

La fusariosis vascular del clavel en la costa noroeste de Cádiz (España)

A. GARCÍA RUIZ, M. DE CARA, M. SANTOS, J.C. TELLO

Durante cuatro años (2004, 2005, 2006 y 2007) se valoró la presencia de la fusariosis vascular del clavel en 247 explotaciones agrícolas con cultivos de clavel bajo invernadero, situadas en los términos municipales de Chipiona y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). La superficie valorada supuso el 6,15% de la cultivada. Los resultados pusieron en evidencia que la enfermedad estuvo presente en todos los invernaderos y dicha presencia estuvo, posiblemente, minusvalorada, puesto que se encontraron plantas asintomáticas con presencia de *Fusarium oxysporum* en su xilema. Las variedades cultivadas que son mayoritariamente de tipo "spray", "miniclavel" o clavellina tienen, según los catálogos comerciales de venta diferentes grados de resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, sin embargo se presentaron en el campo cultivares enfermos sin relación clara con su nivel de resistencia. Las desinfecciones del suelo, previas a la plantación, con diferentes fumigantes (bromuro de metilo, 1-3 dicloropropeno, bromuro de metilo + 1-3 dicloropropeno, metam sodio, metam sodio + 1-3 dicloropropeno) mostraron una eficacia parcial en el control de la micosis a partir del primer año de cultivo, falta de eficacia que pudo tener una relación con la intensificación del cultivo ya que se encontraron invernaderos con 20 años de monocultivo. Sin embargo se pudieron valorar explotaciones que llevaban la duración de un cultivo a tres años con una presencia mínima de la fusariosis vascular, lo que sugiere la existencia de supresividad en los suelos de dichos invernaderos. Dado que el bromuro de metilo ha sido suprimido en el cultivo, los resultados obtenidos muestran la necesidad de ensayar alternativas no químicas, puesto que el resto de los fumigantes químicos se comportan de manera deficiente en el control de la micosis.

A. GARCÍA RUIZ. IFAPA Centro de Chipiona (Cádiz). Cno de la Esparragosa, s/n. 11540 Chipiona (Cádiz). España.

M. DE CARA, M. SANTOS, J.C. TELLO. Universidad de Almería. Dto. de Producción Vegetal. Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. España.

Palabras clave: *Dianthus caryophyllus*, intensidad de la enfermedad, prevalencia de la enfermedad.

INTRODUCCIÓN

TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) estudiaron la importancia de la fusariosis vascular del clavel en las provincias de Almería, Murcia y Alicante durante los años 80 del siglo pasado, estableciendo que dicha micosis se erigía como un factor limitante para el cultivo en las mencionadas provincias. Los autores recogían, al tiempo, noti-

cias y evaluaciones propias sobre la presencia del patógeno en otros entornos del país: Canarias, Ciudad Real, País Vasco. Posteriormente, ANDRÉS ARES (1995) presentó una evaluación análoga para los cultivos de clavel de Galicia, concluyendo que *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* se erigía como un factor limitante en los cultivos gallegos. La intensidad de la enfermedad era limitada por la desinfección del suelo, previa a la

plantación, utilizando bromuro de metilo de manera generalizada, aunque la rentabilidad de las explotaciones se resentía de manera notable al tener que hacer plantaciones anuales con desinfección previa del suelo.

Una evaluación análoga no se había realizado, hasta donde se sabe, en los cultivos de la costa noroeste de Cádiz (términos de Chipiona, Rota y Sanlúcar de Barrameda), donde se trataba la enfermedad con desinfección del suelo, utilizando para ello, entre otros fumigantes, bromuro de metilo. El compromiso adquirido dentro del Protocolo de Montreal para eliminar el bromuro de metilo en el año 2005, motivó un proyecto de investigación nacional para buscar alternativas al fumigante, declarado como destructor de la capa de ozono de la estratosfera. El trabajo que se presenta pretende ser un complemento de datos a dicho proyecto, aunque no estuvo incluido en él. A ciencia cierta, se desconocía si la fusariosis vascular del clavel configuraba un factor limitante en los cultivos de la costa noroeste de Cádiz. El trabajo que se presenta en este artículo responde a esa necesidad y ha conformado una parte de la tesis doctoral de GARCÍA RUIZ (2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

En una prospección como la que se presenta en este trabajo, siempre se plantean cuestiones esenciales – ¿cual es el tamaño de la muestra que representa a la totalidad?, por ejemplo, todavía sin resolver – y cuál es la terminología a usar. En este último aspecto se toman las propuestas de MARÍN (1996), quien indica que la **intensidad** caracteriza a la enfermedad en un área dada o en un punto del espacio. Intensidad que, a su vez, tiene varios componentes: densidad (número de individuos enfermos por unidad de área o volumen), severidad (proporción de tejido con síntomas respecto al total del cultivo), incidencia (proporción de plantas con síntomas respecto al total del cultivo) y prevalencia (porcentaje de campos con plantas enfermas con respecto al total de campos en una

región específica). Los resultados contenidos en este trabajo están próximos a la prevalencia, sin embargo se utilizará el término intensidad por contener otros tipos de observaciones útiles.

Toponimias, número de explotaciones y superficie prospectada

En las zonas estudiadas son los cultivares de clavel tipo “mini”, “spray” o clavellina las que dominan, a gran distancia de los monoflor tipo “Sim” y tipo “mediterráneo”. La prospección se ha realizado fundamentalmente en el término municipal de Chipiona donde mayor número de explotaciones existen. En menor medida se ha valorado la enfermedad en el término de Sanlúcar de Barrameda. Dichos términos se han seleccionado atendiendo a las indicaciones de la Oficina Comarcal Agraria de Chipiona. La situación de las parcelas y de las zonas se representan en las (Figura 1).

En el Cuadro 1 se especifica la superficie encuestada y la muestreada, así como la localización de los invernaderos. En la encuestada, se realizó una entrevista personalizada a los agricultores y se comprobó, sintomatológicamente, la presencia de fusariosis vascular al tiempo que se recabó el conocimiento que sobre la micosis tenían aquellos. En la muestreada, se tomaron plantas para analizar en el laboratorio.

En total, desde marzo de 2004 hasta marzo de 2007 se encuestaron 247 invernaderos, que representan 340.150 m² y se muestrearon el 33,74% (144.800 m²) del total encuestado. Debe tenerse presente que el tamaño medio de las explotaciones oscilan entre 3.500 y 5.000 m².

Análisis del material vegetal

Se siguieron para tal fin las indicaciones dadas por TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990). De las plantas con síntomas de enfermedad (Figura 2), se tomó un tallo que mostrase necrosis del xilema. Así, en las parcelas muestreadas se recogieron entre 10 y 40 tallos (1 planta = 1 tallo) para analizar. En el laboratorio se dejaba el tallo sin hojas,

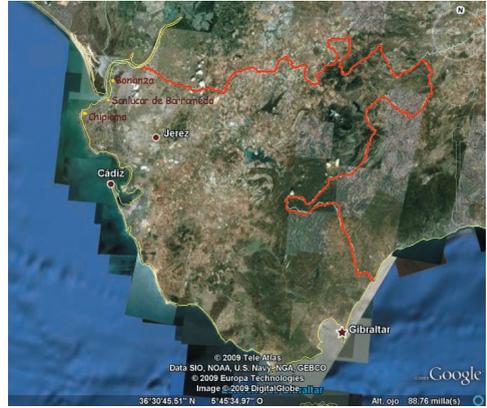


Figura 1: Mapa de situación de los términos municipales de Chipiona y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), donde se evaluó la fusariosis vascular del clavel..

se lavaba con agua del grifo y se secaba sobre una superficie limpia. Posteriormente se flameaba con alcohol y se cortaban rodajas del tallo de, aproximadamente, 1 cm y se sembraban en placas de Petri de 9cm de diámetro con medio PDA. La incubación se hacía en el ambiente del laboratorio y a los seis o siete días se finalizaba la observación. El diagnóstico se hacía observando la aparición de *Fusarium oxysporum* del anillo xilemático (Figura 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han agrupado atendiendo a los aspectos epidemiológicos y de control de la micosis observada durante los muestreos.

Intensidad de la fusariosis vascular

La superficie encuestada corresponde al 6,16 % (34 ha) de la cultivada con clavel en los términos municipales de Sanlúcar de Barrameda y Chipiona, dado que según



Figura 2: Detalle de planta de clavel con síntomas de fusariosis.

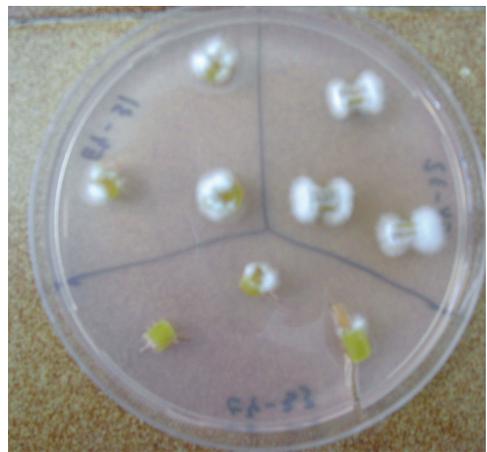


Figura 3: Se muestra el análisis de 3 plantas de clavel, de las que del anillo vascular se aisló *Fusarium oxysporum*.

Cuadro 1. Superficie y localización de los invernaderos encuestados y muestreados en los términos municipales de Chipiona y Sanlúcar (Cádiz). Marzo de 2004 – marzo de 2007.

Localidad	Pago	Número de explotaciones encuestadas	Superficie encuestada (m ²)	Superficie muestreada (m ²)
Chipiona	Abulagar	13	12600	8400
Chipiona	Cerro Colon	3	3000	2500
Chipiona	Copina	2	2000	0
Chipiona	El Olivar	3	4200	2500
Chipiona	Envidio	4	4600	2600
Chipiona	Escalerete	10	13900	1700
Chipiona	Espantamonos	5	7000	2000
Chipiona	Esparragosa	3	2500	2300
Chipiona	Falón	2	4500	1500
Chipiona	Huerta San Juan	2	1600	600
Chipiona	La Algaida	1	2300	0
Chipiona	La Dehesa	1	2500	0
Chipiona	La Loma	5	5500	1500
Chipiona	Las Manchuelas	23	29300	22550
Chipiona	Loma Baja	7	10800	3900
Chipiona	Lopina	8	6500	500
Chipiona	Los LLanos	11	21300	11000
Chipiona	Los Majales Altos	9	11200	3600
Chipiona	Los Rizos	11	13500	11500
Chipiona	Magadales	3	2500	0
Chipiona	Majada de la vaca	13	17600	2900
Chipiona	Manchuelas	11	25100	2750
Chipiona	Meca la alta	3	6500	0
Chipiona	Media Naranja*	4	4100	600
Chipiona	Media Naranja	4	4500	1000
Chipiona	Monteruco	9	15900	1900
Chipiona	Olivar	14	15500	5700
Chipiona	Opina	5	9700	6700
Chipiona	Pastrana	1	1000	0
Chipiona	Pinar Martín	5	8300	5100
Chipiona	Pinar Martín*	8	8100	700
Chipiona	Vicaria	2	1000	500
Chipiona	Peña del Aguila	4	4700	0
Sanlúcar	Ato de la carne	2	5000	0
Sanlúcar	La Algaida	7	11000	2800
Sanlúcar	La Algaida C/Cine	5	9250	4000
Sanlúcar	La Algaida c/F	7	12300	0
Sanlúcar	La Algaida Puntal del Muro	5	5700	0
Sanlúcar	Madre del Agua	6	7300	0
Sanlúcar	Santa Tecla	6	6300	1500
TOTAL	247	340150	114800 (33,74%)	

Superficie encuestada: Superficie y número de explotaciones en las cuales se realizó la encuesta y se determinó la fusariosis vascular por síntomas.

Superficie muestreada: Superficie encuestada en la que se practicaron análisis microbiológicos para aislar *F. oxysporum* del xilema de plantas con síntomas de la fusariosis vascular.

Cuadro 2. Intensidad de la fusariosis vascular en los términos de Chipiona y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). Marzo de 2004 a marzo de 2007.

Superficie encuestada(ha)	Nº de explotaciones encuestadas	Superficie muestreada (ha)	Número explotaciones muestreadas	Nº de explotaciones muestreadas con aislamiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>
34,01	247	11,48	91	73

Cuadro 3. Relación entre la necrosis xilemática de los tallos de clavel y el aislamiento positivo de *Fusarium oxysporum* en PDA.

Variedad	Grado resistencia	Nº plantas analizadas	Nº plantas Fod	Nº plantas necrosis xilemática	Relación necrosis xilema y aislamiento positivo de Fo
Allioth	RRR	71	2	2	1,00
Baltico	RRR	26	18	8	0,44
Cerise R. Barbara	RR	125	45	35	0,78
Claudia	RRR	172	39	33	0,85
Delfi	R	72	20	13	0,65
Eila	RRR	19	0	0	0/0
Gaudina	RRR	9	7	4	0,57
Imagine	R	47	37	31	0,84
Ivana Orange	RRR	16	8	2	0,25
Karimbo	RRR	9	0	0	0/0
Liberty	RRR	39	0	0	0/0
Lolita	RR	24	0	0	0/0
Macarena Oro	RRR	24	0	0	0/0
Morgan	R	27	8	3	0,37
Natila	RRR	6	4	4	1,00
Nogalte	RRR	15	15	11	0,73
Orange tundra	RRR	6	0	0	0/0
Orbit	RRR	21	18	16	0,89
Pilar	RR	119	6	4	0,67
Pink Ashley	R	38	25	17	0,68
Pino	RRR	97	11	14	1,27
Prestige	RRR	12	3	3	1,00
Primero mango	RR	15	0	0	0/0
Rayo de sole	R	8	6	6	1,00
Scalet Queen	RRR	18	13	10	0,77
Spectro	RR	15	14	10	0,71
Splendido	*	17	12	8	0,67
Tauroc	RR	18	6	3	0,50
Ticotico	RR	8	8	6	0,75
Tirana	RRR	15	12	4	0,33
Tundra	RRR	9	1	2	2,00
While Ashley	R	35	18	3	0,17
Totales		1152	356	252	0,71

datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (2007) se dedican a flor cortada en la zona 553 ha, aunque según la opinión de técnicos y agricultores podría ser considerablemente menor, a tenor del abandono del cultivo por su escasa rentabilidad. La superficie muestreada correspondió a 91 explotaciones y supuso un 33,75% (11,48 ha) de la encuestada. En el Cuadro 2 se presenta un resumen de estos resultados.

En el Cuadro 2 puede comprobarse como el 74,30% de los invernaderos muestreados, presentaron, analíticamente, *Fusarium oxysporum* en el xilema, mientras que el 27,70% (2,95 ha) no lo exteriorizaron, pese a presentar las plantas necrosis vascular. Estos datos fueron ajustados analíticamente estudiando la relación existente entre la necrosis del xilema y el aislamiento de *Fusarium oxysporum* de éste. Los resultados se resumen en el Cuadro 3.

En el Cuadro 3 el cómputo global de las plantas analizadas y el número de plantas con aislamiento positivo del hongo del xilema, indica que la presencia del hongo fue positiva sólo en el 30,90% de las plantas, datos que aproximadamente coincidían con los presentados por TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990). Parece procedente evaluar la técnica analítica utilizada y, en consecuencia el valor de la prospección.

Si en el Cuadro 3 se realiza el cociente entre el número de plantas con necrosis del xilema y el número de plantas con presencia positiva de *Fusarium oxysporum* en el anillo vascular, se obtienen varias posibilidades para interpretar el ajuste de la prospección en base a la sensibilidad de la técnica analítica.

Valor del cociente igual a cero. No hay necrosis ni aislamiento positivo del hongo. Es el caso de 7 cultivares (21,87%). Los cultivares están dotados, según los catálogos de venta, con alta resistencia al patógeno. ¿Actuó con eficacia dicha resistencia?. Podría ser, pero otros cultivares con la misma resistencia genética si se enfermaron. En este punto el muestreo en el campo que

no se hizo sobre plantas asintomáticas podría significar un error de valoración. Los síntomas podrían ser debidos a otras causas.

Valor de cociente menor que la unidad. Se aísla *F. oxysporum* de plantas con el xilema no necrosado. Esta situación es la más frecuente (56,25% de los casos) y podría indicar que la prospección realizada arrojaría resultados menores de los reales.

Este hecho de estar el hongo presente en el xilema, en plantas asintomáticas, ha sido referido por diversos autores para diferentes formas especializadas de *Fusarium oxysporum* (EL MAHJOUR, 1985; BECKMAN, 1961, 1962; RODRÍGUEZ et al (1995); TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA, 1990; BAAYEN y DEMAAAT 1987), *Phialophora cinerescens* (PERESSE, 1975) y *Verticillium albo-atrum* (DIXON y PEG, 1960). Esta relación muestra, igualmente, la importancia del momento del muestreo.

Valor del cociente igual a la unidad. Sería el caso de que al síntoma de necrosis vascular le correspondiera el aislamiento analítico del hongo. Sólo se ha presentado en el 12,50% de los casos.

Valor del cociente superior a la unidad. El número de plantas con necrosis vascular sería superior al de aquellas en las que se aísla *Fusarium oxysporum* del xilema. Ocurre en el 6,25% de los casos. Sin embargo, TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) relatan mayor número de casos. Los mencionados autores estudiaron este desfase analítico en plantas de clavel inoculadas en condiciones controladas y en tres invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia), no obteniendo una relación directa entre necrosis del xilema y presencia analítica de *Fusarium oxysporum* en éste, sugiriendo una posible deficiencia en la técnica analítica. Afortunadamente los resultados presentados con esta discordancia son bajos y, por lo tanto, su influencia en la selección sintomatológica de la prospección es pequeña.

Relación entre la intensidad de la fusariosis vascular y la resistencia de los cultivares a *Fusarium oxysporum* f. sp *dianthi*.

Cuadro 4. Variedades comerciales de clavel cultivadas en la zona noroeste de la provincia de Cádiz ordenadas según la resistencia con la que se ofertan en el mercado.

Variedades con nivel R	Variedades con nivel RR	Variedades con nivel RRR		Variedades sin resistencia
Aicardi	Castelaro	Allioth	Orange Prestige	Medea
Barbado	Cerise R.Barba	Arena	Orange Tundra	—
Berry	Crisom Tempo	Ashley	Orbit	—
Delphi	Dover	Baltico	Orbit plus	—
Firato	Enrique	Barbara	P. Nelson	—
Gram Slam	Faryda	Bellami	Pasodoble	—
Imagine	Guernsen Yellow	Bosanka	Pino	—
Jack	Larsen	Capineira	Prestige	—
Kiro	Lolita	Cipro	Rondine	—
Leopardi	Miledy	Claudia	Scarlet Queen	—
Magic	Montezuma	Dino	Tabor	—
Master	New Temo	Eilat	Tirana	—
Melocotón	Pilar	Erg	Tundra Vera	—
Morgan	Prado Refif	Gaudina	Westcrystal	—
Nuria	Primero mango	Golden Yellow	Westdiamond	—
Pink Asley	Principessa	Ivana orange	White liberty	—
Raggio di sole	Rebeca	Karimbo	White natila	—
Rosella	Solar	Leyla	—	—
Star	Solar oro	Liberti	—	—
White ashley	Spectro	Macarena oro	—	—
—	Target	Maestro	—	—
—	Taurec	Mathilda	—	—
—	Tempo	Mirella	—	—
—	Tico tico	Natila	—	—
—	White fleurette	Nogalte	—	—

Uno de los procedimientos de control en los cultivos de la costa noroeste de Cádiz es el uso de variedades con resistencia genética a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Los catálogos comerciales señalan el nivel de resistencia con la letra R, de manera que los cultivares con R serían los menos resistentes y los señalados con RRR presentarían el más alto grado de resistencia. El Cuadro 4 refleja un inventario sobre el número y nombre de los cultivares, así como su calificación por la resistencia, muestreados y cultivados en la zona.

Un total de 92 explotaciones fueron muestreadas, agrupando los cultivares para su análisis según el nivel de resistencia. Los resultados se resumen en el Cuadro 5

El Cuadro 5 pone en evidencia como la resistencia se expresa de manera parcial. Análíticamente, la presencia de *Fusarium oxysporum* en el xilema es comparable para todas las variedades cualquiera que sea su grado de sensibilidad. De igual manera se puede colegir de los resultados que las variedades con resistencia están generalizadas en la zona muestreada. Este aspecto fue más detalladamente expuesto en el Cuadro 3, donde 7 cultivares (Eila, Karimbo, Liberty, Lolita, Macarena oro, Orange tundra, Primero mango) que fueron analizados no presentaron necrosis xilemática y no exteriorizaron analíticamente a *Fusarium oxysporum*. Dichos cultivares se habían ofertado con gra-

Cuadro 5. Relación entre el grado de resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Fod) de variedades comerciales cultivadas en invernaderos del noroeste de la provincia de Cádiz y el aislamiento del hongo.

Nº explotaciones muestreadas	Grado de resistencia	Nº de explotaciones con presencia de Fo en el xilema	Nº de plantas analizadas	Porcentaje de plantas con aislamiento positivo de Fod en plantas enfermas
2	S	1	12	39,99
21	R	15	663	37,86
26	RR	21	330	58,48
43	RRR	38	1428	36,55
92	Total	75	2433	39,99

dos de resistencia RR (2 variedades) y RRR (5 variedades). Pese a este hecho no se puede concluir que dichas variedades expresen una resistencia completa, puesto que suponiendo que las fuentes de resistencia son las mismas para todas las variedades, en el mismo Cuadro 3 otras con niveles equiparables si se enfermaron. Sería conveniente una evaluación más pormenorizada de la resistencia ofertada en el mercado, como en su día hicieron TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) para los cultivares entonces utilizados.

La eficacia de la resistencia está en función de la virulencia del patógeno, si lo que se pretende es tener una resistencia vertical. En el caso de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* la existencia de hasta 11 patotipos diferentes pone en evidencia esa dificultad de ofertar variedades con resistencia completa, tipo vertical. ANDRÉS ARES *et al.* (2001) describieron para aislados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* de Galicia y de Murcia los patotipos 2,4 y 1, siendo, con diferencia el patotipo 2 el más generalizado.

GARIBALDI (1981, 1983), describió 8 patotipos para Italia. Un detallado estudio histológico, fue realizado, en cultivares resistentes y sensibles de clavel a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, por BAAYEN y ELGERSMA (1985). Lo más probable es que la resistencia esté regulada mediante un complejo genético poligénico de herencia cuantitativa (SPARNAAIJ y DEMMINK, 1977 y 1987; ARÚS *et al.*, 1992; BAAYEN y VAN DER PLAS, 1992; GARIBALDI, 1983), este hecho unido al dinamismo del mercado varietal

del clavel hace aconsejable, como se indicó anteriormente, una evaluación de la resistencia de los cultivares ofertados en la zona.

Relación entre las técnicas de desinfección del suelo y la presencia de la fusariosis vascular.

La encuesta realizada en 233 explotaciones, permitió por un lado conocer cuales eran los fumigantes más comunes y al tiempo tener una aproximación al control de la micosis por la desinfección. Para ello, de las 233 explotaciones encuestadas, se tomaron muestras de plantas con síntomas para su posterior análisis en el laboratorio de 91 de aquellas (39,05% del total encuestado). Los resultados se resumen en el Cuadro 6

Los resultados ponen en evidencia que, pese al uso de diferentes fumigantes, *Fusarium oxysporum* se presentó mayoritariamente en las explotaciones analizadas (91), pues el 80,21% de éstas permitió el aislamiento del hongo. Sin ser determinante el resultado, si es orientativo en el sentido de la eficacia de la desinfección química del suelo, como ya pusieron en evidencia TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) para el Sureste de la Península Ibérica. Un dato a tener en cuenta es la antigüedad del cultivo, reiterado campaña tras campaña, más de 16 años en algunos invernaderos. Reiteración que podría influir muy directamente en el uso de la desinfección química. Desinfección encabezada por el bromuro de metilo, en la actualidad prohibido, lo que justificaría la búsqueda de alternativas a su uso.

Cuadro 6. Métodos de desinfección empleados en las explotaciones encuestadas en función de la antigüedad del cultivo y de la presencia de la fusariosis vascular.

Desinfectante	Número de explotaciones	Nº de Explotaciones analizadas	Nº explotaciones con presencia de <i>F. oxysporum</i>	Años monocultivo
BM	147	64	50	10,86
BM+DD	16	5	5	10,75
DD	15	7	6	16,26
DD+MS	48	10	8	1,93
MS	7	5	4	1,42
TOTAL	233	91 (39,05%)	73 (31,33%)	—

BM= Bromuro de metilo; DD= 1-3 dicloropropeno; MS = metan sodio.

Duración del cultivo y su relación con la presencia analítica de *Fusarium oxysporum* en el xilema de las plantas

Un aspecto no desdeñable, obtenido a partir de los datos de la encuesta y del muestreo y del análisis consiguiente, fue valorar la presencia de *Fusarium oxysporum* en las plantas en 91 explotaciones agrupadas según los años de permanencia de la plantación. El Cuadro 7, resume los resultados.

Un primer comentario puede hacerse desde el punto de vista epidemiológico: el hecho de que más de un 20% de los invernaderos permitían el cultivo a tres o más años. Si se comparan estos resultados con los presentados por TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) la diferencia es marcada, dichos autores relatan como en Murcia, Almería y Alicante, la reiteración del cultivo llevó a los agricultores a cultivos de un año con desinfección previa antes de plantar. Por otro lado, el hecho es bastante singular y sugiere la posible presencia de suelos supresivos en el sentido descrito por ROUXEL (1978), ALABOUVETTE (1983) y LEMANCEAU (1988).

Otro comentario, merecen el número de explotaciones agrícolas que comenzaban su primer año de cultivo, un 30,76% del total, de las cuales un 24,17% presentaron *Fusarium oxysporum* en el xilema de las plantas analizadas. Es conocida como fuente de inóculo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* los esquejes enraizados de clavel que se utilizan para la plantación (TRAMIER, 1982; CEBOLLA, 1982a, 1982b; TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA, 1990) y ello podría explicar la aparición de la enfermedad en el primer año, pero podría coexistir con otras vías de contaminación: aire, estiércoles, maquinaria de labranza, o el enraizamiento de esquejes de la propia plantación realizado por algunos agricultores (TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA, 1990).

Los resultados presentados han puesto de manifiesto la prevalencia de la fusariosis vascular en los cultivos de los términos de Chipiona y Sanlúcar de Barrameda (costa noroeste de Cádiz). En la totalidad de 247 explotaciones encuestadas estuvo presente la micosis. El análisis de 2756 plantas puso en evidencia que el 42,19% de las plantas exte-

Cuadro 7. Relación entre la presencia analítica de *F. oxysporum* en el xilema de las plantas y la antigüedad de la plantación.

Nº explotaciones analizadas	Presencia de <i>F. oxysporum</i>	1º año de cultivo	2º año de cultivo	3 o más años de cultivo
91 (+)	22 (24,17%)	32 (35,16%)	19 (20,88%)	
(-)	6 (6,59%)	9 (9,89%)	3 (3,30%)	

(+) = presencia de enfermedad; (-) ausencia de enfermedad

riorizó a *Fusarium oxysporum* en su xilema. Estos datos son comparables a los presentados por TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) que en su caso, el 38,96% mostraron una presencia positiva del hongo. Y son superiores a los publicados por ANDRÉS ARES (1995) para Galicia, cifrados en un 31%. Podría decirse, sin mucho riesgo de error, que la fusariosis vascular se erige como un factor limitante para el cultivo y justifica la desinfección del suelo y el uso de variedades con resistencia genética introducida. La enfermedad fue citada en Canarias y en Cataluña como un problema grave para el cultivo, aunque los autores no cuantificaron esa gravedad (RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, 1975; HERREROS DELGADO, 1979; CEBOLLA, 1982a, 1982b). Es importante subrayar como la enfermedad se muestra de igual manera en las tres zonas de España donde se han realizado prospecciones comparables. Este hecho parece sugerir que las técnicas de cultivo, prácticamente iguales en las tres zonas, no son ajenas a la uniformidad.

En otras partes del planeta también ha sido señalada la fusariosis vascular como un factor limitante para el cultivo: en Francia fueron PERESSE (1977) y TRAMIER (1986); en el estado de Colorado (Estados Unidos de Norteamérica) fue referida por BAKER (1980); en Italia, PERGOLA y GARIBALDI (1977) y ALOJ y GARIBALDI (1982) señalaron a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* junto con *Rhizoctonia solani* como las micosis

más importantes, imputándoles pérdidas del 70 al 80%.

Anteriormente, se hacía referencia a la semejanza entre las zonas cultivadas con clavel en España en lo que concierne a las micosis de origen edáfico. Semejanza que alcanza a la ausencia de otras fungosis importantes en otras partes de mundo, como son la causada por *Phialophora cinerescens* (incitante de la verticiliosis o enfermedad azul) y a las podredumbres por especies de *Phytophthora*. TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990) refieren a la primera de manera puntual en el País Vasco y en los esquejes de plantación, verticiliosis que es citada en Inglaterra como más importante que la fusariosis vascular por ENGLISH (1974) y por BAKER (1980) en Estados Unidos de Norteamérica. En lo concerniente a *Phytophthora*, MOREAU (1958) refería la especie *Phytophthora cactorum* y MERCIER y TRAMIER (1966) citaba a *Phytophthora parasitica* en Francia. En España, *Phytophthora parasitica* y *Phytophthora capsici* son referidas, puntualmente, por TELLO y LACASA (1984) Y TELLO (1990). Tampoco fueron encontrados problemas causados por el nematodo nodulador de las raíces (*Meloidogyne* sp), hecho sugeridor del papel que tiene la, bastante generalizada, práctica de desinfectar el suelo con 1-3 dicloropropeno. Papel, a buen seguro, no lejano a la influencia del mercado de fitosanitarios.

ABSTRACT

GARCÍA RUIZ, A., M. DE CARA, M. SANTOS, J.C. TELLO. 2009. Fusarium wilt of carnation in northwestern coast of Cadiz (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 317-328.

Presence of Fusarium wilt of carnation cropped in greenhouses in Chipiona and Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) has been studied for four years (2004, 2005, 2006 and 2007). The area surveyed reached 6,15% of the whole surface devoted to carnation crop in the zone. Results evidenced presence of the disease in all the greenhouses, even showing plants without symptoms but showing *Fusarium oxysporum* in the xilem. Cultivated varieties are mainly "spray", "miniclavel" or "clavellina" type, that present, attending the commercial seed catalogues, different levels of resistance to *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*. However, was common to find wilted cultivars in field without a clear relationship to their resistance level. Soil disinfection previous to planting with different fumigants (methyl bromide, 1-3 dicloropropene, methyl bromide + 1-3 dicloropropene, metham sodium, metham sodium + 1-3 dicloropropene), showed partial efficacy on controlling

the mycosis after the first cropping year, possibly related to the high crop intensity (greenhouses with 20 years of carnation crop were found). On the other hand, greenhouses with a three-years carnation crop, without Fusarium wilt disease were also found, what suggest the existence of suppressive soils in the area. As methyl bromide has been forbidden to carnation crops in Spain and other countries, these results enhance the priority to test non-chemical alternatives to the fumigant, because as has been shown, the rest of chemical fumigants didn't controlled the disease efficiently.

Keywords: *Dianthus caryophyllus*, disease intensity, disease prevalence.

REFERENCIAS

- ALAVOUVETTE, C. 1983. La receptivité des sols aux Fusarioses vasculaires. Rôle de la compétition nutritive entre microorganismes. Thèse docteurs-sciences Naturelles. Université de Nancy I.
- ANDRÉS ARÉS, J.L. 1995. La Fusariosis vascular del clavel en Galicia: Estudio crítico acerca de los patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en las comunidades de Galicia y Murcia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 292 pp.
- ANDRÉS ARÉS, J.L., VICENTE, M.J., CENIS, J.L., COLLAR, J., TELLO, J.C., CIFUENTES, D. 2001. Variación genética y patogénica de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **27**: 249-257
- ARUS, P., LLAURADO, M., PERA, J.L. 1992. Progeny analysis of crosses between genotypes resistant and susceptible to *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* race 2. *Acta Horticulturae* **307**: 57-64.
- BAAYEN, R.P., ELGERSMA, D.M. 1985. Colonization and histopathology of susceptible and resistant carnation cultivars infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Neth. J. Plant Pathology*, **91**: 119-135.
- BAAYEN, R.P., DEMAAAT, A.L. 1987. Passive transport of microconidia of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in carnation after root inoculation. *Neth. J. Plant Pathology* **93**: 3-13.
- BAAYEN, R.P., VAN DER PLAS, C.H. 1992. Localization ability, latent period and wilting rate in eleven carnation cultivars with partial resistance to *Fusarium* wilt. *Euphytica*, **3**, **59**: 165-174.
- BAKER, R.R. 1980. Measures to control *Fusarium* and *Phialophora* wilt pathogens of carnation. *Plant Diseases*, **64**: 743-749.
- BECKMAN, C.H., MACE, M.E., HALMOS, S., MC GAHAN, M.W. 1961. Physical Barriers associated with resistance in *Fusarium* wilt of bananas. *Phytopathology*, **51**: 507-515.
- BECKMAN, C.H., HALMOS, S. 1962. Relation of vascular occluding reactions in banana roots to pathogenicity of root-invading fungi. *Phytopathology*, **52**: 893-897
- CEBOLLA, V. 1982a. Estado actual del cultivo del clavel ante el problema de la Fusariosis vascular. *Horticultura*, **5**: 5-10.
- CEBOLLA, V. 1982b. Las enfermedades más graves del clavel. La Fusariosis vascular. *Agricultura*. 692-697.
- CHIPIONA AGRARIA. 2003. *Revista de Flor cortada*. Ed. Arts & Press con la colaboración del Ayuntamiento de Chipiona. **4**: 20-25.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. 2003. Macromagnitudes agrarias de Cádiz. Ed. Junta de Andalucía
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. 2007. Macromagnitudes agrarias de Cádiz. Ed. Junta de Andalucía
- DIXON, G.R., PEEG, G.P. 1960. Hiphal lysis and tylose formation in tomato cultivars infected by *Verticillium albo-atrum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **53**: 109-118.
- EL MAHJOUB, M. 1985. La Fusariose vasculaire du melon, approche biochimique et ultrastructurale. Thèse docteur-és-sciences. Université Bretagne Occidentale. France.
- ENGLISH, S.W. 1974. Producción comercial de claveles. Ed Acribia. Zaragoza, 241 pp.
- GARCÍA RUIZ, A. 2008. Etiología, epidemiología y control no químico de las enfermedades edáficas del cultivo del clavel en invernadero de la costa noroeste de Cádiz. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. 321pp.
- GARIBALDI, A. 1981. Ulteriori ricerche sulla specializzazione biologica di *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Prill et Del) Snyd et Hans. *Rivista della Ortofrutticoltura Italiana*, **65**: 353-358.
- GARIBALDI, A. 1983. Resistenza di cultivar di garafano nei confronti di ottopatotipi di *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Prill et Del.) Snyd. et Hans. *Riv. Ortofrutticoltura*, **67**: 261-269
- HERREROS DELGADO, L.M. 1979. Enfermedades fúngicas del clavel. *Hojas divulgativas del Ministerio de Agricultura y Pesca*. **17-18/19** HD, 19 pp.
- LEMANCEAU, PH. 1988: Receptivité des sols aux fusarioses. Étude critique des théories proposées. Thèse docteur-sciences Naurelles. Université C. Bernard. Lyon I. France.
- MARÍN, J.P. 1996. Principios generales de epidemiología y control de micosis. In: *Patología Vegetal* (Tomo II). Editores: Llácer, G; López, M.M; Trapeiro, A; Bello, A. Ed. Phytoma España, S.L. Valencia. 771-804 pp.
- MERCIER, S., TRAMIER, R. 1966. *Phytophthora parasitica* f. *parasitica*, (PASTEUR) WATERH. agent d'une pourriture du collet de l'oeillet. Actes I Congr. Un. Phytopathol.Medit. Bari-Naples. 585-588.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). 2003. *Anuario de Estadística Agraria*. Ed. MAPA. Madrid.
- MOREAU, M. 1958. Le verticilliose de l'oeillet. *Rev Horticole*, **13**: 1831-1834.

- PERESSE, M. 1975. Relations hôte-parasite dans les trachéomycoses. Quelques uns de leurs aspects dans le modèle oeillet-*Phytophthora cinerens*. Thèse docteur-es-Sciences Naturales. Université de Bretagne Occidentale. France
- RODRÍGUEZ, M.C., TELLO, J., CUARTERO, J. 1995. Variations in response of a number of tomato genotypes inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raza 2. *Acta Horticulturae*, **412**: 515-522.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, J.M. 1975. Evidencia de ataques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en cultivos de claveles en invernadero en Gran Canaria. Granja Agrícola Experimental. *Serie Fitopatología*, **75/1**: 7 pp.
- ROUXEL, F. 1978: Etude de la résistance microbiologique des sols aux Fusarioses vasculaires. Application aux sols de la Basse Vallée de la Durance. Thèse docteur Sciences Naturelles. Université de Dijon. France.
- SPARNAAIJ, L.D., DEMMINK, J.F. 1977. Progress towards *Fusarium* resistance in carnations. *Acta Horticulturae*, **71**: 107-113.
- SPARNAAIJ, L.D., DEMMINK, J.F. 1987: Improvement of Breeding and selection Methods for resistance against *Fusarium oxysporum*. Third Symposium on Carnation. May 1987, Noordwijkerhout, The Netherlands.
- TELLO, J.C., LACASA, A. 1984. Una enfermedad de los claveles (*Dianthus carioophylus*) causada por diversas especies de *Phytophthora*. Comunicaciones III Congreso Nacional de Fitopatología. Puerto de la Cruz (Islas Canarias). 70
- TELLO MARQUINA, J.C., LACASA PLASENCIA, A. 1990. *Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España. Fases parasitaria (Fusariosis vascular del tomate y del clavel) y no parasitaria. *Boletín de Sanidad Vegetal*, n°19 (fuera de serie) 190pp
- TELLO, J.C. 1990. La podredumbre del cuello y de la base del tallo del clavel causada por *Phytophthora* de BARY en los cultivos españoles. *Cuadernos de Fitopatología*, **22**: 9-12.
- TRAMIER, R. 1982. La Fusariose vasculaire de l'oeillet. *Phytoma*, Frevrier, 28-30.
- TRAMIER, R. 1986. La Fusariose vasculaire de l'oeillet: dix ans de recherche. *Phytoma*. Fevrier, 45-48

(Recepción: 18 febrero 2009)

(Aceptación: 28 mayo 2009)