

Evaluación del poder patógeno de especies de *Fusarium* aisladas de aguas de cauces fluviales y fondos marinos de España sobre cuatro especies vegetales

D. PALMERO, M. DE CARA, C. IGLESIAS, M. SANTOS, F. DIEZMA, T. LOMAS, J. C. TELLO

En este artículo se estudia la patogenicidad de las especies de *Fusarium* aisladas de muestras de fondos marinos del Mediterráneo y de aguas del cauce del río, arax en las provincias de Granada y Almería (Sureste de España) sobre plántulas de cebada, colirrábano, melón y tomate. La evaluación del poder patógeno se hizo para 41 aislados de 9 especies de *Fusarium* aisladas de aguas de mar y de río: *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum* y *F. solani*. Todos los aislados de las diferentes especies mostraron patogenicidad tanto en preemergencia como en postemergencia de plántulas. No fue posible distinguir a los aislados según su procedencia: aguas marinas o de río.

D. PALMERO, C. IGLESIAS, F. DIEZMA: Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Agrícola. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. Spain. E-mail: daniel.palmero@upm.es

M. DE CARA, M. SANTOS, T. LOMAS, J. C. TELLO: Universidad de Almería. Dpto. Producción Vegetal. Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. Spain

Palabras clave: Cebada, melón, tomate, colirrábano, hábitat acuático.

INTRODUCCIÓN

TELLO y LACASA (1990) estudiaron la presencia de especies de *Fusarium* en terrenos incultos, encontrando una elevada proporción de *F. solani* y *F. oxysporum*. Estos autores se preguntaron sobre la relación entre las especies aisladas y las que producían enfermedades en los cultivos circundantes a los suelos incultos muestreados, especialmente para el caso de *F. oxysporum*. En los cultivos de clavel de la zona muestreada *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* origina una micosis que es limitante para el cultivo. En los cultivos de tomate encontraron dos micosis importantes, una causada por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (*Fusarium* wilt) y otra causada por *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (*Fusarium* foot rot).

TELLO *et al.* (1990; 1992) y NÚÑEZ *et al.* (2006) estudiaron la presencia de especies de *Fusarium* en las arenas de playas y fondos marinos del litoral español del mar Mediterráneo. El estudio se justificó para buscar posibles fuentes de inóculo patógeno para las diferentes fusariosis vasculares que se expresan en los cultivos enarenados de Almería.

Los autores anteriormente mencionados no publicaron resultados que pusieran de manifiesto que las especies de *Fusarium* aisladas de dichos hábitats fuesen patógenas sobre los cultivos de las zonas muestreadas. Este hecho es bastante común en las publicaciones que estudian la presencia de especies de *Fusarium*, donde los autores presentan inventarios que relacionan con aspectos del clima (temperatura, pluviometría) o con

la producción de micotoxinas, pero no muestran datos sobre su poder patógeno (BURGESS, 1981; STONER, 1981; KOMMEDAHL *et al.*, 1988; JESCHKE *et al.*, 1990; BACKHOUSE *et al.*, 2001;).

En este trabajo se presentan los resultados sobre la patogenecidad de 41 aislados de *Fusarium* pertenecientes a las especies *F. acuminatum*, *F. chlamyosporum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani* y *F. sambucinum*, aisladas de aguas del cauce del río, arax (Almería, Sureste de España) y aguas del mar Mediterráneo en el litoral de las provincias de Almería y Granada (Sureste de España). Los aislados se obtuvieron durante las épocas que el río tenía agua hasta su desembocadura en el mar, desde diciembre de 2003 hasta noviembre de 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 41 aislados de 9 especies de *Fusarium* aislados de aguas marinas y de río fueron inoculadas sobre plántulas de tomate, melón, colirrábano y cebada. El origen y código de los aislados se presentan en el Cuadro 1.

Inoculaciones en plántulas

Las especies vegetales empleadas en los análisis de patogenecidad fueron las siguientes: cebada (*Hordeum vulgare* L.) cv. 'CCE6', melón (*Cucumis melo* L.) cv. 'Amarillo Canario', colirrábano (*Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L.) cv. 'Nabicol' y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. 'Marmande'. La elección de estas especies se realizó teniendo en cuenta los principales cultivos herbáceos en las provincias de Almería y Granada.

Las semillas fueron previamente desinfectadas con hipoclorito sódico (40-50 g de Cl₂ activo/ l) durante 15 min. Posteriormente las semillas fueron lavadas con agua limpia y germinadas en toallas de papel de filtro humedecidas con agua destilada. Según las especies el tiempo de germinación osciló entre 3 y 7 días.

Los tests de inoculación se hicieron aplicando una modificación de la técnica propuesta por MESSIAEN *et al.* (1976). La inoculación se realizó utilizando macetas de plástico de 350 ml. Por cada aislado se utilizaron tres macetas. Cada maceta fue depositada sobre una placa de Petri para elevar su altura y evitar así que el agua drenada de una cepa entrara en

Cuadro 1. Origen de los aislados de especies de *Fusarium* inoculadas

Código de aislado	Especie de <i>Fusarium</i>	Localización
Fac1, Fac2 Fchl1, Fchl2, Fchl3 Fcu1, Fcu2, Fcu3, Fcu4, Fcu5, Fcu6, Fcu7, Fcu8, Fcu9	<i>F. acuminatum</i> Ell. & Ev. <i>F. chlamyosporum</i> Wollenw. & Reinking <i>F. culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	Agua del río Andarax (Almería)
Feq1, Feq2	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	Fondo Marino. Frente a la desembocadura del río Andarax (Almería)
Feq3, Feq4, Feq5, Feq6, Feq7	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	Agua del río Andarax (Almería)
Fox1, Fox2 Fver1, Fver2, Fver3, Fpro1, Fpro2, Fpro4, Fpro5	<i>F. oxysporum</i> Schlecht. Emend. Snyd & Hans. <i>F. verticillioides</i> <i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg	Fondo Marino. Frente a la desembocadura del río Albuñol (Granada)
Fpro3	<i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg	Agua del río Andarax (Almería)
Fcu10, Fcu11	<i>F. sambucinum</i> Fuckel	Agua del río Andarax (Almería)
Fso1, Fso2, Fso3, Fso4, Fso5, Fso6, Fso7, Fso8	<i>F. solani</i> (Mart.) Appel & Wollenw.	Fondo Marino. Frente a la desembocadura del río Andarax (Almería)

contacto con otra en la misma bandeja. Cada maceta fue rellena hasta 2/3 con sustrato de vermiculita desinfectado (30 min y 120°C) y posteriormente se depositó el contenido de una placa de Petri de PDA de la cepa de *Fusarium* correspondiente, que había alcanzado el borde de la placa. En cada maceta se depositaron diez semillas pregerminadas (con una longitud de raíz de 1-2 cm en el momento de la siembra) por cada especie vegetal ensayada y aislado de *Fusarium*. Posteriormente se añadió una capa superficial de vermiculita desinfectada, hasta completar el contenido de la maceta, y se aplicaba el primer riego. El riego se le suministró a las macetas periódicamente cada dos días. Las plantas inoculadas se mantuvieron en una cámara climatizada, con temperaturas comprendidas entre 25 y 28°C, con un fotoperiodo de 16 horas de iluminación por día y una intensidad luminosa de 12.000 luxes. Las plantas inoculadas se mantuvieron 15 días en cada caso, evaluando periódicamente, cada cinco días, su sintomatología. Al finalizar cada experimento las plantas fueron evaluadas por sus síntomas radiculares. Cada aislado de *Fusarium* fue sometido a dos ensayos en el tiempo. En las plantas control el proceso seguido fue el mismo, añadiéndose el contenido de una placa de Petri de PDA sin hongo. Los resultados de las inoculaciones se han ordenado por especies de *Fusarium* y se han separado las plantas muertas en preemergen-

cia de las que enfermaron y murieron en postemergencia. Para compararlas entre si se ha aplicado un análisis de varianza, de manera que cifras afectadas con la misma letra no difieren significativamente con un nivel de confianza del 95%.

Se inocularon 41 aislados de especies de *Fusarium* aislados del mar Mediterráneo y del río arax (Cuadro 1). Se procuró que el número de aislados estudiados fuesen un reflejo de las densidades de inóculo de las aguas analizadas.

RESULTADOS

Patogenicidad de aislados de *Fusarium acuminatum*

Los tests de patogenicidad han mostrado un efecto en la emergencia de plántulas de cebada y colirrábano, en las cuales causó podredumbre de la raíz y de la cubierta seminal, pero no mostró efecto una vez que las plántulas emergieron del sustrato. En colirrábano, destaca la alta patogenicidad de uno de los aislados en preemergencia. En el caso del melón y del tomate, sólo una cepa, en cada caso, produjo una reacción sobre la emergencia de semillas pregerminadas, pero los dos aislados ocasionaron una muerte significativa de plántulas una vez emergidas. Los resultados de las inoculaciones se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Damping-off causado por *Fusarium acuminatum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA				COLIRRÁBANO							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fac1	23	± 12,5	a	23	± 12,5	a	45	± 12,2	b	45	± 12,2	b
Fac2	40	± 8,2	a	37	± 9,4	a	5	± 4,1	a	5	± 4,1	a
T	70	± 8,2	b	70	± 8,2	b	87	± 4,7	c	87	± 4,7	c
	MELÓN				TOMATE							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fac1	80	± 8,2	a	37	± 4,9	a	77	± 0,3	b	65	± 7,8	b
Fac2	100	± 0,0	b	37	± 4,7	a	30	± 4,1	a	25	± 4,1	a
T	100	± 0,0	b	100	± 0,0	b	82	± 2,4	b	82	± 2,4	b

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Cuadro 3. Damping-off causado por *Fusarium chlamydosporum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA				COLIRRÁBANO							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fch11	50	± 8,2	a	50	± 8,2	a	85	± 4,1	ab	85	± 4,1	ab
Fch12	50	± 21,6	a	50	± 21,6	a	85	± 0,0	ab	85	± 0,0	ab
Fch13	63	± 17,0	a	57	± 17,0	a	77	± 4,7	a	77	± 4,7	a
T	70	± 8,2	a	70	± 8,2	a	87	± 4,7	b	87	± 4,7	b

Código	MELÓN				TOMATE							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fch11	87	± 4,7	ab	70	± 8,2	ab	88	± 13,1	a	83	± 14,3	a
Fch12	80	± 8,2	a	53	± 20,5	a	90	± 4,1	a	88	± 2,4	a
Fch13	87	± 4,7	ab	70	± 14,1	ab	92	± 6,2	a	88	± 4,7	a
T	100	± 0,0	b	100	± 0,0	b	82	± 2,4	a	82	± 2,4	a

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Cuadro 4. Damping-off causado por *Fusarium culmorum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA				COLIRRÁBANO							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fcu1	43	± 4,7	bc	13	± 4,7	abc	40	± 21,6	ab	40	± 21,6	ab
Fcu2	37	± 4,7	bc	10	± 0,0	abc	65	± 4,1	bc	65	± 4,1	bc
Fcu3	37	± 4,7	bc	10	± 0,0	abc	87	± 2,4	d	87	± 2,4	d
Fcu4	23	± 4,7	ab	3	± 4,7	ab	60	± 10,8	b	60	± 10,8	b
Fcu5	50	± 14,1	cd	23	± 18,9	c	35	± 7,1	a	35	± 7,1	a
Fcu6	27	± 12,5	abc	7	± 9,4	ab	62	± 10,3	b	62	± 10,3	b
Fcu7	20	± 8,2	ab	13	± 4,7	abc	65	± 17,8	bc	65	± 17,8	bc
Fcu8	0	± 0,0	a	0	± 0,0	a	73	± 8,5	bcd	73	± 8,5	bcd
Fcu9	30	± 21,6	bc	10	± 8,2	abc	75	± 12,2	bcd	75	± 12,2	bcd
T	70	± 8,2	d	70	± 8,2	d	87	± 4,7	d	87	± 4,7	d

Código	MELÓN				TOMATE							
	% emergencia		% vivas		% emergencia		% vivas					
Fcu1	83	± 9,4	a	60	± 8,2	ab	83	± 10,3	ab	82	± 10,3	b
Fcu2	80	± 8,2	a	67	± 4,7	abc	78	± 2,4	ab	75	± 7,1	ab
Fcu3	100	± 0,0	b	77	± 18,9	abcd	8,8	± 10,3	b	85	± 10,8	b
Fcu4	100	± 0,0	b	90	± 8,2	cd	72	± 9,4	ab	72	± 9,4	ab
Fcu5	100	± 0,0	b	83	± 17,0	bcd	67	± 4,7	a	58	± 9,4	a
Fcu6	90	± 0,0	ab	83	± 4,7	bcd	73	± 22,5	ab	73	± 22,5	ab
Fcu7	80	± 0,0	a	57	± 4,7	a	77	± 8,5	ab	72	± 9,4	ab
Fcu8	93	± 4,7	ab	77	± 9,4	abcd	88	± 2,4	b	88	± 2,4	b
Fcu9	80	± 8,2	a	57	± 17,0	a	87	± 8,5	b	87	± 8,5	b
T	100	± 0,0	b	100	± 0,0	d	82	± 2,4	ab	82	± 2,4	b

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Patogenicidad de aislados de *Fusarium chlamydosporum*

Los resultados de las pruebas de patogenicidad se presentan en el Cuadro 3.

Tanto en cebada como en tomate, ninguno de los tres aislados inoculados mostró patogenicidad. En colirrábano un aislado mostró una leve patogenicidad en preemergencia. En melón un aislado muestra un efecto significativo en la emergencia, que sigue produciendo “damping off” en las plantas emergidas de manera significativa.

Patogenicidad de aislados de *F. culmorum*

Los resultados de los tests de patogenicidad para los 9 aislados estudiados se presentan en el cuadro 4.

Hay una escala bastante definida en la expresión de la patogenicidad de los aislados de *F. culmorum*. Fue sobre cebada donde,

tanto en emergencia como en post-emergencia la mayoría de los aislados (8 de un total de 9) se manifestaron produciendo “damping off”. En colirrábano la expresión de patogenicidad ocurrió significativamente en preemergencia, pero no en postemergencia. En melón, 4 aislados se expresaron significativamente en preemergencia y continuaron enfermando las plantas en postemergencia. En tomate la expresión de la patogenicidad fue muy pequeña, sólo una cepa tuvo un efecto significativo en postemergencia.

Patogenicidad de aislados de *F. equiseti*

Los resultados de los tests de patogenicidad para 7 aislados estudiados se presentan en el Cuadro 5.

En cebada y en colirrábano los aislados se han manifestado produciendo plantas muertas antes de la emergencia, pero ningún efecto se ha podido encontrar en postemergencia. En el

Cuadro 5. Damping-off causado por *Fusarium equiseti* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Feq1	27 ± 12,5 b	2,7 ± 12,5 a	62 ± 6,2 cd	6,2 ± 6,2 cd
Feq2	7 ± 4,7 a	7 ± 4,7 a	50 ± 7,1 bc	50 ± 7,1 bc
Feq3	17 ± 9,4 ab	17 ± 9,4 a	0 ± 0,0 a	0 ± 0,0 a
Feq4	27 ± 4,7 b	23 ± 9,4 a	65 ± 4,1 cd	65 ± 4,1 cd
Feq5	50 ± 8,2 c	50 ± 8,2 b	25 ± 25,5 ab	25 ± 25,5 ab
Feq6	20 ± 0,0 ab	20 ± 0,0 a	38 ± 23,6 bc	38 ± 23,6 bc
Feq7	20 ± 16,3 ab	20 ± 16,3 a	38 ± 22,5 bc	38 ± 22,5 bc
T	70 ± 8,2 d	70 ± 8,2 b	87 ± 4,7 d	87 ± 4,7 d

MELÓNTOMATE				
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Feq1	90 ± 14,1 ab	77 ± 4,7 bc	57 ± 14,3 ab	55 ± 14,7 ab
Feq2	90 ± 8,2 ab	37 ± 17,0 a	77 ± 18,9 bc	68 ± 18,4 abc
Feq3	90 ± 8,2 ab	50 ± 16,3 ab	48 ± 6,2 a	48 ± 6,2 ab
Feq4	80 ± 8,2 a	53 ± 12,5 ab	67 ± 12,5 abc	65 ± 12,2 abc
Feq5	83 ± 12,5 ab	67 ± 24,9 abc	48 ± 6,2 a	47 ± 8,5 a
Feq6	90 ± 8,2 ab	70 ± 21,6 abc	72 ± 8,5 bc	72 ± 8,5 bc
Feq7	100 ± 0,0 b	43 ± 17,0 ab	72 ± 10,3 bc	70 ± 12,2 abc
T	100 ± 0,0 b	100 ± 0,0 c	82 ± 24 c	82 ± 2,4 c

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Cuadro 6. Damping-off causado por *Fusarium verticillioides* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fver1	43 ± 12,5 ab	43 ± 12,5 ab	62 ± 13,1 a	62 ± 13,1 a
Fver2	43 ± 9,4 ab	43 ± 9,4 ab	87 ± 6,2 a	87 ± 6,2 a
Fver3	30 ± 16,3 a	30 ± 16,3 a	87 ± 15,5 a	87 ± 15,5 a
T	70 ± 8,2 b	70 ± 8,2 b	87 ± 4,7 a	87 ± 4,7 a

	MELÓN		TOMATE	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fver1	73 ± 9,4 a	47 ± 9,4 a	50 ± 12,2 a	48 ± 14,3 a
Fver2	87 ± 4,7 ab	63 ± 4,7 a	60 ± 10,8 ab	30 ± 4,1 a
Fver3	100 ± 0,0 b	90 ± 8,2 b	80 ± 10,8 b	43 ± 4,7 a
T	100 ± 0,0 b	100 ± 0,0 b	82 ± 2,4 b	82 ± 2,4 b

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

caso del melón sólo un aislado mostró un efecto en emergencia, pero 4 aislados se expresaron en postemergencia significativamente. En el tomate, tres aislados se mostraron patógenos en preemergencia y en postemergencia.

Dos de los aislados se obtuvieron de agua del mar en la desembocadura del río, arax (Feq1, Feq2), el resto se aislaron de aguas del río. En lo que se concierne a los tests de inoculación, ningún aislado puede separarse por su origen, sea agua del río o del mar.

Patogenicidad de aislados de *F. verticillioides*

Los resultados de los tests de patogenicidad para los tres aislados estudiados se presentan en el Cuadro 6.

Dos de los aislados ensayados proceden de agua del mar de la desembocadura del río Albuñol (F ver1) y de la desembocadura del río, arax (F ver2). El tercero procede de aguas del río (Fver3). El test de inoculación en cebada estableció que sólo un aislado produce disminución significativa de la emergencia de plántulas. En colirrábano no se detectó patogenicidad ni en pre ni en postemergencia. En melón un aislado de agua del mar reduce significativamente la emergencia y los dos aislados del agua del mar provocan damping-off después de la emergencia. En

caso del tomate un aislado reduce significativamente la emergencia; sin embargo las tres producen "damping-off" en postemergencia de forma significativa. Por tanto la patogenicidad, como pasó para el caso de *F. equiseti*, no parece estar relacionada con el origen de los aislados.

Patogenicidad de aislados de *F. oxysporum*

Los resultados se presentan en el Cuadro 7.

Los dos aislados se obtuvieron de agua del mar en la desembocadura del río Albuñol (Granada). No se aprecia patogenicidad significativa en cebada y colirrábano. En melón se expresa la patogenicidad de los dos aislados después de la emergencia. En el tomate uno de los aislados expresa patogenicidad significativa antes de la emergencia.

Patogenicidad de aislados de *F. proliferatum*

Los resultados de los tests de inoculación para los 5 aislados se presentan en el Cuadro 8.

De los cinco aislados estudiados, uno procede de aguas del río, arax (F pro3), dos de agua del mar recogida en la desembocadura del río, arax (F pro1, F pro2) y dos de agua del mar recogida en la desembocadura del río Albuñol (F pro4, F pro5).

Cuadro 7. Damping-off causado por *Fusarium oxysporum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fox1	43 ± 9,4 a	40 ± 14,1 a	58 ± 16,5 a	58 ± 16,5 a
Fox2	33 ± 18,9 a	33 ± 18,9 a	65 ± 12,2 a	65 ± 12,2 a
T	70 ± 8,2 a	70 ± 8,2 a	87 ± 4,7 a	87 ± 4,7 a

Código	MELÓN		TOMATE	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fox1	90 ± 8,2 a	63 ± 12,5 a	62 ± 8,5 a	58 ± 10,3 a
Fox2	97 ± 4,7 a	67 ± 9,4 a	67 ± 2,4 ab	63 ± 6,2 ab
T	100 ± 0,0 a	100 ± 0,0 b	82 ± 2,4 b	82 ± 2,4 b

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Cuadro 8. Damping-off causado por *Fusarium proliferatum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
F.pro1	40 ± 8,2 bc	40 ± 8,2 bc	72 ± 2,4 bc	72 ± 2,4 bc
F.pro2	0 ± 0,0 a	0 ± 0,0 a	33 ± 16,5 a	33 ± 16,5 a
F.pro3	50 ± 0,0 c	50 ± 0,0 c	90 ± 8,2 c	90 ± 8,2 c
F.pro4	0 ± 0,0 a	0 ± 0,0 a	13 ± 6,2 a	13 ± 6,2 a
F.pro5	27 ± 12,5 b	27 ± 12,5 b	65 ± 14,1 b	65 ± 14,1 b
T	70 ± 8,2 d	70 ± 8,2 d	87 ± 4,7 bc	87 ± 4,7 bc

Código	MELÓN		TOMATE	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
F.pro1	93 ± 4,7 ab	90 ± 8,2 ab	35 ± 8,2 b	32 ± 4,7 b
F.pro2	80 ± 14,1 a	73 ± 9,4 a	0 ± 0,0 a	0 ± 0,0 a
F.pro3	97 ± 4,7 ab	87 ± 12,5 ab	88 ± 9,4 d	88 ± 9,4 d
F.pro4	80 ± 8,2 a	70 ± 8,2 a	0 ± 0,0 a	0 ± 0,0 a
F.pro5	90 ± 8,2 ab	73 ± 12,5 a	58 ± 2,4 c	53 ± 4,7 c
T	100 ± 0,0 b	100 ± 0,0 b	82 ± 2,4 d	82 ± 2,4 d

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Sobre cebada cuatro aislados producen una falta de emergencia notable (F pro2, F pro4, especialmente), pero ninguno de los aislados produce damping-off después de la emergencia. En colirrábano, tres aislados producen una disminución significativa de la emergencia, pero no se expresan en postemergencia. En melón, dos aislados reducen la emergencia, pero su actuación

en postemergencia es muy leve. En el caso del tomate, los mismos aislados que en cebada redujeron drásticamente la emergencia lo expresan para la solanácea. Otras dos cepas disminuyen más levemente la emergencia, aunque significativamente. En postemergencia los resultados muestran que no se expresa patogenicidad. Al igual que para otras especies, el origen del aisla-

Cuadro 9. Damping-off causado por *Fusarium sambucinum* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fcu10	43 ± 18,9 a	17 ± 9,4 a	85 ± 4,1 a	85 ± 4,1 a
Fcu11	37 ± 17,0 a	7 ± 4,7 a	85 ± 7,1 a	85 ± 7,1 a
T	70 ± 8,2 b	70 ± 8,2 b	87 ± 4,7 a	87 ± 4,7 a

Código	MELÓN		TOMATE	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fcu10	87 ± 4,7 a	57 ± 12,5 a	87 ± 4,7 b	87 ± 4,7 b
Fcu11	90 ± 8,2 ab	77 ± 17,0 a	77 ± 4,7 a	70 ± 4,1 a
T	100 ± 0,0 b	100 ± 0,0 b	82 ± 2,4 ab	82 ± 2,4 ab

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

Cuadro 10. Damping-off causado por *Fusarium solani* (Media seguida de la desviación típica, los valores seguidos por diferente letra indican que son estadísticamente diferentes para un nivel de confianza del 95%).

Código	CEBADA		COLIRRÁBANO	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fso1	100 ± 0 a	100 ± 0 a	75 ± 5,0 b	70 ± 10,0 b
Fso2	100 ± 0 a	100 ± 0 a	30 ± 14,1 a	25 ± 21,2 a
Fso3	100 ± 0 a	100 ± 0 a	85 ± 7,1 bc	85 ± 7,1 bc
Fso4	100 ± 0 a	100 ± 0 a	95 ± 7,1 c	90 ± 14,1 bc
Fso5	100 ± 0 a	100 ± 0 a	90 ± 14,1 bc	80 ± 28,3 bc
Fso6	100 ± 0 a	100 ± 0 a	90 ± 10,0 bc	90 ± 10,0 bc
Fso7	100 ± 0 a	100 ± 0 a	80 ± 14,1 bc	80 ± 14,1 bc
Fso8	100 ± 0 a	100 ± 0 a	85 ± 21,2 bc	85 ± 21,2 bc
T	100 ± 0 a	100 ± 0 a	90 ± 0,0 c	90 ± 0,0 c

Código	MELÓN		TOMATE	
	% emergencia	% vivas	% emergencia	% vivas
Fso1	3,3 ± 5,8 a	0 ± 0,0 a	90 ± 17,3 bc	76,7 ± 11,5 cd
Fso2	23,3 ± 25,2 ab	20 ± 20,0 b	20 ± 26,5 a	3,3 ± 5,8 a
Fso3	5 ± 7,1 a	5 ± 7,1 b	90 ± 10,0 bc	90 ± 10,0 cd
Fso4	20 ± 10,0 ab	20 ± 10,0 b	100 ± 0,0 c	96,7 ± 5,8 cd
Fso5	26,7 ± 11,5 b	26,7 ± 11,5 b	90 ± 10,0 bc	83,3 ± 20,8 cd
Fso6	30 ± 20,0 b	26,7 ± 25,2 b	100 ± 0,0 c	100 ± 0,0 d
Fso7	20 ± 17,3 b	20 ± 17,3 b	60 ± 34,6 b	16,7 ± 5,8 b
Fso8	16,7 ± 5,8 b	16,7 ± 5,8 b	93,3 ± 11,5 bc	93,3 ± 11,5 cd
T	80,0 ± 10,0 c	73,3 ± 11,5 c	93,3 ± 11,5 bc	83,3 ± 28,9 cd

T: Tratamiento control.

Vivas: plantas que no murieron al final del tratamiento.

do (agua del mar o agua dulce) no discrimina a ninguno.

Patogenicidad de aislados de *F. sambucinum*

Los resultados se presentan en el Cuadro 9.

En colirrábano y tomate no se aprecia patogenicidad antes y después de la emergencia de plántulas. En cebada, la patogenicidad se expresa significativamente antes y después de la emergencia. En el caso del melón se aprecia una patogenicidad significativa, antes y después de la emergencia, en uno de los aislados (Fcu10).

Patogenicidad de aislados de *F. solani*

Los resultados de los tests de patogenicidad para 8 aislados estudiados se presentan en el Cuadro 10.

Todos los aislados estudiados se obtuvieron de agua del mar. En lo que concierne a los tests de inoculación, en cebada los aislados no han manifestado patogenicidad alguna, en colirrábano la patogenicidad ha sido mínima, solo significativa en el caso de los aislados Fso1 y Fso2.

La mayor afectación se ha observado tras inocular semillas de melón, donde los aislados se han manifestado produciendo plantas muertas antes de la emergencia, con un mínimo efecto en postemergencia. En el caso del tomate, un aislado mostró efecto en emergencia y dos aislados expresaron su patogenicidad en postemergencia significativamente.

DISCUSIÓN

F. acuminatum es cosmopolita (GERLACH y NIRENBERG, 1982; NELSON *et al.*, 1983). Se ha citado como agente causal de la podredumbre del tallo de maíz y de la podredumbre del pie y radicular de leguminosas (HANCOCK, 1983; LAMPRECHT *et al.*, 1986; MEBALDS, 1987; LAMPRECHT *et al.*, 1988) o la podredumbre del cuello en alfalfa (BOOTH, 1971). ELMER (2001) lo describe como saprofito en espárrago y SANDERS y COLE (1981) lo asocian con la fusariosis del trigo y la cebada. Esta especie es según LESLIE y

SUMMERELL (2006), característica de regiones templadas y comúnmente aislada como saprofito en el suelo o asociado con las raíces y cuellos de las plantas, aunque algunos aislados pueden ocasionar graves enfermedades del calabacín (ELMER, 1996) y de trigo. (FERNÁNDEZ *et al.*, 1985; MERGOUN *et al.*, 1998).

F. chlamydosporum se aísla de suelos y de la rizosfera de muchas plantas. Podría considerarse como saprofito, a pesar de que se determine una moderada patogenicidad en ensayos sobre plántulas de guisante (GERLACH y NIRENBERG, 1982). Este hongo de distribución mundial es cosmopolita, pero su aparición parece más común en áreas tropicales y subtropicales (NELSON *et al.*, 1983). BOOTH (1971) lo incluye dentro de las sinonimias de *F. fusarioides*, pero no da indicaciones sobre su patogenicidad. ELMER (2001) lo aísla asociado a podredumbres del cuello y raíces del espárrago, pero lo considera como saprofito.

LESLIE y SUMMERELL (2006) no citan en el apartado de rango de hospedantes y distribución geográfica nada más que la aparición de la especie en suelos de regiones áridas y semiáridas y únicamente como saprofito en varios sustratos.

La especie ha sido aislada de granos de forma frecuente en zonas secas, particularmente en el sur de Europa, Asia Central, Europa del este y Australia (KANANAN y BAHKALI, 1993). Aislado de tejidos de varias plantas, los autores lo achacan presumiblemente a invasiones secundarias, este es el caso de tabaco, donde se ha referido la presencia de *F. chlamydosporum* como el causante de reducción en los porcentajes de germinación de las semillas afectadas. También se ha puesto de manifiesto el papel antagonista que el hongo tiene sobre las semillas de tabaco frente a un importante patógeno de esta especie vegetal: *Phytophthora nicotianae* (NICOLETTI *et al.*, 2002). Se ha citado como agente causal del tizón de la pata de canguro (*Anigozanthos* spp.), del "damping off" de las plantas de té y la podredumbre del tallo de la oca.

Además de ser causante de micosis en humanos y de su resistencia a muchos de los antifúngicos conocidos y su capacidad de producir toxinas y otros peligrosos metabolitos secundarios, no se citan más especies vegetales a las que ataque esta especie de *Fusarium*.

F. culmorum es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983). Durante treinta años GERLACH y NIRENBERG (1982) lo aislaron de 40 especies vegetales. BOOTH (1971) afirma que podría ser la causa de serios daños en cereales como el trigo, la cebada, el arroz, la avena o el maíz. Interacciones entre esta especie y el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) pueden incrementar la sintomatología observada (KOCH y HUTH, 1997), parece que la importancia de este hongo como agente causal del secado de espigas del trigo está decreciendo, aunque el aumento de *F. graminearum* parece estar contrarrestando este efecto (WAALWIJK *et al.*, 2003). Para los autores la dispersión mediante salpicaduras es tanto más importante en el caso de *F. culmorum* puesto que no parece ser un patógeno sistémico en trigo. El hecho de ser patógeno sobre una especie modélica como es *Arabidopsis thaliana* hace que sea posible mayores y más rápidos estudios de las interacciones patógeno hospedante en este hongo. *F. culmorum* ha sido aislado con relativa frecuencia a partir de suelos de pastos compuestos por trébol subterráneo y ray grass (FALLOON, 1985; GOLEBNIAK, 2001; HOLMES, 1979). Hay resultados preliminares que abogan por el uso de este hongo en programas de control integrado contra la mala hierba acuática *Hydrilla verticillata*. Se ha descrito como el causante de pérdidas de cultivo del 50-70% en Australia, Nueva Zelanda, Canadá y USA. Trabajos posteriores confirman que *F. culmorum* origina pérdidas en cereales, especialmente en trigo y en cebada donde causa la enfermedad denominada secado de la espiga (MESSIAEN y CASINI, 1968; SHANER, 2003; GALE, 2003; STEFFESON, 2003). PETTITT y PARRI (2001) y BURGESS *et al.* (2001) lo consideran causante de la podredumbre del pie en cereales. *F.*

culmorum se ha citado como causante de enfermedades en otros cultivos MESSIAEN y CASINI (1968); TELLO *et al.* (1985) y ELMER (2001) lo consideran como el agente causal de la enfermedad del tallo muerto en espárrago. NELSON *et al.* (1981) lo indican como causante de la podredumbre del tallo del clavel (*Dianthus cariophyllus*) y de los cormos de gladiolo en conservación. BLOOMBERG (1981) señala a *F. culmorum* como el causante del "damping off" en semilleros forestales de pino. SANDERS y COLE (1981) lo asocian con la fusariosis de especies cespitosas. Por otro lado *F. culmorum* aparece descrito como agente causal de enfermedades en lúpulo (SABO *et al.*, 2002), puerros (KOIKE *et al.*, 2003) y piceas noruegas (KACPRZAK *et al.*, 2001) así como en fresa (CIESLINSKI y LIS, 1989), y reducen notablemente la germinación en sorgo (PATIL y PADULE, 2000)

SHANER (2003) aísla *F. culmorum* en los tallos asintomáticos de especies vegetales silvestres: *Capsella bursa-pastori*, *Galium aparine*, *Matricaria sp*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Rumex obtusifolius*, *Urticaria dioica* y *Viola arvensis*.

F. equiseti es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983). MESSIAEN y CASINI (1968) lo consideran habitante típico de los suelos, común en zonas de climatología templada y áreas subtropicales del mundo. Aislado de 17 especies diferentes de plantas. En maíz es el agente causal de la podredumbre del tallo y en trigo causa la podredumbre radicular en los cultivares de trigo de invierno (BOOTH, 1971). JOFFE y PALTÍ (1967) describen su patogenicidad sobre aguacate y cucurbitáceas, destacando que tal vez la capacidad parasitaria de este hongo se haya subestimado. GERLACH y NIRENBERG (1982) escriben que el hongo parece ser débilmente parásito y de poca importancia económica. SHANER (2003) y GALE (2003) lo asocian, pero en bajas proporciones en comparación con otras especies de *Fusarium*, al tizón de los cereales.

F. equiseti se describe por BLOOMBERG (1981) como patógeno en viveros forestales de pinos. SANDERS y COLE (1981) lo han ais-

lado de cespitosas con sintomatología de tizón. Esta especie de *Fusarium* es descrita por LESLIE y SUMMERELL (2006) como eminentemente saprofito o colonizador secundario. Queda relegado por los autores a un papel de mero colonizador secundario de tejidos previamente enfermos, y piden cautela a la hora de analizar los estudios que muestran a *F. equiseti* como patógeno primario, basándose en que el aislamiento del hongo lo ha sido a partir del material enfermo como en el caso de calabacín (ELMER, 1996), cerezos (OLSZAK, 1994) u otras cucurbitáceas (ADAMS *et al.*, 1987; JOHNSON, 1976) así como en palmera datilera (ABBAS *et al.*, 1990) no cumpliendo por tanto los postulados de Koch. Nada más comentan LESLIE y SUMMERELL (2006) en su manual sobre la patogenicidad de esta especie sobre los vegetales. Aunque reconocen la capacidad de producir equisetina, una toxina que puede considerarse como un importante factor de patogenicidad vegetal.

F. verticillioides es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983), es un importante parásito de muchas gramíneas tales como el arroz, la caña de azúcar, el maíz o el sorgo. Puede causar enfermedades como marchitamiento en semilleros, podredumbres radiculares, retraso de crecimiento o hipertrofias en 31 familias de plantas (BOOTH, 1971; GERLACH y NIRENBERG, 1982). Causa enfermedad en espárrago (TELLO *et al.*, 1985; ELMER, 2001; CORPAS-HERVIAS *et al.*, 2006). Para BLOOMBERG (1981) es la especie más importante, fitopatológicamente hablando, en viveros de planta forestal.

Está descrito como capaz de infectar a más de 11.000 especies de plantas (BACON *et al.*, 1996, LESLIE y SUMMERELL, 2006) aunque, según LESLIE y SUMMERELL (2006), dicha afirmación habrá de ser revisada para confirmar el verdadero agente causal de la enfermedad, a la luz de la complejidad del complejo específico de *Giberella fujikuroi*, donde se encuadra *F. verticillioides*.

F. oxysporum es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983). Económicamente esta especie es la más importante dentro del género *Fusa-*

rium en lo que a pérdidas económicas por producto de cosecha se refiere, distribuida por todo el mundo, *F. oxysporum* es extremadamente común en todo tipo de suelos. Es el agente causal de marchitamientos vasculares, "damping off" y podredumbres de cientos de hospedantes diferentes (GERLACH y NIRENBERG, 1982). Su especialización como patógeno puede ser muy estricta (formas especiales y razas causan las enfermedades). MESSIAEN y CASINI (1968) reconocieron 66 *formae speciales*; BOOTH (1971), 86, y ARMSTRONG y ARMSTRONG (1981) enumeraron 72. También han sido publicadas formas especializadas que causan podredumbre del cuello y de las raíces de plantas. JARVIS y SHOEMAKER (1978) describieron *F. oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* enfermando plantas de tomate y VAKALOUNAKIS (1996) hizo lo propio con *F. oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum* que causa podredumbres del cuello y del tallo del pepino.

F. proliferatum es cosmopolita (NELSON, 1983). Para GERLACH y NIRENBERG (1982), *F. proliferatum* var. *proliferatum* afecta a arroz, higueras y orquídeas, siendo responsable de las podredumbres de pie, podredumbres de frutos y manchas foliares. Parece ser el patógeno principal en la fusariosis del espárrago icitante de la podredumbre radicular (ELMER, 2001; CORPAS-HERVIAS, 2006). Posiblemente su rango de hospedantes sea mayor y equiparable al de *F. verticillioides* y es a partir de que GERLACH y NIRENBERG (1982), y posteriormente NELSON *et al.* (1983), quienes separaron a *F. proliferatum* de *F. moniliforme* (*F. verticillioides*) cuando se encuentran referencias de la primera especie.

F. proliferatum se ha aislado de numerosos ambientes, está descrito como agente causal de una fusariosis de la palmera datilera (LESLIE y SUMMERELL, 2006). Otros hospedantes citados para este patógeno son: banano (JIMÉNEZ *et al.*, 1993), cítricos (HYUN *et al.*, 2000) o sorgo (LESLIE *et al.*, 1990).

F. sambucinum es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983). Principalmente afecta en forma

de podredumbres radiculares y de material almacenado, sobre todo en tubérculos de patata (LESLIE y SUMMERELL, 2006). WOLTZ *et al.* (1992) citan *F. sambucinum* como incitante de la podredumbre seca de los tubérculos, una de las mayores enfermedades de las patatas almacenadas, transportadas o comercializadas. También se ha descrito como patógeno en plántulas de cereales (maíz, avena, arroz), especies forestales, altramuces, tomate y fresa (BOOTH, 1971). También se ha citado como un patógeno potencial en viveros forestales (BLOOMBERG, 1981).

LESLIE y SUMMERELL (2006) citan además su capacidad de producción de trichótenos y su importante papel en la patogenicidad de la especie. Añaden algunas otras especies de las que se ha aislado, entre las que se encuentran la remolacha, la soja, la col o la judía.

F. solani es cosmopolita (NELSON *et al.*, 1983). Se ha citado como patógeno de un gran número de especies vegetales, entre las que destacan las leguminosas y otras plantas tropicales, donde ha sido asociado a problemas de chancros y muerte de árboles (NELSON *et al.*, 1983). También ha sido descrito como patógeno en aguacate (DARVAS *et al.* 1987), judía (SIBERNAGEL y MILLS, 1990), cítricos (NEMEC, 1987), orquídeas (BENYON *et al.* 1996), fruta de la pasión (PEGG *et al.*, 2002), guisantes (GRUNWALD *et al.* 2003, KRAFT y PAPAVIDAS, 1983), pimiento (FLETCHER, 1994), patata (SECOR y GUDMESTAC, 1999) o calabacín (SAMAC y LEONG, 1989), entre otros.

Las enfermedades producidas por especies de *Fusarium* han sido en el pasado y lo son en la actualidad un problema en los cultivos protegidos de Almería. Así, podrí- an enumerarse a los siguientes agentes causales:

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* (razas 0 y 1), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (razas 0, 1, 2, 1-2), *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *aspargi*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, *Fusa-*

rium oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, *Fusarium solani* patógeno en habas (*Vicia faba*) guisante (*Pisum sativum*) y judía (*Phaseolus vulgaris*), *Fusarium moniliforme* (espárrago), *Fusarium culmorum* (espárrago y clavel), *Fusarium equiseti* (habas) (TELLO, 1984; TELLO y LACASA, 1985, 1988, 1990; TELLO *et al.* 1985a, 1985b, 1987; MORENO *et al.*, 2001; GUIRADO MOYA *et al.*, 2004). Los cultivos intensivos bajo plástico se realizan en suelos transformados que se conoce como cultivo “enarenado”. El suelo se cubre con una capa de estiércol y sobre el se deposita una capa de arena de 10-12 cm de espesor. Con ese tipo de cultivo hay 22.000 ha. La arena utilizada en su origen procedía de las playas formadas por el mar Mediterráneo. Desde hace pocos años la arena se obtiene de los cauces secos de las ramblas. El trabajo que se presenta indaga sobre la patogenicidad de especies de *Fusarium* aisladas en los dos mayores cauces (ríos, arax y Albuñol) y en los fondos marinos de la zona. El agua marina posteriormente depositaría estos propágulos en las playas como sugirieron NUÑEZ SIMARRO *et al.* (2006).

La técnica de inoculación utilizada fue muy drástica, puesto que pretendía dar a los hongos inoculados la máxima ventaja para expresar su poder patógeno. La técnica permitía evaluar la enfermedad conocida como “damping-off”, tal y como la describen SCHUMANN y D’ARCY (2006): es la infección de semillas y plántulas que termina con la muerte de éstas. Se diferencia de las enfermedades de plantas adultas porque los tejidos de las plántulas son aún muy blandos e inmaduros lo que les hace más vulnerables al ataque.

El estudio sobre la patogenicidad de 41 aislados de 9 especies de *Fusarium* aisladas de aguas del cauce del río, arax y fondos del mar Mediterráneo pone de manifiesto que todos los aislados presentaron patogenicidad, tanto en preemergencia como en postemergencia de plántulas. Igualmente, se pone de manifiesto que no es posible distinguir los

aislados por su origen, es decir si procedían del agua del mar o del agua del río. La patogenicidad de todas las especies se manifestó consistentemente más en preemergencia que en postemergencia de plantas.

Entre las especies vegetales, la cebada fue el hospedante donde más se expresó la patogenicidad, el 60,97 % de los aislados se expresaron significativamente. Después el melón fue la especie donde mejor se expresó la patogenicidad. En melón se expresaron el 40,78% de los aislados y el tomate se presentó como la especie menos sensible, con un 36,58 %. Sin embargo, la expresión de la patogenicidad en postemergencia fue máxima en el melón (73,17 % de los aislados

enfermaron plantas después de la emergencia), seguido de la cebada (41,46 %). En el colirrábano y en el tomate se expresó la patogenicidad en proporciones del 14,63 y el 19,51% de las cepas.

En lo concerniente a las especies, las menos patógenas fueron *F. oxysporum* y *F. chlamydosporum*, tanto en preemergencia como en postemergencia. Las especies más patógenas fueron *F. equiseti*, *F. solani* y *F. culmorum*, estos resultados concuerdan, tanto en pre como en postemergencia, con la bibliografía revisada y comentada. En preemergencia *F. proliferatum* expresó su patogenicidad de manera consistente sobre las 4 especies vegetales.

ABSTRACT

PALMERO, D., M. DE CARA, C. IGLESIAS, M. SANTOS, F. DIEZMA, T. LOMAS, J. C. TELLO. 2008. Evaluation of the pathogenicity of *Fusarium* species isolated from water from Spanish fluvial channels, marine sea beds on four plant species. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 339-414.

This research shows the analytical results of the pathogenicity of *Fusarium* species isolated from water samples of the Mediterranean Sea Coast, water from the arax river channel in the provinces of Granada, Almeria (South-eastern Spain) on barley, kohlrabi, melon, tomato seedlings.

Pathogenicity was evaluated in 33 isolates from 9 *Fusarium* species taken from sea, river water: *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sambucinum*. All these species, their various isolates showed pathogenicity in pre-, post-seedling emergence. It was impossible to distinguish isolates according to their origin: marine or river water.

Key words: Barley, kohlrabi, melon, tomato, aquatic habitat.

REFERENCIAS

- ABBAS, H. K., MOUHI, M. N., AL-ROUBAIE, J. T., HAMA N. N., EL-BAHADLI, A. H. 1990. *Phomopsis phoenicola*, *Fusarium equiseti*, new pathogens on date plant in Iraq. *Mycological Research* **95**: 509.
- ADAMS, G. C., GUBLER, W. D., GROGAN, R. G. 1987. Seedling disease of muskmelon, mixed melons in California, USA caused by *Fusarium equiseti*. *Plant disease* **71**: 370-374.
- ARMSTRONG, G. M., ARMSTRONG, J. K. 1981. Formae Speciales, Races of *Fusarium oxysporum* Causing Wilt Diseases. In: *Fusarium. Diseases, Biology, Taxonomy*. Eds: NELSON, P. E., TOUSSOUN, T. A., COOK, R. J. The Pennsylvania State University Press., 391-399 pp.
- BACKHOUSE, D., BURGESS, L.W., SUMMERELL, B.A.. 2001. Biogeography of *Fusarium*. In: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial symposium. Eds: SUMMERELL, B.A., LESLIE, J.F., BACKHOUSE, D., BRYOEN, W.L., BURGESS, L. APS Press. 122-137.
- BACON, C. W., PORTER, J. K. NORRED, W. P., LESLIE, J. F. 1996. Production of fusaric acid by *Fusarium* species. *Applied, Environmental Microbiology* **62**: 4039-4043.
- BENYON, F., SUMMERELL, B. A., BURGESS, L. W. 1996. Association of *Fusarium* species with root rot of *Cymbidium* orchids. *Australasian Plant Pathology* **25**: 226-228.
- BLOOMER, W. J. 1981. Diseases caused by *Fusarium* in forest nurseries. In: *Fusarium. Diseases, Biology, Taxonomy*. Eds: NELSON PE., TOUSSOUN, T. A., COOK R. J. The Pennsylvania State University Press., 178-187 pp.

- BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium*. Ed. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England. 237 pp.
- BURGESS, L. W. 1981. General ecology of the *Fusaria*. En: *Fusarium. Diseases, Biology, Taxonomy*. Eds: NELSON, PE., TOUSSOUN, T. A., COOK, R. J. The Pennsylvania State University Press., 225-235 pp.
- BURGESS, L. W., BACKHOUSE, D., SUMMERELL, B. A., SWAN L. J. 2001. Crown rot of wheat. In: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial symposium. Eds: SUMMERELL, B. A., LESLIE, J. F., BACKHOUSE, D., BRYOEN, W. L., BURGESS L., APS Press. 271-294 pp.
- CIESLINSKI, G., LIS, E. 1989. Studies on the infection of strawberry roots *Fragaria grandiflora* Duch. by fungi of the genus *Fusarium* in *in vitro* conditions. *Fruit Science Reports* **16**: 7-16.
- CORPAS-HERVIAS, C., MELERO-VARA, J. M., MOLINERO-RUIZ, M. L., ZURERA-MUÑOZ, C., BASALLOTE-ÚBEDA, M. J. 2006. Characterization of isolates of *Fusarium* spp. obtained from *Asparagus* in Spain. *Plant Disease* **90**: 1441-1451 pp.
- DARVAS, J. M., KOTZE, J. M., WEHNER, F. C. 1987. Pathogenicity of fungi causing pre-, postharvest diseases of avocado fruit. *Phytophylactica* **19**: 489-493.
- ELMER, W. H. 1996. *Fusarium* fruit rot of pumpkin in Connecticut. *Plant Disease* **80**: 131-135.
- ELMER, W. H. 2001. *Fusarium* diseases of asparagus. In: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. Ed: APS Press. Editores: B. A. SUMMERELL, J. F. LESLIE, D. BACKHOUSE, W. L. BRYOEN, L. BURGESS., 248-262 pp.
- FALLOON, R. E. 1985. Fungi pathogenic to ryegrass *Lolium* spp. seedlings. *Plant, Soil* **86**: 79-86.
- FERNÁNDEZ, J. A., WOFFORD, D. S., HORTON, J. L. 1985. Interactive effects of freezing, common root fungi on winter wheat. *Phytopathology* **75**: 845-847.
- FLETCHER, J. T. 1994. *Fusarium* stem, fruit rot of sweet peppers in the glasshouse. *Plant Pathology* **43**: 225-227.
- GALE, L. R. 2003. Population biology of *Fusarium* species causing head blight of grain crops. In *Fusarium* head blight of wheat, barley. Eds: K. J. LEONARD, W. R. BUSHNELL. APS PRESS, 120-143 pp.
- GERLACH, W. L., NIRENBERG, H. 1982. The genus *Fusarium*. A pictorial atlas. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlen*. **209**, 1-406.
- GOLEBNIAK, B. 2001. The response of meadow fescue, perennial ryegrass, Italian ryegrass to infection by *Fusarium avenacearum*, *F. culmorum*, *F. gramineum*. *Journal of Plant Protection Research* **41**: 395-401.
- GRUNWALD, N. J., COFFMAN, V. A., KRAFT, J. M. 2003. Sources of partial resistance to *Fusarium* root rot in the *Pisum* core collection. *Plant Disease* **87**: 1197-1200.
- GUIRADO-MOYA M. L., AGUILAR, M. I., BLANCO, R., KENIG, A., GÓMEZ, J., TELLO, J. C. 2004. *Fusarium* wilt on sweet Basil: cause, sources in Southeastern Spain. *Phytoparasitica*, **32** (4): 395-401.
- HANCOCK, J. G. 1983. Seedling diseases of alfalfa in California. *Plant Disease* **67**: 1203-1208
- HOLMES, S. J. I. 1979. Effects of *Fusarium nivale*, *Fusarium culmorum* of the establishment of four species of pasture grass. *Annals of Applied Biology* **91**: 243-250.
- HYUN, J. W., LEE, S. C. KIM, D. H., KO, S. W., KIM, K. S. 2000. *Fusarium* fruit rot of citrus in Jeju Island. *Mycobiology* **28**: 158-162.
- JARVIS, W. R., SHOEMAKER, R. A. 1978. Taxonomic status of *Fusarium* causing foot, root rot of tomato. *Phytopathology* **68**: 1679-180
- JESCHKE, N., NELSON, P. E., MARASAS, W. F. O. 1990. *Fusarium* species isolated from soil samples collected at different altitudes in the Transkei, southern Africa. *Mycologia* **82**:727-733.
- JIMÉNEZ, M., LOGRIECO, A., BOTTALICO, A. 1993. Occurrence, pathogenicity of *Fusarium* species in banana fruits. *Journal of Phytopathology* **137**: 214-220.
- JOFFE, A. Z., PALT, J. 1967. *Fusarium equiseti* (Cda) Sacc. *Israel Journal of Botany* **16**: 1-18.
- JOHNSON, G. I. 1976. Brown etch or zonate ring spot of Butternut gramina. *Australasian Plant Pathology Society Newsletter* **5**: 48.
- KACPRZAK, M., ASIEGBU, F. O., DANIEL, G., STENLID, J., MANKA, M., JOHANSSON, M. 2001. Resistance reaction of conifer species to infection by selected necrotrophic damping off pathogens. *European Journal of Plant Pathology* **107**: 191-207
- KANAAN, Y. M., BAHKALI, A. H. 1993. Frequency, cellulolytic activity of seed bone *Fusarium* species isolated from Saudi Arabian cereal cultivars. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **100**: 291-298.
- KOCH, N., HUTH, W. 1997. Interaction of barley yellow mosaic virus, *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. in winter wheat. *Journal of Phytopathology* **145**: 425-428.
- KOIKE, S. T., GORDON, T. R., AEGERTER, B. J. 2003. Root, basal rot of leek caused by *Fusarium culmorum* in California. *Plant Disease* **87**: 601
- KOMMEDAHL, T., ABBAS, H. K., BURNES, P. M., MIROCHA, C. J. 1988. Prevalence, toxigenicity of *Fusarium* species from soils of Norway near the Arctic Circle. *Mycologia*. **80**:790-794.
- KRAFT, J. M., PAPAIVIZAS, G. C. 1983. Use of host resistance, *Trichoderma*, fungicides to control soilborne diseases, increase seed yields of peas (*Pisum sativum*). *Plant disease* **67**: 1234-1237.
- LAMPRECHT, S. C., KNOX-DAVIES, P. S., MARASAS, W. F. O. 1988. Fungi associated with root rot of annual *Medicago* spp. In South Africa. *Phytophylactica* **20**: 281-286
- LAMPRECHT, S. C., MARASAS, W. F. O. THIEL, P. G. SCHNEIDER, D. J., KNOX-DAVIES, P. S. 1986. Incidence, toxigenicity of seed borne *Fusarium* species from annual *Medicago* species in South Africa. *Phytopathology* **76**: 1040-1042
- LESLIE, J. F., SUMMERELL, B. A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. Ames, Iowa, USA pp 388.
- LESLIE, J. F., PEARSON, C. A. S., NELSON, P. E., TOUSSOUN, T. A. 1990. *Fusarium* species from corn, sorghum, soybeans fields in the central, eastern United States. *Phytopathology* **80**: 343-350.
- MEBALDS, M. I. 1987. Mycoflora of *Medicago truncatula*, *M. rugosa*, *M. litoralis* seeds produced in Victoria, Australia. *Seed Science, Technology* **15**: 175-183.

- MERGOUM, M., HILL, J. P., QUICK, J. S. 1998. Evaluation of resistance to winter weath to *Fusarium acuminatum* by inoculations of seedlings roots with single, germinated conidia. *Plant Disease* **82**: 300-302.
- MESSIAEN, C. M., CASINI, R. 1968. Recherches sur les fusarioses IV. La systématique des *Fusarium*. *Annales des Epiphyties* **19**:387-454.
- MESSIAEN, C. M., BELLARD-ALONSO, L., BARRIERE Y., DE LA TULLAYE, B.1976. Étude qualitative des *Fusarium roseum* dans les sols des environs de Versailles, sous diverses rotations ou associations végétales. *Ann.. Phytopathol* **8**: 269-282
- MORENO A., ALFÉREZ, A., AVILÉS, M., DIÁNEZ, F., BLANCO, R., SANTOS, M., TELLO, J. C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. *Plant Disease*, **85** (11), 1206.
- NELSON, P. E., HORST, R. K., WOTLZ, S. S. 1981. *Fusarium* diseases of ornamental plants. In *Fusarium. Diseases, Biology., Taxonomy*. Eds: Nelson P.E., T.A. Toussoun, R.J. Cook. The Pennsylvania State University Press., 121-128 pp.
- 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.
- NEMEC, S. 1987. *Fusarium solani* asociation with branch, trunk cankers on citrus weakened by cold weather in Florida, USA. *Mycopathologia* **97**: 143-150.
- NICOLETTI, R., RAIMO, F., COZZOLINO, E. 2002. In vitro evaluation of fungal antagonists of *Phytophthora nicotianae*. *Plant Protection Science* **38**: 634-637.
- NÚÑEZ, F. J., PALMERO, D., IGLESIAS, C., DE CARA, M., SINOBAS, J., TELLO, J.C. 2006. Biogeografía de especies de *Fusarium* en el litoral mediterráneo de España. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, **32**: 137-149.
- OLSZAK, M. 1994. Aetiology of sour cherry fungal diseases in Poland. III. Pathogenicity of the isolated fungi. *Journal of Fruit, Ornamental Plant Research* **2**: 165-184.
- PATIL, P. J., PADULE, D. N. 2000. Effects of grain mould fungi on seed germination, seedling vigor index of sorghum seeds var. CSH-9 in western Maharashtra. *Seed Research* **28**: 190-192.
- PEGG, K. G., WILLINGHAM, S. L., O'BRIEN, R. G., COOKE, A. W., COATES, L. M. 2002. Base rot of golden passionfruit caused by a homothallic strain of *Fusarium solani*. *Australasian Plant Pathology* **31**: 305-306.
- PETTTTT, T. R., PARRY, D. W. 2001. Effect of temperature on *Fusarium* foot rot of wheat. In: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. Eds: SUMMERELL B.A., LESLIE J.F., BACKHOUSE D., BRYOEN W.L., BURGESS L. APS Press. 145-160 pp.
- SABO, J., DURIC, T. J., ASNIC, S. 2002. *Fusarium* fungi as a pathogen causing hop wilt. *Plant Protection Science* **38**: 308-310.
- SAMAC, D. A., LEONG, S. A. 1989. Disease development in *Cucurbita maxima* squash infected with *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*. *Canadian Journal of Botany* **67**: 3486-3489.
- SANDERS, P., COLE, H. 1981. The *Fusarium* diseases of turfgrass. In: *Fusarium* diseases, biology., taxonomy. Eds: NELSON PE., TOUSSOUN, T.A., COOK, R.J. The Pennsylvania State University Press., 195-209 pp.
- SCHUMANN, G. L., D'ARCY, C. J. 2006. *Essential Plant Pathology*. Ed: APS Press. St Paul, Minnesota, USA. 338 pp.
- SECOR, G. A., GUDMESTAD, N. C. 1999. Managing fungal diseases of potato. *Canadian Journal of Plant Pathology* **21**: 213-221.
- SHANER, G. E. 2003. Epidemiology of *Fusarium* head blight of small grain cereals in North America. In *Fusarium Head Blight of Wheat, Barley*. Eds: K.J. LEONARD, W. R. BUSHNELL. APS Press, 84-119 pp.
- SIBERNAGEL, L. J., MILLS, M. J. 1990. Genetic, cultural control of *Fusarium* root rot in bush snap beans. *Plant Disease* **74**: 61-66.
- STEFFENSON, B. J. 2003. *Fusarium* head blight of barley: Impact, epidemics, management., strategies for identifying, utilizing genetic resistance. In *Fusarium* head blight of wheat, barley. Eds: LEONARD, K. J., BUSHNELL, W. R. APS Press, 241-295 pp.
- STONER, M. F. 1981. Ecology of *Fusarium* in non-cultivated soil. En: *Fusarium* diseases, biology, taxonomy. Eds. NELSON P.E., TOUSSOUN T.A. The Pennsylvania State University Press. 276-286.
- TELLO, J. C. 1984. Enfermedades criptogámicas en hortalizas. *Comunicaciones INIA. Serie: Protección Vegetal*, **22**, 342 pp.
- TELLO J. C., GÓMEZ, J., SALINAS, J., LACASA, A. 1987. La fusariosis vascular del melón en los cultivos de Almería. *Cuadernos de Fitopatología*, **10**: 38-41.
- TELLO J. C., GONZÁLEZ, M. L., LACASA, A. 1985b. The "Fusariosis" (Diseases produced by *Fusarium* spp) of asparagus in Spain. *Proc. 6th Asparagus Symposium. Eucarpia. Vegetable Section*, 126-135.
- TELLO J. C., LACASA, A. 1985. Micosis de las habas (*Vicia faba* L.). La podredumbre negra del pie. *Cuadernos de Fitopatología*, **4**: 143-160.
- TELLO J. C., 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**: 307-312.
- TELLO, J. C., LACASA, 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* **19**, 190 pp.
- TELLO, J. C., LACASA, A., RODRÍGUEZ, M. C. 1985A. Una nota fitopatológica sobre el complejo parasitario del pie de la judía (*Phaseolus vulgaris*). *I.T.E.A.*, **61**: 57-69.
- TELLO, J. C., LACASA, A., RODRÍGUEZ, M. C. 1990. Presence of some *Fusarium* species on Spanish beaches. *Proc. 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Agadir (Morocco)*, 137-138.
- VAKALOUNAKIS, D. J. 1996. Root, stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f.sp. nov. *Plant Disease*, **80**, 313-316 pp.

WAALWIJK, C., KASTELEIN, P., DE VRIES, I., KERENYI, Z., VAN DER LEE, T., HESSELINK, T., KOHL J., KEMA, G. 2003. Major changes in *Fusarium* spp. in wheat in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* **109**: 743-754.

WOLTZ, S. S., JONES, J. P., SCOTT, J. W. 1992. Sodium chloride, nitrogen source, lime influence *Fusarium*

crown rot severity in tomato. *Hortscience* **27** (10): 1087-1088.

(Recepción: 15 febrero 2008)
(Aceptación: 11 agosto 2008)