

Control de la podredumbre del tallo y de la raíz del pepino en cultivos sin suelo en Almería (Sureste de España)

M. A. AÑAÑOS BEDRIÑANA, M. DE CARA GARCÍA, D. PALMERO LLAMAS, M. SANTOS HERNÁNDEZ, J. C. TELLO MARQUINA

En este trabajo se presentan los resultados sobre el control de la podredumbre del tallo y de la raíz del pepino, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Se evaluaron dos procedimientos de control: la desinfección del sustrato de cultivo (perlita) y el uso de plantas de pepino (cv Borja) injertadas sobre híbridos de calabaza.

Para la desinfección química del sustrato se utilizaron: metam potasio, metam sodio y 1,3 dicloropropeno + cloropicrina (con dos concentraciones diferentes de las materias activas que constituyen el formulado comercial), estos tratamientos se ensayaron con y sin solarización y un testigo sin tratar. Para el ensayo de control con plantas injertadas se utilizaron 8 patrones comerciales, habituales en la zona para el cultivo de sandía (C16, Titán, Hércules, Ps110, TZ148 o patrón, RS841 y Ps190), previamente fue ensayada la resistencia de estos patrones a *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* en condiciones controladas.

Los resultados evidenciaron que los desinfectantes químicos y la solarización no llegaron a controlar satisfactoriamente la enfermedad durante las dos épocas habituales de cultivo en la zona (otoño y primavera). La protección medida en algunos tratamientos no alcanzó a los 10 meses que abarcaron los dos cultivos. El 1,3 dicloropropeno + cloropicrina sin solarización pudo equipararse a la solarización, ambos tratamientos como más eficaces, aunque el costo difiere considerablemente.

En lo concerniente al uso de plantas injertadas, el ensayo de resistencia al patógeno en condiciones controladas puso en evidencia que todos expresaron una resistencia completa, aunque el C16 presentó ligeros síntomas en la raíz y en el cuello en un porcentaje pequeño de plantas. El experimento realizado en el invernadero utilizando como sustrato perlita nueva no manifestó presencia de enfermedad en los testigos con plantas sin injertar; sin embargo, puso en evidencia un significativo incremento de la producción, exceptuando el patrón C16. Cuando el experimento se realizó en perlita cultivada durante 3 años, el testigo sin injertar manifestó la enfermedad muriendo el 100% de las plantas y presentando unas mermas de producción del orden del 58,33%. En general la producción de las plantas injertadas en este sustrato fue inferior a las mismas combinaciones patrón/injerto ensayadas con perlita nueva, lo que sugiere un problema de fatiga o agotamiento del sustrato.

M. A. AÑAÑOS BEDRIÑANA, M. DE CARA GARCÍA, M. SANTOS HERNÁNDEZ, J. C. TELLO MARQUINA. Dto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. jtello@ual.es
D. PALMERO LLAMAS. Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Agrícola. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid.

Palabras clave: *Cucurbita pepo* x *C. moschata*, *Cucumis sativus*, fusariosis.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino ocupa en la provincia de Almería en torno a 4000 ha (Instituto

de Estudios Cajamar, 2006), situándose en el sexto lugar entre los cultivos de Almería. Se practica en invernadero con una producción media de 80.000 kg-ha⁻¹. Las variedades que

se utilizan son de fruto largo tipo holandés. La superficie del cultivo que se hace en sustratos (perlita, lana de roca, fibra de coco) es de 1.400 ha. El cultivo se hace en dos épocas del año: otoño y primavera.

La fusariosis que causa la podredumbre del tallo y de la raíz está causada por *Fusarium oxysporum* Schlechtend: Fr. f. sp. *radicis-cucumerinum* D.J. Vakalounakis y fue descrita en España por MORENO *et al.* (2001). Por primera vez fue reportada la enfermedad en Grecia por VAKALOUNAKIS (1996), aunque anteriormente un síndrome análogo fue descrito por GERLACH y BLOCK (1988), proponiendo para la denominación del patógeno *F. oxysporum* f. sp. *cucurbitacearum* y, posteriormente, PUNJA *et al.* (1998), propusieron denominarlo como *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucurbitacearum*. Las dificultades para asignar una denominación a algunas de las formas especializadas que enferman a las cucurbitáceas, radica en su falta de especificidad dentro de la familia. Este aspecto fue abordado por MCMILLAN (1986), quien sugirió que no se trataba de verdaderas formas especializadas, sino de razas de una forma especializada que enferman a hospedadores comunes dentro de la familia Cucurbitaceae.

El trabajo que se presenta se hizo en una explotación agrícola de 10 ha con invernade-

ros tipo Almería donde la podredumbre del tallo y de la raíz provocó en el ciclo 2002-2003 hasta el 16% de plantas muertas y donde la utilización de diferentes desinfectantes aplicados al sustrato de cultivo (perlita) no tuvieron una eficacia que las hiciese soportables desde el punto de vista económico (AÑAÑOS BEDRIÑANA, 2006). En los años transcurridos desde la descripción de la enfermedad en Almería no se han tenido noticias de nuevas expresiones de la micosis con la importancia de la referida en este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Invernaderos donde se hicieron los experimentos

Están situados en el término municipal de El Ejido (Almería), las coordenadas que los sitúan geográficamente son 36°4'10" de latitud N y 2°43'10" de longitud O, con una altitud de 45 m.s.n.m. La explotación cuenta con una superficie total de 10 ha invernadas, repartidas en 14 invernaderos de 5.000 m² y dos de 15.000 m². Cuando se hicieron los experimentos los invernaderos tenían una antigüedad de 25 años. La estructura es del tipo Almería simétrico, conocido como de "raspa y amagado" en el argot técnico, con una altura en cumbre de 3,5 m y hasta



Figura 1. Ubicación topográfica de la finca. Fotografía cenital.



Figura 2: Ventilación cenital y cultivo de pepino en plena producción.



Figura 3: Sacos de cultivo conteniendo el sustrato perlita.

el canalón de 2,5 m y una orientación Norte-Sur. El material de cubierta era de polietileno tricapa de 800 galgas y tres años de uso. El cultivo se realiza fuera del suelo en sacos de 45 l de perlita tipo B-12 (Figuras 1, 2, 3)

La variedad de pepino tipo holandés o tipo Almería utilizada en los experimentos fue el cv Borja. La evaluación de la micosis fue realizada durante la campaña 2003-2004 y la determinación del patógeno se hizo inoculando 17 aislados, obtenidos de la explotación agrícola sobre plantas de pepino (cv Marketmore), resultando todas ellas patógenas (AÑAÑOS BEDRIÑANA, 2006).

Control mediante la desinfección del sustrato de cultivo

Evaluación de la desinfección de la perlita y tratamientos aplicados

Los tratamientos comportaron el uso de los fumigantes: metam sodio, metam potasio y la combinación 1,3 dicloropropeno con

cloropicrina que se aplicaron con y sin polietileno transparente de 150 galgas. En el caso de usar polietileno se practicó una solarización durante 31 días. Además se ensayó solarización sola durante 31 días. El testigo no recibió tratamiento alguno. La aplicación de la solarización se hizo desde el 14 de junio hasta el 14 de julio del año 2003.

Los productos fumigantes se aplicaron directamente a los sacos de perlita a través de la red de riego por goteo (goteros de tipo autocompensante y de piqueta con un caudal de aforo de 2,83 l·h⁻¹). La evaluación de los goteros mostró un coeficiente de uniformidad del 93 %.

Los tratamientos y las dosis de aplicación se resumen en el Cuadro 1, donde puede apreciarse que se ensayaron dos riquezas diferentes para el 1,3 dicloropropeno + cloropicrina.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones. Cada parcela elemental tuvo una superficie de 417 m² por tra-



Figura 4: Tratamiento de solarización en los sacos de perlita. Obsérvese que el polietileno cubre toda la superficie del suelo.

Cuadro 1. Características de los tratamientos de desinfección ensayados en sustrato perlita para el cultivo de pepino. Campaña 2003-2004.

Materia activa desinfectante	Dosis de aplicación (kg·ha ⁻¹)	Técnicas de aplicación y otras características
T1: Metam potasio	800	Aplicación por inyección a través de la electro válvula.
T2: Metam potasio + plástico transparente de 150 galgas	800	Aplicación por inyección a través de la electro válvula y cubierta de plástico transparente de 150 galgas.
T3: Cloropicrina 56,7% + 1,3-Dicloropropeno 40,6%	480	Aplicación por inyección a través de la electro válvula.
T4: Cloropicrina 56,7% + 1,3-Dicloropropeno 40,6% + plástico transparente de 150 galgas	480	Aplicación por inyección a través de la electro válvula y cubierta de plástico transparente de 150 galgas.
T5: Metam sodio	800	Aplicación por inyección a través de la electro válvula.
T6: Metam sodio + plástico transparente de 150 galgas	800	Aplicación por inyección a través de la electro válvula y cubierta de plástico transparente de 150 galgas.
T7: 1,3-Dicloropropeno 59% + Cloropicrina 34,6%	480	Aplicación por inyección a través de la electro válvula.
T8: 1,3-Dicloropropeno 59% + Cloropicrina 34,6% + plástico transparente de 150 galgas	480	Aplicación por inyección a través de la electro válvula y cubierta de plástico transparente de 150 galgas.
T9: Solarización con plástico transparente de 150 galgas (del 14 de junio al 14 julio 2003)	0.0	Sacos de cultivo cubiertos de plástico transparente de 150 galgas.
T10: Testigo sin tratar	0.0	Sin tratamiento

tamiento lo que supone una superficie total del experimento de 12.510 m².

La evaluación de la eficacia de los tratamientos de desinfección se hizo en dos cultivos consecutivos: otoño y primavera de la campaña 2003-2004. El primer cultivo duró desde agosto a diciembre de 2003 y el segundo desde diciembre 2003 hasta mayo 2004. El cultivo siguió las pautas de producción establecidas para toda la explotación agrícola.

Análisis del sustrato

Con objeto de conocer el efecto de los tratamientos de desinfección ensayados se analizaron las densidades de inóculo de las especies de *Fusarium* en el sustrato. Los análisis se hicieron antes e inmediatamente después de desinfectar (Figura 4).

El procedimiento analítico fue el indicado por TELLO *et al.* (1991). Las muestras fueron secadas en el ambiente de una habitación limpia, hasta alcanzar un porcentaje de humedad próximo al 0%. Después fueron trituradas en un mortero de porcelana y tamizadas por un cedazo de 200 µ de luz. El análisis se hizo

añadiendo cantidades pesadas a un medio selectivo para *Fusarium* (KOMADA, 1975) en estado de fusión (temperatura 30-35°C). Las placas se incubaron bajo luz fluorescente continua durante un máximo de 8 días.

Control mediante el uso de plantas de pepino injertadas.

Evaluación de la resistencia de patrones comerciales en condiciones controladas

Se evaluaron 7 portainjertos comerciales, híbridos de *Cucurbita maxima* x *C. moschata*. Las denominaciones comerciales de dichos patrones son: RS-841, TZ-148 (patrón), Hércules, Titán, C-16, PS-110 y PS-190. Las inoculaciones se hicieron utilizando el aislado 1-J.FORC-1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (AÑAÑOS BEDRIÑANA, 2006). Por cada patrón se ensayaron 10 plantas que se inocularon en estado cotiledonar y se mantuvieron en cámara de ambiente controlado (25°C, 12.000 lux de iluminación y 16 h·día⁻¹ de luz) durante 50 días. El sustrato utilizado fue vermiculita esterilizada (1h, 120°C,

autoclave) y cada planta ocupó una maceta de 1 l de capacidad. El inóculo añadido fue un triturado del hongo crecido en PDA en 100 ml de agua destilada (10^3 UFC·ml⁻¹) por cada maceta. Como testigo inoculado se utilizó el cultivar Borja de pepino. Todos los patrones tuvieron sus testigos sin inocular.

Evaluación del control de la enfermedad en invernadero utilizando plantas injertadas

La evaluación se realizó desde la mitad de febrero hasta final de mayo de 2005. Se hicieron dos ensayos paralelos. Uno utilizando sacos de perlita nuevos y otro utilizando perlita que había sido plantada durante tres campañas, soportando, en consecuencia 6 cultivos de pepino.

Los experimentos se plantearon en bloques al azar con tres repeticiones por cada patrón. La parcela elemental estuvo conformada por 15 plantas.

Las plantas fueron injertadas en un semi-

llero comercial, utilizando como variedad el cv Borja. El testigo utilizado fue el cv Borja sin injertar. Se evaluó la producción final de pepinos y se computaron las plantas que manifestaron síntomas o murieron por la enfermedad. El cultivo siguió las pautas de producción (abonados, riegos, tratamientos fitosanitarios, podas, etc.) establecidas para toda la explotación agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Control de la enfermedad mediante la desinfección del sustrato

Las densidades de especies de *Fusarium* antes y después de la desinfección del sustrato se resumen en el Cuadro 2. Los datos se acompañan de las densidades de inóculo al final de la campaña

Los resultados indican que todos los tratamientos disminuyeron la densidad de *F.*

Cuadro 2. Microbiota fusárica presente en las muestras de perlita analizadas: antes de los tratamientos (a), después de los tratamientos (d) y al final de campaña (f), Las concentraciones del hongo están expresados en u.f.c.g⁻¹ de perlita seca. *Fusarium oxysporum* (Fo), *Fusarium solani* (Fs) y *Fusarium roseum* (Fr).

u.f.c./g	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	PROMEDIO
	M. K	M. K + solarización	Pic+ 1,3-D	Pic+1,3-D+ solarización	M.Na	M. Na + solarización	1,3-D+Pic	1,3-D+Pic + solarización	Solarización	Testigo	
Fo (a)	3819	963	1958	61197	419	375	4176	2889	124	3718	7963.83 b
Fo (d)	321	244	163	0	2143	127	502	0	2513	6423	1252.43 c
Fo (f)	78655	14831	267	217	20139	2099	25936	2030	29246	107127	27971.80 a
Fs (a)	1023	277	9	116	124	0	0	376	5	9	197.33 c
Fs (d)	0	18	353	0	73	1405	495	17	857	2905	616.70 c
Fs (f)	312	0	0	0	7	0	0	17	0	0	35.45 c
Fr (a)	0	0	0	0	0	0	0	32	32	0	6.20 c
Fr (d)	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	1.60 c
Fr (f)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00 c

Valores seguidos por distinta letra en la columna "Promedio" muestran diferencias significativas en la comparación con Test de Mínima Diferencia Significativa (LSD., $P < 0,05$).

Donde:

T1: Metam potasio (800 kg·ha⁻¹)

T2: Metam potasio (800 kg·ha⁻¹) + plástico transparente de 150 galgas

T3: Cloropicrina 56,7% + 1,3-dicloropropeno 40,6% (480 kg·ha⁻¹)

T4: Cloropicrina 56,7% + 1,3-dicloropropeno 40,6% + plástico transparente de 150 galgas (480 kg·ha⁻¹)

T5: Metam sodio (800 kg·ha⁻¹)

T6: Metam sodio (800 kg·ha⁻¹) + plástico transparente de 150 galgas

T7: 1,3-dicloropropeno 59% + cloropicrina 34,6% (480 kg·ha⁻¹)

T8: 1,3-dicloropropeno 59% + cloropicrina 34,6% + plástico transparente de 150 galgas (480 kg·ha⁻¹)

T9: Solarización

T10: Testigo sin tratar

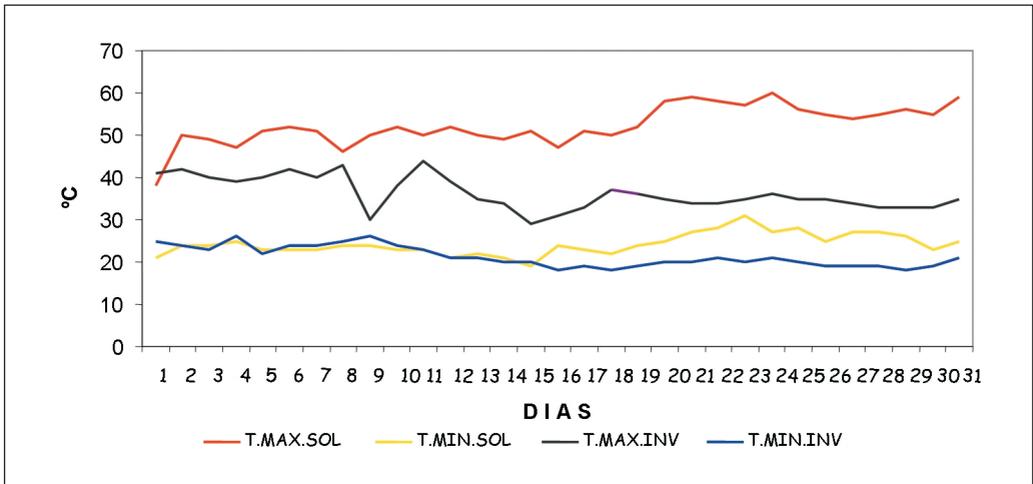


Figura 5. Dinámica de la variación de las temperaturas máximas y mínimas registradas dentro del invernadero (Inv.) y en el interior de los tratamientos de solarización (Sol.)

oxysporum si se comparan con las obtenidas antes de tratar, exceptuando la solarización sola (tratamiento T9) y el tratamiento con metam sodio (tratamiento T5). Las temperaturas de solarización se representan en la Figura 5.

Las temperaturas máximas alcanzadas en la perlita podrían explicar la disminución de inóculo, pero tal justificación no es válida cuando se considera la temperatura mínima, debiendo atribuirse la disminución a la combinación con los químicos. MARTÍNEZ *et al.*

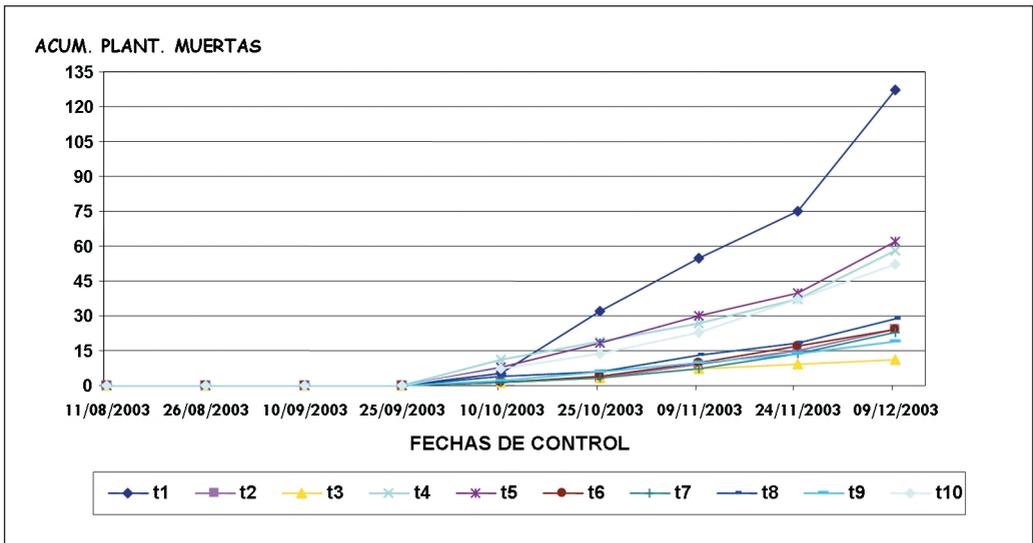


Figura 6. Curva de desarrollo de la enfermedad en plantas de pepino. Campaña 2003-2004, cultivo de otoño.

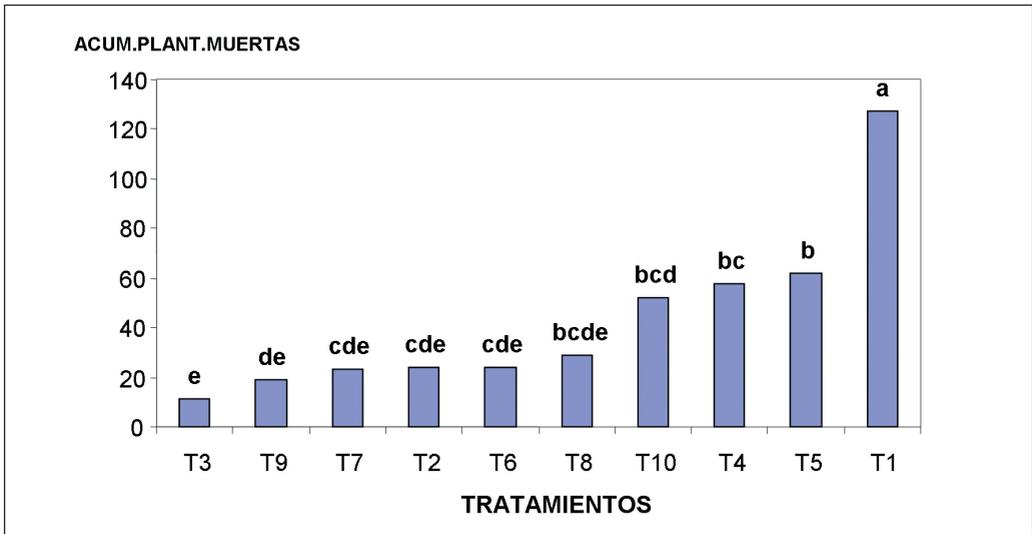


Figura 7. Promedio del acumulado de plantas muertas y su significación estadística. Cultivo de otoño, campaña 2003-2004.

(2006) obtienen para 20 cm de profundidad en el suelo en el Campo de Cartagena, durante los meses de julio y agosto temperaturas

oscilando entre 45 y 55°C, mientras que el ambiente aéreo del invernadero alcanza entre los 60 y 70°C. En esta situación la disminu-



Figura 8: Muerte de plantas de pepino a causa del *F. oxysporum* f. sp. *radicum-cucumerinum* en los ensayos. Campaña de otoño, 2003-2004.



Figura 9. Pudrición parcial de la raíz y total del cuello de planta de pepino causada por *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Tratamiento testigo, otoño campaña 2003-2004.



Figura 10. Característico color rosado de los esporodocios de *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* en tallos de plantas enfermas de pepino, (tratamiento testigo, cultivo de otoño, campaña 2003-2004).

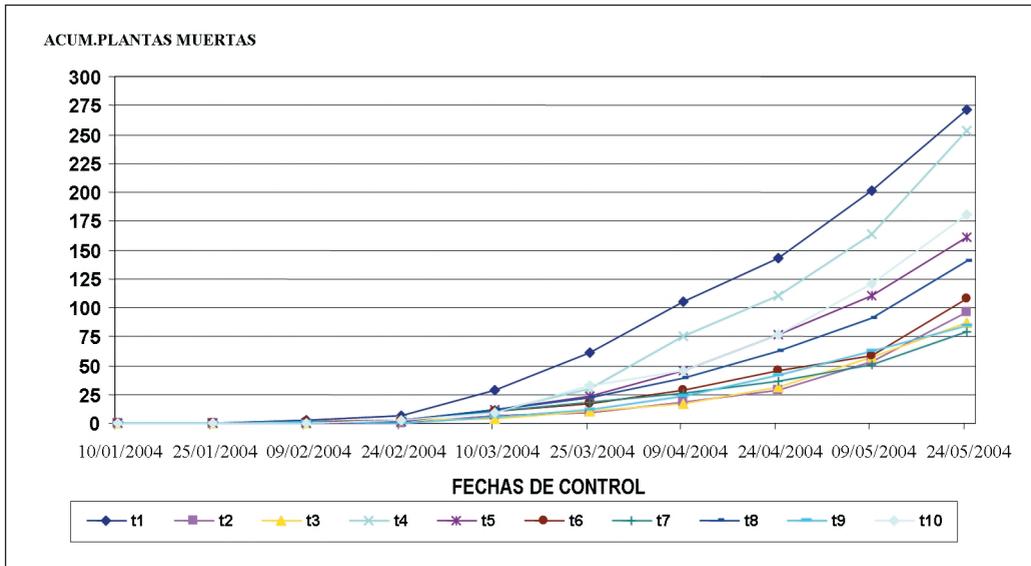


Figura 11. Curva de desarrollo de la enfermedad en plantas de pepino. Campaña primavera 2003-2004.

ción de las poblaciones de *Fusarium* ocurre de manera acorde con el incremento de temperaturas. Es importante poner de manifiesto las poblaciones que se alcanzan al final de la campaña, después de dos cultivos (otoño y primavera), que sugieren un potente papel

multiplicador de la perlita frente a *F. oxysporum* en detrimento de las otras dos especies encontradas: *F. solani* y *F. equiseti*. Este poder multiplicador es mucho mayor que el encontrado para suelos y para turba por TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990).

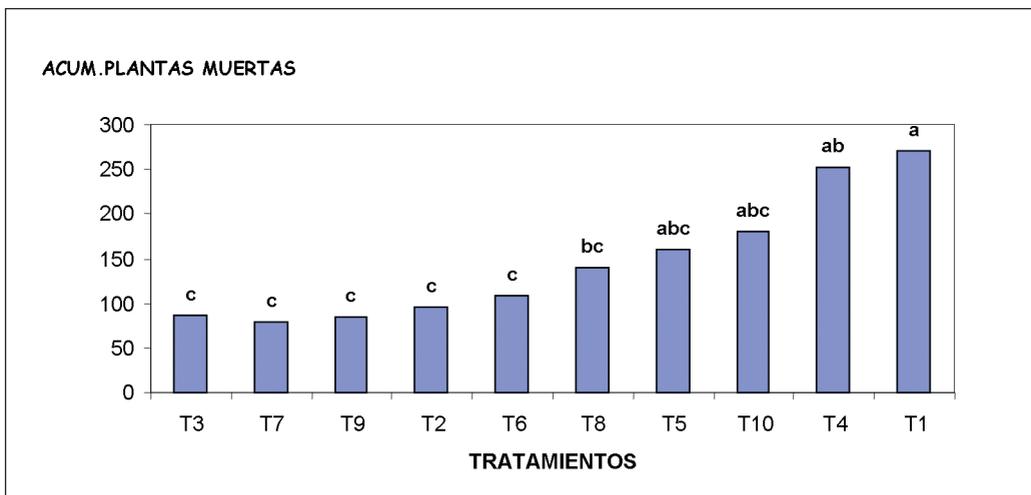


Figura 12. Acumulado de plantas muertas y su significación estadística. Campaña primavera 2003-2004.

Cultivo de otoño

La evaluación de la enfermedad durante el cultivo de otoño, se presenta en las Figuras 6 y 7.

La micosis alcanzó al 23,21% de las plantas testigo. Los síntomas de la enfermedad en los ensayos se muestran en las Figuras 8, 9, 10)

Las curvas del progreso de la micosis (Figura 6) y la comparación estadística (Figura 7) muestran como el peor tratamiento el metam potasio (T1), que difirió significativamente del resto. Desde el punto de vista práctico, sorprende que la solarización sola (T9) tuvo un comportamiento próximo al mejor de los tratamientos (T3) 1-3 dicloropropeno (40,6%) + cloropicrina (56,7%). Los resultados sugieren que la aplicación de la solarización combinada con los químicos no tuvo un efecto marcado si se exceptúa el caso del metam potasio (T1 y T2). No parece existir una relación clara entre la densidad de *F. oxysporum* en el sustrato después de desinfectar y la gravedad de la micosis.

Cultivo de primavera

La evaluación de la enfermedad durante el cultivo de primavera se presenta en las Figuras 11 y 12.

Las Figuras 11 y 12 sugieren como la protección de los tratamientos se ordena, aproximadamente igual que durante la campaña de otoño, aunque la gravedad de la micosis

se ha incrementado considerablemente y los tratamientos no han sido capaces de mantener el porcentaje de plantas enfermas y/o muertas en niveles soportables durante los 10 meses transcurridos desde su aplicación. Casi se conserva el orden de los tratamientos, de manera que el mejor de otoño (T3: 1-3 dicloropropeno (40,6%) + cloropicrina (56,7%) ha sido igualado por 1-3 dicloropropeno (59%) + cloropicrina (34,6%) (T7), solarización (T9), metam potasio + solarización (T2) y metam sodio + solarización (T6) y todos ellos no difieren significativamente de T8 (1-3 dicloropropeno (59%) + cloropicrina (34,6%), T5 (metam sodio) y T10 (testigo). Hubiese bastado con aplicar simplemente solarización para conseguir resultados equiparables con cualquiera de los mejores tratamientos químicos aplicados solos o acompañados de solarización. Sin embargo estos resultados no daban una solución que fuese económicamente soportable (en el tratamiento T1 el número de plantas enfermas y/o muertas fue del 49,39%), por lo que se plantearon los experimentos que a continuación se presentan.

Control de la enfermedad mediante el uso de plantas injertadas

Evaluación de la resistencia de patrones comerciales en condiciones controladas

Se hizo una valoración previa del comportamiento de los patrones ofertados en el

Cuadro 3. Respuesta a la inoculación con *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (cepa 1-J.FORC1) de patrones híbridos de calabaza, 50 días después de la inoculación. Cámara climatizada (25°C).

HÍBRIDO INOCULADO	% MUERTAS	PODREDUMBRE RADICULAR	PODREDUMBRE CUELLO	NECROSIS VASCULAR
Híbrido RS-841	0	0	0	0
Híbrido TZ-148	0	0	0	0
Híbrido HERCULES	0	0	0	0
Híbrido TITAN	0	0	0	0
Híbrido C-16	0	10	20	0
Híbrido PS-110	0	0	0	0
Híbrido PS-190	0	0	0	0
Pepino cv. Borja inoculado	100	100	100	10
Pepino cv. Borja (Testigo sin inocular)	0	0	0	0



Figura 13. Invernadero con sacos de perlita contaminada con *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* donde fueron transplantadas las plantas injertadas. Campaña 2004-2005, cultivo de primavera.

mercado, en condiciones de ambiente controlado. Era conocido que *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* no enfermaba a *Cucurbita pepo* (AÑAÑOS BEDRIÑANA, 2006; VAKALOUNAKIS, 1996), pero otros autores habían obtenido expresión de la

patogeneicidad sobre otras cucurbitáceas, como *Luffa aegyptiaca* (PUNJA *et al.* 1998). Dado que los patrones ensayados son híbridos de *Cucurbita maxima* x *C. moschata*, parecía prudente hacer la evaluación que se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 4. Promedio acumulado de la producción total (Kg·m⁻²) obtenida con plantas de pepino (cv. Borja), injertadas en diferentes patrones, cultivadas en perlita nueva y en perlita contaminada con *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Valor medio de 15 plantas por cada patrón de injerto para condiciones de invernadero. Campaña 2004-2005, cultivo de primavera.

Código del portainjerto	Producción en perlita nueva (Kg·m ⁻²)	Producción en perlita antigua contaminada (Kg·m ⁻²)
cv. BORJA	11.35 b	4,73 e
C-16	9.63 c	11,17 d
TITAN	13.29 ab	12,17 bcd
HERCULES	15.13 a	11,58 cd
PS-110	13.56 a	15,91 a
TZ-148	16.11 a	12,52 bcd
RS-841	15.49 a	13,17 bc
PS-190	13.31 ab	13,83 b

Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p < 0,05$). Análisis de varianza seguido del Test de Student-Newman-Keuls para los grupos homogéneos.

Los resultados muestran que ninguno de los patrones expresó síntomas, a excepción del C-16 que presentó ligeras podredumbres radiculares (10% de las plantas) y en el cuello (20% de las plantas). Estos resultados se aproximan a los publicados por PAVLOV *et al.* (2002).

Evaluación del control de la enfermedad en invernadero utilizando plantas injertadas

En el invernadero donde se hicieron las evaluaciones de desinfección, se desarrolló el primer ensayo que se hizo sobre sacos de perlita nueva, donde la enfermedad no se expresó. Los resultados de producción se resumen en el Cuadro 4

En ausencia de síntomas, parece claro que prácticamente todos los patrones elevan la producción significativamente. El patrón C-16 es el que tuvo peor comportamiento, recuérdese que presentó leves síntomas de patogenicidad en los ensayos de inoculación previos, aunque en este ensayo no se expresó la micosis.

El segundo ensayo se hizo sobre sacos de perlita que habían soportado 3 años de cultivo y donde la enfermedad se manifestó (Figura 13). Los resultados de producción se resumen en el Cuadro 4.

En este experimento el cv Borja sin injertar expresó la enfermedad, llegando a morir el 100% de las plantas al final, razón por la cual su producción fue el 41,67% menos que la producción obtenida en la perlita nueva. Sin embargo, ninguna de las plantas injertadas manifestó la enfermedad y su producción fue, en general, inferior a la obtenida en perlita nueva, lo que podría estar sugiriendo un posible fenómeno de fatiga.

Los resultados sugieren que entre los tratamientos de desinfección del sustrato, la solarización podría utilizarse con una eficacia en el control de la enfermedad, comparable al mejor tratamiento químico con y sin solarización adicional. La eficacia se incrementa notablemente cuando se utilizan plantas injertadas, aunque el sustrato haya sido utilizado durante tres años (tiempo habitual de uso de la perlita en los cultivos de Almería).

ABSTRACT

ANAÑOS BEDRIÑANA, M. A., M. DE CARA GARCÍA, D. PALMERO LLAMAS, M. SANTOS HERNÁNDEZ, J. C. TELLO MARQUINA. 2009. Control of cucumber root and stalk rot disease in non-soil agricultural systems in Almería (south-eastern Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 35: 439-452.

This work shows the analytical results on the control of cucumber root and stalk rot, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Two different methods were evaluated to control the disease: disinfection of the substrate (perlite) and use of cucumber plants (cv Borja) grafted on hybrid pumpkin.

For chemical disinfection of the substrate several products were used: metam potassium, metam sodium and chloropicrin + 1.3 dichloropropene (two different concentrations of active substances). These treatments were tested both with and without solarization and an untreated control. For the control test with grafted plants 8 commercial rootstocks, commonly used in the area for watermelon production, were used (C16, Titan, Hercules, PS110, TZ148, RS841 and Ps190). Resistance to *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* was previously tested under controlled conditions.

The results showed that chemical disinfectants and solarization, failed to successfully control the disease during the two usual crop period in the area (autumn and spring). The protection for some treatments did not reach the 10 months that included the two cultural cycles. The treatment with dichloropropene 1.3 + chloropicrin showed similar protection both with and without solarization. Both treatments were the most effective, although the costs differ significantly.

With regard to the use of grafted plants, testing of pathogen resistance in controlled conditions showed that all the rootstocks expressed a complete resistance, with the exception of C16 that showed light symptoms in the root and neck in a small percentage of plants. The experiment conducted in the greenhouse using new perlite, showed no

presence of disease in control plants without graft. A significant increase in production was observed, except the C16 standard. When the experiment was conducted in perlite cultivated for 3 years, 100% of the control plants die, and production decreased around 58.33%. The grafted plants yielded although, in general, its production was lower than the same graft tested with new perlite, which suggests a problem of fatigue or exhaustion of the substrate.

Keywords: *Cucurbita pepo* x *C. moschata*, *Cucumis sativus*, *Fusarium* disease.

REFERENCIAS

- AÑAÑOS BEDRIÑANA, M.A. 2006. Control de la micosis causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, nuevo patógeno de los pepinos (*Cucumis sativus* L.) en los cultivos "sin suelo" de Almería. Tesis doctoral. Universidad de Almería. España. 267 pp.
- GERLACH, M., BLOK, W.J. 1988. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitacearum* n.f. embracing all formae specialis of *Fusarium* attacking cucurbitaceous crops. *Neth. J. Plant Path.* **49**: 17-31.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS CAJAMAR, 2006: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería 2004-2005. Web: www.instituto.cajamar.es
- KOMADA, H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* From natural soils. *Rev. Plant Prot. Res.*, **8**: 114-125.
- MARTÍNEZ, M.A., LACASA, A., GUERRERO, M.M., ROS, C., MARTÍNEZ, M.C., BIELZA, P., TELLO, J. 2006. Effect of soil disinfection on fungi in greenhouses planted with sweet peppers. *Bolletín OILBSrop* (IOBC wprs Bulletin), **29** (4): 301-305 pp.
- McMILLAN, R.T. 1986. Cross pathogenicity studies with isolates of *Fusarium oxysporum* from either cucumber or watermelon pathogenic to both crop species. *Ann. Appl. Biol.* **109**: 101-105.
- MORENO, A., ALFEREZ, A., AVILÉS, M., MORENO, A., DIÁNEZ, F., BLANCO, R., SANTOS, M., TELLO, J.C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. *Plant Dis.*, **85**: 1206.
- PAVLOU, G.C., VAKALOUNAKIS, D.J., LIGOXIGAKIS, E.K. 2002. Control of root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. *Plant Dis.*, **86**: 379-382.
- PUNJA, Z.K., PARKER, M., ROSE, S., LOUIE, D. 1998. Occurrence of *Fusarium* crown and root rot, a new disease on greenhouse cucumbers in British Columbia, an methods for disease control. En: *Cucurbitaceae*, **98**: 174-185.
- TELLO MARQUINA J.C., LACASA PLASENCIA A. 1990. *Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España. Fases parasitaria (Fusariosis vasculares del tomate y del clavel) y no parasitaria. *Boletín de Sanidad Vegetal*, n° **19** (fuera de serie). 190 pp.
- TELLO, J.C., VARES, F., LACASA, A. 1991. Análisis de muestras. En: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A. Madrid.
- VAKALOUNAKIS, D.J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. *Plant Dis.*, **80**: 855-858.

(Recepción: 9 diciembre 2008)

(Aceptación: 8 junio 2009)