

“La podredumbre del cuello y de las raíces”, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, nueva enfermedad en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) españoles (*)

J.C. TELLO y A. LACASA

Se ha detectado sobre tomates una enfermedad de podredumbre del cuello y de las raíces causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, no descrita en España anteriormente. Este causó pérdidas moderadas en dos plantaciones en invernadero en Murcia. Basados en la sintomatología y en los resultados de los tests de patogenicidad se ha demostrado que el agente causal es *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-Lycopersici*.

J.C. TELLO. INIA. Departamento Protección Vegetal. Apartado 8.111. 28040 Madrid.
A. LACASA. CRIA. Departamento Protección Vegetal. 30150 La Alberca (Murcia).

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, *Radiciis-lycopersici*, podredumbre del cuello y de las raíces, tomate.

INTRODUCCION

Una enfermedad criptogámica no descrita en España, se declaró en los cultivos de tomate bajo invernadero en la Región de Murcia, durante el otoño de 1985, como se comunicó previamente (TELLO y LACASA, 1986).

La micosis producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL), según denominación de JARVIS y SHOEMAKER (1978), ha sido inventariada para diferentes países: Estados Unidos de América del Norte (LEARY y ENDO, 1971); Japón (YAMAMOTO *et al.*, 1974); Canadá (JARVIS, *et al.*, 1975); Israel (KRIKUN *et al.*, 1982); Francia (COUTEAUDIER *et al.*, 1984) y Grecia (MALATHRAKIS, 1985).

Esta comunicación pretende alargar la lista de toponimias mundiales donde la criptógama ha sido encontrada, con una gravedad importante, que aumenta con su rápida expansión y las dificultades para su control.

LA ENFERMEDAD EN LOS INVERNADEROS

Síndrome de la micosis

Los síntomas observados no difieren de los descritos por otros autores en la literatura:

Se produce un marchitamiento, irreversible, generalizado a toda la planta, que se combina o no con un amarilleamiento de las hojas más viejas. En otras ocasiones, las hojas amarillean desde la base hasta la yema terminal, deteniendo la planta su crecimiento, pero sin llegar a morir. La mayor manifestación de síntomas ocurre cuando está próxima la primera cosecha de frutos. Sin embargo, también se observó en plantas recién transplantadas.

El sistema radicular presenta podredumbres de color marrón, que en el caso más extremo implican en su totalidad las raíces principal y secundarias. En ocasiones, la epidermis de la raíz principal no manifiesta podredumbre al-

(*) Comunicación presentada en el VII Congreso de la Sociedad Fitopatológica Mediterránea. Septiembre, 1987. Granada.

guna, pero la médula está deteriorada por una podredumbre húmeda de intenso color marrón.

El cuello de la planta muestra, a veces, una podredumbre marrón que rodea, más o menos, esa zona de unión entre raíces y tallo. En otras ocasiones la epidermis intacta deja ver, al levantarla, una podredumbre marrón/chocolate que implica a la médula y se remonta algunos centímetros por la del tallo propiamente dicho.

El xilema aparece, como una continuación de la podredumbre medular del tallo, con una necrosis marrón, que puede remontarse casi hasta 50 cm. de altura.

No de forma infrecuente, los tallos de las plantas enfermas están recorridos en su epidermis por una necrosis marrón, lineal, que puede alcanzar casi hasta la copa.

Esta sintomatología es netamente diferente a la producida en esta región por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (razas 0 y 1), donde no se han encontrado podredumbres análogas en las plantas afectadas por la "traqueomycosis".

Valoración de la gravedad de la enfermedad

La importancia de la micosis fue seguida en dos grupos de invernaderos: uno enarenado y otro con suelo desnudo.

- A. En los invernaderos no enarenados (12-13 años de monocultivo de tomate), la estimación de daños se hizo sobre la variedad *Bornia*, alcanzando un 12-13% de plantas enfermas y muertas.
- B. En los invernaderos enarenados (19-20 años de cultivo de tomate) dos tipos de estimaciones fueron realizadas:
 - Sobre la superficie total cultivada —variedades *Dombo* y *Dombito*— la incidencia fue del 2-3% de plantas enfermas y muertas.
 - Sobre un invernadero con un ensayo varietal, la valoración más pormenorizada se refleja en el cuadro:

Variedad	Plantas valoradas	Gravedad de la enfermedad (% de plantas muertas y/o enfermas)
Dombello	965	26,94
Ribiera	75	32,00
Ritmo 945	90	4,44
Ritmo 960	90	10,00
Ritmo 812	75	29,33
Dombito	1.735	21,38
Falcon	25	28,00
GC-213	870	8,16
Corindo	180	6,11
	4.105	18,98

Estas observaciones apuntan la posibilidad de que la enfermedad sea menos grave cuando hay capa de arena en el suelo, que cuando se cultiva con suelo desnudo. Una posible explicación estaría en la aseveración de JARVIS y THORPE (1976) al considerar 18° C de temperatura en el suelo como óptimo para el desarrollo de la "Podredumbre del cuello y de las raíces".

IDENTIFICACION DEL AGENTE PATOGENO

Análisis del material de campo

Los resultados de los análisis microbiológicos, pueden estar representados, de forma equilibrada, por uno de los muestreos donde se recogieron 34 plantas en el mes de diciembre de 1985: *Fusarium oxysporum* (100%), *F. solani* (8,82%), *F. roseum* "gibbosum" (5,88%) y *Rhizoctonia solani* (17,64%), *Pythium aphanidermatum* (5,88%) y *Alternaria tenuis* (8,82%). En ninguna ocasión pudo aislarse ningún miembro del género *Phytophthora*, ni del material vegetal ni del suelo. Tampoco resultaron positivos los intentos para aislar *F. oxysporum* del sistema vascular de las plantas enfermas.

La sintomatología observada en las plantas hizo descartar la posibilidad de actuación de *Py. aphanidermatum* (MATTÁ, 1972), de *Rhizoctonia solani* (MANNING, 1980) y *Alternaria tenuis* (GROGAN *et al.*, 1975).



Fig. 1.—Podredumbre radicular y del cuello producida por *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* en la variedad ROMA VF. Compárese con una planta testigo colocada al lado de la enferma (foto: Jesús Fresno).



Fig. 2.—Podredumbre medular del cuello y de la raíz principal, necrosis vascular y emisión de raíces adventicias, provocadas por *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (foto: Jesús Fresno).



Fig. 3.—Manifestación del "parasitismo dulce" de una cepa de *F. oxysporum*, aislada de turba, sobre la var. ROMA VF. Compárese con las plantas testigo (foto: Jesús Fresno).

Eliminadas otras posibilidades, la presencia de *F. oxysporum* era abrumadora en el material de campo analizado. Así, el análisis del suelo de uno de los invernaderos donde se declaró la enfermedad presentaba la siguiente imagen del género *Fusarium*:

	Núm. de propágulos/g. de suelo		
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. roseum</i>
Rizosfera de una planta enferma	5312 ± 585	177 ± 70	—
Suelo entre líneas de tomate (sin colonizar por las raíces)	32 ± 14	54 ± 7	—

Pero *F. oxysporum* es una entidad morfológica, que encierra una variada realidad biológica, y su presencia es común en las raíces de diferentes especies vegetales, haya o no lesiones. Esto hecho impuso la inoculación que orientase sobre las habilidades parasitarias de los *F. oxysporum* aislados.

Inoculaciones en tomate

Se testaron 12 cepas monospóricas (clonadas de un microconidio), aisladas cada una de ellas de una planta enferma, que se compararon con la codificada FORL 18 de débil poder patógeno (COUTEAUDIER, comunicación personal), procedente de la micoteca de la Station de Recherches sur la Flore Pathogénique dans le sol (INRA. Dijon. Francia).

Todos los aislamientos se inocularon sobre plantas con una y cinco hojas verdaderas bien desarrolladas. Se utilizaron tres tipos de sustratos, perlita y vermiculita (desinfección autoclave, 1 h, 120° C) y una mezcla de tierras de invernadero (vapor de agua, 1 h, 100° C). Las experiencias se realizaron en invernadero y en cámara climatizada (3.000-3.500 luz, 16 h/día; 24-26° C, 16 h/día y 16-18° C, 8 h/día).

En cada experiencia, se inoculaban 12-15 plantas por cepa, variedad y sustrato. Las variedades utilizadas: Supermarmande y Roma VF. La infección de los sustratos se hizo regando con una suspensión de propágulos de la cepa, cuando las plantas estaban en el estado fenológico predeterminado para la experiencia. Las plantas se mantuvieron inoculadas entre 30 y 35 días.

En todos los casos experimentados se reprodujeron los síntomas de la enfermedad observados en el campo, y el reaislamiento de *F. oxysporum* fue positivo de las podredumbres de las plantas enfermas, pero no se aisló nunca del sistema vascular.

La ordenación de las cepas, según su agresividad, se presenta teniendo como base la inoculación realizada sobre la var. Roma VF, en cámara climatizada y vermiculita como sustrato. La escala adoptada a tal efecto combinaba: a) número de plantas muertas con síntomas de la enfermedad, b) número de plantas con podredumbre en la raíz principal y c) número de plantas con podredumbre en el cuello. Las repetidas inoculaciones aconsejaron no establecer un ordenamiento rígido, y se decidió agrupar las cepas que habían tenido un comportamiento análogo:

Grupo de patogeneidad	G1(*)	G2	G3	G4
Grupo de aislamiento	Folr1, Folr2, Folr3, Folr6, Folr11, Folr16	Folr4, Folr5, Folr8, Folr9, Folr15	FORL18	Folr13

(*) En el tiempo de la experiencia murieron entre el 20 y el 50% de las plantas.

De forma que los grupos se ordenan de mayor a menor patogeneidad de la siguiente forma:

$$G1 > G2 > G3$$

La agresividad en el grupo 3 (G3) es muy pequeña, no implicando las podredumbres

más que a las raíces secundarias. En el grupo 4 (G4) se ha colocado la cepa Folr13, que se comportó durante todas las inoculaciones como perteneciente a G2, pero en las dos últimas experiencias las plantas no presentaron lesión alguna, aunque si exhibieron un intenso amarilleamiento, importante emisión de raíces a lo largo del tallo y de foliación: ¿por qué varió el poder patógeno?

Especificidad parasitaria

De las experiencias de otros autores se desprende que algunos aislamientos de FORL, tenían cierta patogenicidad sobre pimiento (*Capsicum frutescens*) (YAMAMOTO *et al.*, 1974; ROWE, 1980) y sobre berenjena (*Solanum melongena*) (ROWE, 1980).

Siendo el melón (*Cucumis melo*), la sandía (*Citrullus vulgaris*), el pimiento (*Capsicum annum*) y la berenjena (*Solanum melongena*), cultivos alternativos usuales en la zona donde se aislaron los *F. oxysporum*, se ensayó el poder patógeno de las trece cepas estudiadas en este trabajo.

Ningún síntoma fue observado en ninguna de las variedades inoculadas (melón, Piel de sapo; sandía, Sugar baby; pimiento, Yolo Wonder; berenjena, Black beauty). Y ello, a pesar de haber inoculado los pimientos con dosis doble y triple de inóculo, en las condiciones de cámara climatizada descritas en el apartado anterior.

Búsqueda de las fuentes de contaminación

La posibilidad de que el patógeno FORL se transmita por las turbas y/o sustratos hortícolas, fue puesto de manifiesto por COUTEAUDIER y ALABOUVETTE (1985). Indagando esta vía de contaminación, se analizaron 19 muestras de las siguientes procedencias: España (4), Dinamarca (1), Finlandia (1), Holanda (4) y República Federal de Alemania (9). De todas ellas, sólo las de origen español presen-

taron hongos del género *Fusarium* en los análisis, según se detalla en el cuadro:

Código de sustrato	Núm. de propágulos/g de suelo		
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. roseum</i>
Tur 1	223 ± 75	2153 ± 292	-
Tur 2	21 ± 12	67 ± 5	47 ± 27
Tur 3	18 ± 12	82 ± 18	52 ± 18

Un total de 25 aislamientos de *F. oxysporum* (20 de Tur 1, 3 de Tur 2 y 2 de Tur 3) fueron inoculados sobre plantas de tomate (var. Supermarmade y Roma VF) con la 1.^a hoja verdadera bien desarrollada, mantenidas en cámara climatizada (ver anteriormente) durante los 65 días que duró la experiencia.

Ningún aislamiento reprodujo los síntomas de *f. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, pero 5 de ellos provocaron daños comparables a los producidos por la cepa FORL 18: podredumbre marrón en raíces secundarias. Dieciséis aislamientos indujeron la siguiente sintomatología: 1) reducción de la altura de las plantas (aproximadamente a mitad de las testigos); 2) hojas con foliolas más pequeñas e intensamente amarillas; 3) intensa defoliación; 4) ausencia de podredumbres y/o necrosis. Análoga situación a la descrita ha sido observada para otros aislamientos de *F. oxysporum* inoculados sobre espárrago (*Asparagus officinalis*) (TELLO *et al.*, 1985).

Reflexiones sobre los resultados

Parece que las experiencias presentadas, demuestran que los *F. oxysporum* aislados de los tomates cultivados bajo invernadero, pertenecen a la nueva forma especializada, definida por JARVIS y SHOEMAKER (1978), y, denominada *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Descrita por primera vez para España, según se desprende de la bibliografía consultada. Su especificidad parasitaria ha diferido ligeramente de la presentada por otros autores.

Las experiencias tendentes a esclarecer algunas características del agente patógeno, han evidenciado ciertos hechos que mueven a unas reflexiones:

– El comportamiento de la Folr13 ha sido, cuando menos, desconcertante. Su previsible pérdida de patogenicidad se ha plasmado en la manifestación de una sintomatología tipo “parasitismo dulce” (actuación de una toxina). ¿Existe algún punto de unión entre este fenómeno en la cepa Folr13 y el comportamiento de los 16 aislamientos de *F. oxysporum* aislados del sustrato?

– Ciertamente que ninguno de los aislamientos obtenidos de los sustratos y turbas, han reproducido los síntomas de la enfermedad denominada “Podredumbre del cuello y de las raíces del tomate”. Sin embargo, algunas cepas han producido podredumbres en las raíces comparables a las ocasionadas por la cepa de referencia FOLR-18, clasificada en su día como *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. ¿Cómo interpretar estos resultados?: la resolución de esta cuestión es importante, pues uno de los sustratos analizados (Tur 1), se utilizó para los semilleros de las plantas en las que detectó por primera vez la enfermedad.

ABSTRACT

TELLO, J.C. y LACASA, A., 1988: “La podredumbre del cuello y de las raíces”, causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, nueva enfermedad en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) españoles. *Bol. San. Veg. Plagas*, 14 (2): 307-312.

A *Fusarium oxysporum* foot and root rot of tomatoes, not previously reported in Spain, caused moderate losses in two plantings on greenhouse in Murcia. Based upon symptomatology and the results of pathogenicity tests, it has been shown that it is the *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* is the causal agent of this disease.

Key words: *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, Fusarium Foot and Root rot. Etiology.

REFERENCIAS

- COUPEAUDIER Y., C. ALABOUVETTE, J. LOUVET, 1984: Nécrose du collet et pourriture des racines de tomate causées par un *F. oxysporum*. *Agronomie*, 4 (2), 211.
- COUPEAUDIER Y., C. ALABOUVETTE, 1985: Nécrose du collet et pourriture des racines de tomate. *P.H.M.*, 254, 39-42.
- GROGAN, R.G., K.A. KIMBLE, I. MISAGHI, 1975: A stemcanker disease of tomato caused by *Alternaria alternata* f.sp. *lycopersici*. *Phytopathology*, 65, 880-886.
- JARVIS W.R., H. THORPE, B.H. MACNEIL, 1975: A foot and root rot disease of tomato caused by *Fusarium oxysporum*. *Can. Plant. Dis. Surv.*, 55, 25-26.
- JARVIS W.R., H. THORPE, 1976: Susceptibility of *Lycopersicon* species and hybrids to the foot and root rot pathogene *Fusarium oxysporum*. *Plant. Dis. Reprt.*, 60, 1027-1031.
- JARVIS W.R., R.A. SHOEMAKER, 1978: Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. *Phytopathology*, 68, 1679-1680 (Letter to the Editor).
- KRIKUN, J., A. NACHMIAS, R. COHN, LAHKINTSOR, 1982: The occurrence of Fusarium crown and root rot of tomato in Israel. *Phytoparasitica*, 10, 113-115.
- LEARY, J.V., R.M. ENDO, 1971: A. *Fusarium*-induced root rot of staked tomatoes. (Abstrat). *Phytopathology*, 61, 900.
- MALATHRAKIS, N.E., 1985: Tomato crown and root rot caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Greece. *Plant Pathology*, 33, 438-439.
- MANNING, W.J., 1980: Relationship of *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum coccodes* to basal stem canker of tomato. *Plant Disease*, 64, 76-78.
- MATTA, A., 1972: Osservazioni sul “Marciume estivo” del fusto da *Pythium aphanidermatum* nel pomodoro. *Ann. della Fac. Sc. Agr. Univ. degli Stud. Torino*, VII, 81-90.
- ROWE, R.C., 1980: Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and root rot of greenhouse and field-grown tomatoes in North America and Japan. *Phytopathology*, 70, 1143-1148.
- TELLO, J., M.L. GONZALEZ, A. LACASA, 1985: The “Fusariosis” (disease produced by *Fusarium* spp.) of asparagus in Spain. *Proc. Sixth. Int. Asparagus Symp. EUCARPIA*. Vegetable Section; pp 126-135.
- TELLO, J., A. LACASA, 1986: Podredumbre de las raíces y del cuello del tomate: una enfermedad de reciente aparición en Murcia. *Diario “La Verdad”* (7 de diciembre).
- YAMAMOTO, I., H. KOMADA, K. KUNIASU, M. SAITO, A. EZUKA, 1974: A new race of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* inducing root rot of tomato. *Proc. Kansai Plant Prot. Soc.*, 16: 17-29.