Phytopathology*, **66**:1203-1209.
- MONTFORT, F., and ROUXEL, F., 1988: La maladie de la «tache» de la carotte due à *Pythium violae* Chesters et Hickman: donées symptomatologiques et étiologiques *Agronomie* **8**(8):701-706.
- OSBURN, E. M.; SCHROTH, M. N.; HANCOCK, J. G., and HENDSON, M., 1989: Dynamics of Sugar Beet Seed Colonization by *Pythium ultimum* and *Pseudomonas* Species: Effects on Seed Rot and Damping-off. *Phytopathology*, **79**:709-716.
- PAULITZ, T. C. AND BAKER, R. 1987. Biological Control of *Pythium* Damping-off of cucumber with *Pythium nunn*: influence of soil environment and organic amendments. *Phytopathology*, **77**:341-346.
- RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C.; TELLO, J. C.; TORRES-VILA, L. M., y BIELZA, P., 1998: Aspectos ecológicos de la micoflora de los suelos de Cáceres: densidad de población, composición específica y patogenicidad de *Pythium* Pringsheim. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**:541-550.

- SINOBAS, J.; VARÉS, L., y RODRÍGUEZ, E., 1999: Influencia del tipo de «cebo» y la temperatura en el aislamiento y desarrollo de *Pythium* spp. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**.
- STANGHELLINI, M. E., and BURR, T. J., 1973: Effect of soil water Potential on Disease Incidence and Oospore germination of *Pythium aphanidermatum*. *Phytopathology*, **63**:1496-1498.
- STEEL, R., y TORRIE, J. M., 1985: *Bioestadística; Principios y procedimientos*. Ed. McGraw-Hill.
- TELLO, J. C.; GÓMEZ, J.; CAMPOROTA, P.; y LACASA, A., 1990: Capacidades parasitarias de *Pythium aphanidermatum* y *Rhizoctonia solani* sobre pepino y melón. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**:733-741.
- VAN DER PLAATS-NITERINK, A. J., 1981: Monograph of the genus *Pythium*. Institute of the Royal Netherlands. Academy of Sciences and Letters.

(Recepción: 12 marzo 1999)

(Aceptación: 13 septiembre 1999)