

La fusariosis vascular de la berenjena en Almería

M. T. URRUTIA HERRADA, V.M. GÓMEZ GARCÍA, J. TELLO MARQUINA

Este artículo recoge la descripción de la fusariosis vascular de la berenjena (*Solanum melongena* L.) en Almería. Se identificó el agente causal como *Fusarium oxysporum* (Schl.) f.sp. *melongenae* Matuo et Isigami. Se evaluó la extensión de la enfermedad en la comarca del Poniente, que alcanzó a 5 invernaderos de los términos de Santa María del Águila, La Mojenera y Adra. Se midió la gravedad de la micosis en el invernadero donde su presencia fue más importante, comprobando como con el aumento del fotoperíodo diario y de las temperaturas se fueron incrementando el número de plantas enfermas y muertas. Se describe el síndrome de la micosis. La investigación sobre la transmisión por semillas del parásito a partir de frutos tomados de plantas enfermas, mostró que éste no estuvo presente en las semillas. Se evaluó la resistencia al patógeno de cinco variedades de berenjena muy cultivadas en la zona, no encontrándose una resistencia completa, pero mostrando que la variedad más tradicional (Bonica) apareció como más resistente, pese a que el estudio debería ser más intenso para realizar tal afirmación.

M. T. URRUTIA HERRADA, V.M. GÓMEZ GARCÍA. Laboratorio de Diagnóstico. Servicio de Sanidad Vegetal. Junta de Andalucía. La Mojenera. Almería.
J. TELLO MARQUINA. Dto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería. E-mail: jtello@ual.es

Palabras clave: Fusariosis vascular, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, transmisión por semillas, resistencia varietal, *Solanum melongena*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.) se realiza en Almería bajo invernadero, con riego por goteo y, fundamentalmente, en cultivo enarenado aunque también se maneja en cultivo sin suelo. El cultivo se practica de octubre a junio, siendo los meses mejores, por los precios alcanzados, de noviembre a marzo.

En la campaña 1996-1997, cuando se inició el trabajo que ahora se presenta, la producción total se valoró en 53.316 tm, de las cuales el 48% se destinó a los países de la Unión Europea, fundamentalmente. Es, por lo tanto, un cultivo importante cuyas enfermedades han merecido poca atención. Qui-

zás, por no ser tan graves como las de otras especies hortícolas; o, simplemente, porque la rusticidad de la especie atenúa su incidencia.

En este artículo se presentan los resultados de la identificación de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, que origina la micosis conocida como Fusariosis Vascular. Es la segunda vez que se da una noticia sobre este parásito en España. La primera fue dada por TELLO (1984), que encontró la enfermedad en los berenjenales de Tabernes de Valldigna (Valencia) allá por el año 1978 (TELLO, 1978). Dicho autor no hace estimaciones sobre su importancia y describe los síntomas, sólomente en las plantas inoculadas experimentalmente. Plantas con un síndrome

análogo fueron apreciadas en Almería por Gómez en 1996 (GÓMEZ; Com. pers.).

La fusariosis vascular de la berenjena no es una enfermedad frecuente ni ampliamente distribuida en el mundo, si nos atenemos a la literatura revisada. Citada en Japón (KAWARADANI *et al.* 1994; KISHI, 1974) y en la India (MANDHARE y PATIL, 1993; MISHRA *et al.*, 1994), en Israel se ha observado esporádicamente (KENNETH *et al.*, 1970) y en Europa se ha señalado en Holanda (VAN STEEKELENBURG, 1976; RUNIA, 1988) y en Italia se describe como frecuente (STRAVATO *et al.* 1993). La transmisión por semillas del patógeno ha sido dada a conocer en Italia por GAROFALO (1955, 1956).

MATERIALES Y MÉTODOS

Detección y aislamiento

Las primeras plantas con berenjena con síntomas recibidas en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Junta de Andalucía, situado en La Mojonera (Almería), se examinaron en octubre de 1996 y procedían de invernaderos de la Comarca del Poniente, situados en Santa María del Águila y Adra. Estas muestras dieron lugar a una prospección más amplia. Las explotaciones muestreadas fueron cinco: una en Santa María del Águila, dos en La Mojonera, una en Adra y otra en La Puebla de Vícar. La valoración de la gravedad de la micosis se realizó desde octubre de 1996 hasta marzo de 1997. La variedad cultivada en todos los invernaderos era Cava. La evolución de la incidencia se efectuó con más detalle quincenalmente, en el invernadero de Santa María de Águila. En dicha explotación el cultivo se practicaba en enarenado, siendo el anterior a la berenjena, pimiento. El suelo no se desinfectó previamente.

La técnica analítica aplicada a las plantas con síntomas fue la indicada para este tipo de enfermedad por TELLO *et al.* (1991).

Ensayos de patogenicidad

La comprobación del poder patógeno sobre berenjena se hizo con once aislados de *Fusarium oxysporum*. Cinco obtenidos del

invernadero de Santa María del Águila (FOMe 3, FOMe4, FOMe5, FOMe6, FOMe7), tres de uno de los invernaderos de La Mojonera (FOMe2, FOMe10, FOMe12) y tres de la explotación de Adra (FOMe1, FOMe8, FOMe9). Todas las cepas del hongo se aislaron del xilema del tallo de plantas enfermas, menos la FOMe3 que se aisló del xilema del pecíolo y las codificadas como FOMe4 y FOMe5 que obtuvieron del xilema del pedúnculo de sendos frutos. Cada aislado fue inoculado en plantas de berenjena que tenían tres hojas verdaderas bien formadas, según la técnica descrita por TELLO (1984). Por cada cepa se inocularon 10 plantas de la var. Cava. Este número de plantas se inoculó en todos los ensayos presentados en este trabajo. Las plantas antes y después de inocular se desarrollaron en vermiculita, abonándolas con una solución nutritiva habitualmente usada en el invernadero. Todas las inoculaciones se hicieron por riego del inóculo al sustrato como indica TELLO (1984). Las plantas antes y después de inocular se mantuvieron en invernadero durante 65 días. El invernadero provisto de mesas para macetas estaba dotado de calefacción por aire caliente y un "cooling system" que permitía 60 renovaciones de aire por hora. Las temperatura y humedades máximas, mínimas y medias durante los tiempos que duraron los ensayos se recogen en las Figuras 1 y 2.

Especificidad parasitaria.

Para comprobar la especificidad parasitaria se inocularon cinco aislados de *F. oxysporum* obtenidos de berenjena (FOMe3, FOMe4, FOMe5, FOMe6, FOMe7) y un aislado de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza o sobre tomate tipo "cereza" (var. Josefina), pimiento (var. Atol) y berenjena (var. Diva y var. Cava), cuando las plantas tenían entre dos y cuatro hojas verdaderas. La cepa de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 0 procedía de la micoteca de J. Tello depositada en el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, y fue aislada de plantas de tomate cultivadas en invernadero en Mazarrón (Murcia).

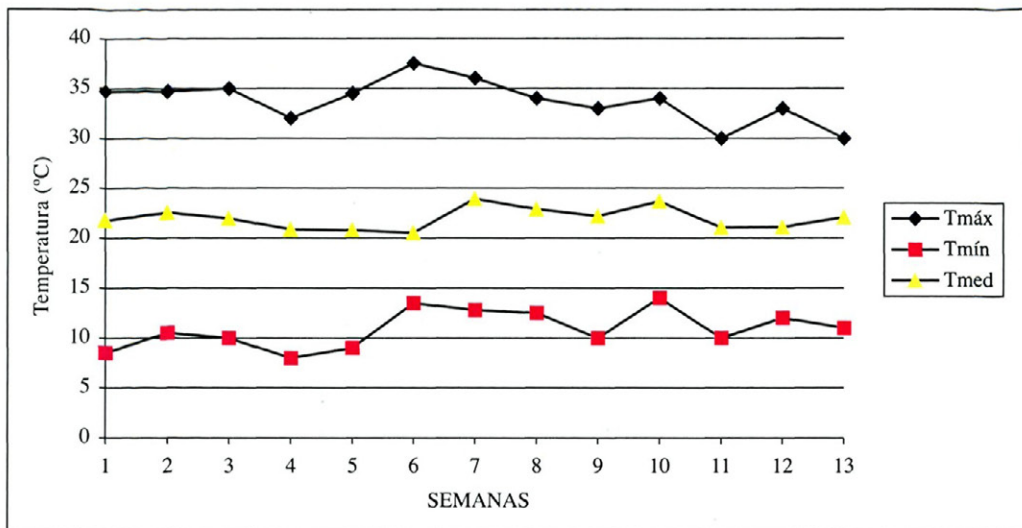


Figura 1.- Datos de temperatura (°c) en el invernadero de ambiente controlado.

Resistencia varietal.

La búsqueda de resistencia en las variedades de berenjena más cultivadas en Almería se hizo con tres cepas (FOMe1, FOMe2, FOMe3) sobre las variedades siguientes: Cava, Diva, Madonna, Bonica y Cyntia. Los procedimientos y técnicas se han especificado anteriormente. En esta ocasión, se dispusieron las plantas en bloques al azar, de

manera que cada variedad estuvo repetida tres veces para cada aislado del hongo a razón de 10 plantas por repetición. Los resultados se evaluaron a los 120 días después de haber inoculado.

Transmisión por semillas.

La posible transmisión de *F. oxysporum* f.sp. *melongenae* por las semillas, fue inves-

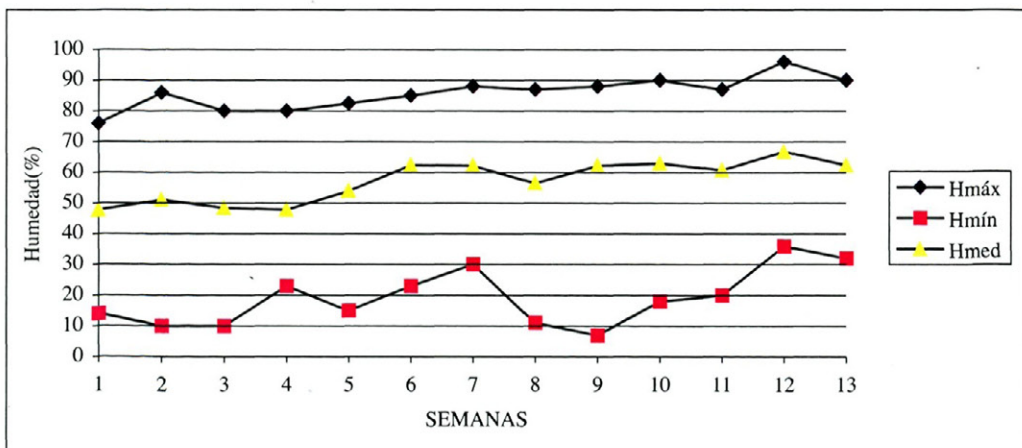


Figura 2.- Datos de humedad (%) en el invernadero de ambiente controlado.

tigada a partir de los frutos tomados de plantas con el síndrome de la enfermedad. Para ello se tomaron 8 frutos de otras tantas plantas enfermas y se analizaron los peciolo siguiendo la misma técnica que la indicada para los tallos de plantas enfermas. La instalación del hongo en semillas y pulpa de los frutos se indagó triturando por cada fruto 10 g de pulpa con semillas en 20 ml de agua estéril. Del triturado se analizaron 20 fracciones de 1 ml que se mezclaron individualizadamente con 17 ml de PDA en surfusión. De esta manera, por cada fruto se elaboraron 20 placas de Petri de 9 cm de diámetro. La incubación se hizo en estufa a 25 °C y oscuridad, durante 10 días.

La identificación morfológica de *Fusarium oxysporum* se hizo de acuerdo con los criterios de NELSON *et al.* (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Síndrome de la enfermedad

Los síntomas observados en campo fueron de 2 tipos ligeramente diferenciados. En los invernaderos de Santa María de Águila, La Mojonera y La Puebla de Vúcar se manifestaron los correspondientes al síndrome de amarilleamiento. En la explotación de Adra los síntomas fueron esencialmente de marchitamiento.



Figura 3: Primeros síntomas en campo. Amarilleo generalizado de las venas foliares.

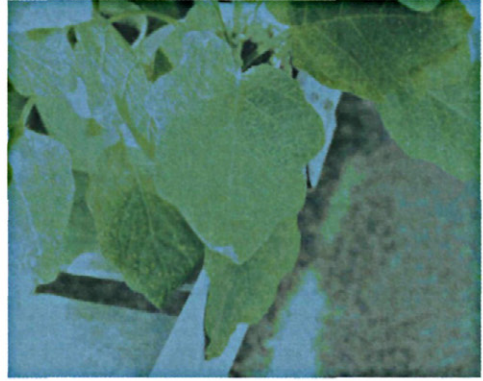


Figura 4: Amarilleo generalizado de las venas foliares en un estado más avanzado de la enfermedad.



Figura 5: Amarilleo y necrosamiento unilateral en la hoja.



Figura 6: Amarilleo generalizado en hojas y necrosamientos.



Figura 7: Rodal de plantas totalmente marchitas.



Figura 8: Síntomas de marchitamientos. Apréciase la combinación con los síntomas de amarilleamiento.

El primer síndrome se manifiesta de la siguiente manera: reducción generalizada del porte de las plantas. Uno o varios tallos mostraron a partir de las hojas más viejas un amarilleamiento muy llamativo de las venas del limbo (Fig.3 y Fig.4). Amarilleamiento que puede ser unilateral (Fig.5). Esta "clorosis" se generalizaba antes de la muerte de la planta (Fig.6 y Fig.7). Una ligera variante de estos síntomas se encontró en la explotación de Adra. Las hojas se marchitaban bruscamente de forma irreversible, en verde, aunque algunas mostraron una ligera amarillez del limbo (Fig.8). En

ambos casos el xilema se tiñó de una intensa coloración marrón (Fig.9) y las raíces no exteriorizaron podredumbre alguna hasta que la planta murió por completo (Fig.10). Los síntomas descritos corresponde a los de una micosis vascular y difieren de los relatados por TELLO (1984) en lo concerniente al amarilleamiento de las venas foliares. Son distintos, también, de los ocasionados por *Verticillium dahliae*.

Asociados a los síntomas anteriores se aisló del xilema de las plantas *Fusarium oxysporum* prácticamente en todo el material anilizado.



Figura 9: Necrosis de vasos.



Fig. 10: Apreciación del sistema radicular sin síntomas. La planta de la derecha estaba totalmente muerta.

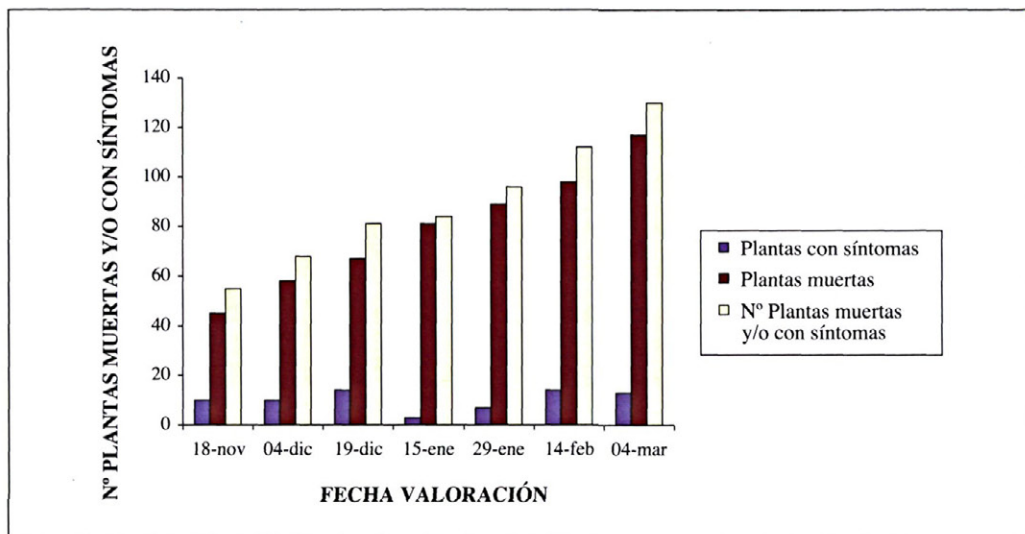


Figura 11.- Gravedad e incidencia de la enfermedad en un invernadero comercial de berenjena (Santa María del Águila, Almería)

La gravedad de la fusariosis vascular fue evaluada en el único invernadero donde adquirió una cierta relevancia. Fueron afectadas en Santa María del Águila un 5% de las plantas cultivadas. La evolución temporal de la micosis se recoge en la Fig. 11, donde se puede apreciar un incremento de la incidencia conforme alarga el fotoperíodo y se elevan las temperaturas.

Ensayos de patogenicidad

La comprobación del poder patógeno y la reproducción de síntomas de los 11 aislados de *F. oxysporum*, obtenidos del xilema de plantas enfermas, se presenta en el Cuadro 1.

Todas las plantas inoculadas reprodujeron los síntomas observados en el campo y del xilema fue reaislado *F. oxysporum*. Del cuadro 1 puede extraerse una interesante orientación aproximativa sobre la agresividad de los aislados: los codificados como FOMe2, FOMe3, FOMe10 y FOMe11 son los más agresivos, siguiéndole el señalado como el FOMe1 para situarse a continuación FOMe4 y FOMe6, en penúltimo lugar se sitúa FOMe7 y la última agrupación con menor

Cuadro 1.- Porcentaje de plantas de berenjena (var. Cava) enfermas o muertas, 65 días después de la inoculación

Código de Aislado	Plantas con síntomas (%)	Plantas muertas (%)
FOMe1	10	90
FOMe2	0	100
FOMe3	0	100
FOMe4	20	80
FOMe5	50	50
FOMe6	20	80
FOMe7	30	70
FOMe8	50	50
FOMe9	50	50
FOMe10	0	100
FOMe11	0	100

agresividad, la compusieron FOMe5, FOMe8 y FOMe9.

Identificación morfológica de los aislados inoculados

Todos se ajustaron morfológicamente a las prescripciones dadas para la especie por NELSON et al.(1983).

Especificidad parasitaria

La especificidad parasitaria fue, igualmente, muy marcada en la gama de hospedadores ensayada. Mientras que los cinco aislados inoculados sobre berenjena, tomate y pimiento, sólo manifestaron síntomas sobre las dos variedades de berenjena inoculadas (Cava y Diva) y no sobre tomate y pimiento. El aislado de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (raza 0) inoculado sobre las mismas especies y variedades sólo enfermó y reprodujo los síntomas de fusariosis vascular en la variedad Josefina de tomate.

Se puede, por lo tanto, afirmar que el patógeno causante de la enfermedad observada en los invernaderos del Poniente Almeriense fue *Fusarium oxysporum* Schl. f.sp. *melongenae* Matuo e Ishigami.

Transmisión por semillas

Para encontrar una posible fuente de inóculo primario, se analizaron frutos de plantas enfermas. Mientras que en el sistema vascular del peciolo de los 8 frutos analizados, se apreciaron las necrosis visualmente y de ellas se aisló *F. oxysporum*, que fue patógeno sobre plantas enfermas, no se puede decir lo mismo de la pulpa y semillas de dichos frutos. En estos tejidos no se aisló el hongo en ningún caso.

Resistencia varietal

En lo concerniente a la evaluación dela resistencia de las variedades de berenjena disponibles en el mercado, los resultados se ordenan en la Fig. 12: la variedad Bonica es la que mayor resistencia presenta a los tres aislados del patógeno, mientras que Cyntia y Cava muestran una mayor sensibilidad, resultados que no dejan de sorprender por cuanto Bonica es la

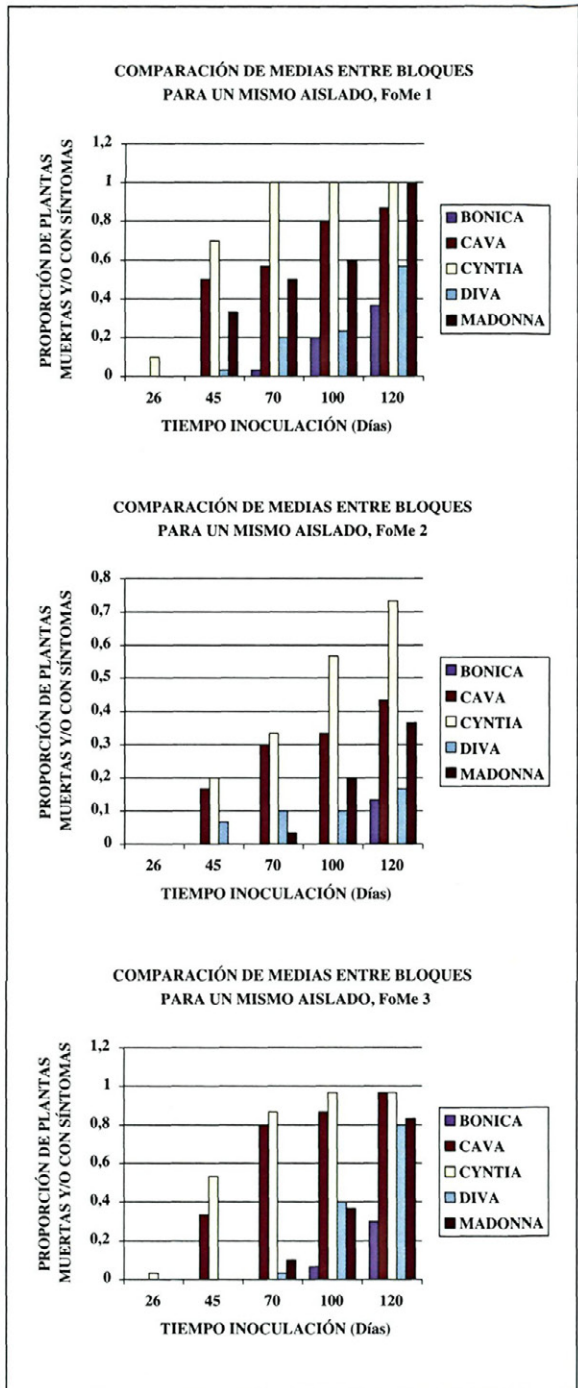


Figura 12.- Evaluación de la resistencia de 5 variedades de berenjena a tres aislados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*

variedad tradicionalmente ofertada desde hace numerosos años. Pese a que el número de plantas inoculadas fue de 30 por variedad, éste resulta pequeño para dar como definitiva la resistencia encontrada, y sería merecedor este apartado de una investigación más detallada.

Los datos que se presentan en este artículo corresponden a la campaña 1996-97, a pesar de ello no se ha registrado un incremento de la enfermedad más allá de lo relatado aquí. Sin embargo el valor del trabajo reside en dar una segunda cita del patógeno en España. Patógeno que no es muy frecuente en el mundo.

ABSTRACT

URRUTIA HERRADA M. T., V.M. GÓMEZ GARCÍA, J. TELLO MARQUINA . 2004. Fusarium wilt on eggplant In Almería (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 85-92.

This article reports the description of *Fusarium* wilt on eggplant (*Solanum melongena* L.) at Almería (Southern Spain). *Fusarium oxysporum* Schl. f.sp. *melongenae* Matuo et Ishigami was identified as the origin of the vascular disease. The disease was evaluated in five greenhouses in Santa María del Águila, La Mojonera, and Adra within the Poniente area of Almería. The mycosis severity was assessed in the greenhouse where the disease was the most acute. The number of diseased and dead plants increased followed the daily photoperiod and temperature. Five eggplant cultivars grown in the area were used for the evaluation of resistance to the pathogen.

Key words: Fusarium wilt, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, seeds transmission, varietal resistance, *Solanum melongena*.

REFERENCIAS

- GAROFALO, F.1956. Osservazione sui semi di melanzana infetti da *Fusarium*. *Nuovo G. Bot. Ital. N.S.*, **62**: 545-546.
- GAROFALO, F.1956. Sull' avvizzimento delle piante di *Solanum melongena* L. in Piemonte. *Annali Sper. agr. N.S.*, **10**: 1383-1400
- KAWARADANI, M., KUSARAKI, S., MORITA, S., TANAKA, Y.1994. The enzymes activities in eggplant *Solanum melongena* infected with the soilborne diseases and application to diagnosis for diseases. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, **60** (4): 507-513
- KENNET, R., BARKAY-GOLAN, R., CHORIN, M., DISHON, J., KATAN, Y., NETZER, D., PALT, J., VOLCANI, Z.1970. A revised checklist of fungal and bacterial diseases of vegetable crops in Israel. *Spec. publ. Volcani Inst. Agric. Res. Bet Degan* 39 pp.
- KISHI, K.1974. Disease and pest control in enclosed environments in Japan. *Outl. Agric.*, **8** (2): 100-104
- MANDHARE, V.K., PATIL, P.L.1993. Varietal screening and efficacy of fungicides against *Fusarium* wilt of brinjal. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, **18**: 34-36
- MISHRA, S.K., NAIK, R.P., SWAIN, P.K.1994. Field evaluation of brinjal cultivars against *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas solanacearum* and *Meloidogyne incognita*. *Orissa Journal of Agricultural Research*, **7**: 34-37
- NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A., MARASAS, W.F.O.1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. Ed. The Pennsylvania State University Press, 193 pp.
- RUNIA, W.Th.1988. Elimination of plant pathogens in drainwater from soilless cultures. *Procc. 7TH Inten. Congr. On Soilless Culture. Fevonof. The Netherlands*: 429-443
- STRAVATO, V.M., CAPELLI, C., POLVERANI, A.1993. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* agente della tracheofusariosi della melanzana. *Informatore Fitopatologico*, **10**: 51-54
- TELLO, J.C.1978. Presencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* en los cultivos de berenjena del Levante. II Reunión del Grupo Especializado en Fitopatología Microbiana. Sociedad Española de Microbiología. Valencia. Diciembre 1978
- TELLO, J.C.1984. Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Observaciones en los cultivos del litoral mediterráneo español. *Comunicaciones INIA. Serie: Protección Vegetal*, **22**, 342pp.
- TELLO, J.C., VARÉS, F., LACASA, A.1991. Análisis de muestras. In: *Manual de Laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos*. Ed. MAPA. Madrid: 39-72.
- VAN STEEKELENBURG, N.A.M.1976. *Fusarium* wilt of eggplant in the Netherlands. *Neth. J. Pl. Path.*, **82**: 191-192.

(Recepción: 7 abril 2003)

(Aceptación: 17 junio 2003)