

Evaluación de la resistencia de variedades comerciales de clavel a patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* detectados en Galicia

J. L. ANDRÉS ARES, J. COLLAR URQUIJO, C. IGLESIAS VÁZQUEZ, J. TELLO MARQUINA

Tras inocular, bajo condiciones de invernadero de vidrio, un total de 36 cultivares de clavel con aislamientos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* pertenecientes a los patotipos 2, 4 y 5 –aislamientos que fueron en parte recopilados en las explotaciones de clavel de Galicia y otra parte enviados por el profesor GARIBALDI como patotipos de referencia– se observa una gran similitud de comportamiento patogénico entre los patotipos 2 y 5 que se diferencia significativamente de la registrada por el patotipo 4. Entre los 36 cultivares inoculados, 6 de ellos – TÍA MARÍA, SCARLETT, BLUE, IVORY y CONFETTI– tuvieron una elevada tolerancia a las cepas inoculadas del patógeno, nivel de tolerancia que se mantiene, para dichas variedades, en unas determinadas condiciones de invernadero comercial infectado de forma natural por el patotipo 2 del hongo.

J. L. ANDRÉS ARES: Sección de Defensa de los Vegetales, Consellería de Agricultura, Gandería e Montes (Pontevedra).

J. COLLAR URQUIJO: Lab. Agrario y Fitopatológico de Galicia, Mabegondo (La Coruña).

C. IGLESIAS VÁZQUEZ: S.º Sanidad Vegetal. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes (Santiago de Compostela).

J. TELLO MARQUINA: E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Univ. de Almería.

Palabras clave : *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, clavel, fusariosis vascular, patotipos, resistencia varietal.

INTRODUCCIÓN

Durante algunos años la lucha química a base de fungicidas sistémicos derivados de los bencimidazoles ha permitido paliar la enfermedad producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Sin embargo, estas materias activas se tornaron ineficaces con la aparición de cepas resistentes (TRAMIER *et al.*, 1972; GULLINO y GARIBALDI, 1984; GULLINO *et al.*, 1986). Para paliar esta situación, varios autores (TRAMIER 1986; TRAMIER *et al.*, 1987; GARIBALDI y GULLINO, 1984; BAKER, 1980) preconizan el uso de un sistema de CONTROL INTEGRADO que se resume en

los siguientes puntos: Respeto a las normas profilácticas, empleo de material vegetal de plantación sano, reducción del nivel de inóculo en el suelo mediante desinfecciones de suelos y sustratos, utilización de variedades resistentes a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, y lucha microbiológica mediante hongos antagonistas.

Dado que el uso de fumigantes químicos es costoso y su eficacia está en entredicho (TELLO y LACASA, 1990), considerando así mismo que la lucha microbiológica no ha sobrepasado con éxito los invernaderos de investigación y que existen dificultades para conseguir esquejes exentos de *Fusarium*

oxysporum f. sp. *dianthi*, parece que la utilización de cultivares resistentes podría representar una vía para el control de la enfermedad.

El mercado, dominado largo tiempo por el clavel americano, se ha enriquecido, después de varios años, con un gran número de nuevas obtenciones que han modificado considerablemente la imagen comercial de dicha especie o especies. Este desarrollo varietal ha tenido lugar, casi exclusivamente, para satisfacer nuevos gustos del mercado. La novedad comercial es, en efecto, el criterio principal del mejorador del clavel; una variedad comercial apreciada hoy por su color, forma de los pétalos u otro carácter será destronada en poco tiempo porque el comercio tiene preferencias por la novedad (TRAMIER, 1986). TRAMIER va más allá afirmando que las variedades más productivas poseen una tolerancia media o baja. Las variedades más tolerantes tienen una producción media o tardía, y poseen, así mismo, defectos que disminuyen su valor comercial: flores de cáliz pequeño y quebradizo, cambio de color de los pétalos en invierno, etc. (TRAMIER, 1985).

Otra característica de la resistencia varietal a *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, es que puede variar de forma considerable en función de ciertas condiciones ambientales: TRAMIER apunta la correlación existente entre la tolerancia al hongo y el nivel de contaminación en el suelo y ambiente. Este mismo autor destaca la importancia que tiene la intensidad luminosa en la resistencia de ciertas variedades como, por ejemplo, PALLAS (TRAMIER *et al.*, 1983).

Una de las razones que explican la lentitud de progresos en materia de mejora genética de la resistencia a la fusariosis vascular en el clavel radica en la dificultad de realización de las pruebas de apreciación de la resistencia varietal. No sólo la resistencia a la fusariosis es difícil de evaluar, sino que sus bases genéticas son poco conocidas, lo cual frena considerablemente la introducción de dicho carácter en las variedades de calidad y productividad elevada (ARUS *et al.*, 1991).

GARIBALDI destaca la importancia del conocimiento de la distribución de patotipos

de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en una comarca afectada, así como de la reacción de las diferentes variedades de clavel frente a estos patotipos de cara a realizar una elección adecuada de variedades para cada circunstancia concreta (GARIBALDI y GULLINO, 1987). Este mismo autor describe 8 patotipos del patógeno en Italia, aunque existen serias dudas de que estos 8 patotipos sean todos patotipos verticales (TELLO y LACASA, 1990), especialmente si se consideran las mínimas diferencias en virulencia entre los patotipos 2, 5 y 6 apuntadas en la bibliografía (ALOI y BAAYEN, 1993). En el presente trabajo se trata de evaluar un total de 36 variedades de clavel según su resistencia a 3 patotipos del hongo detectados en Galicia: El 2, el 4 y el 5. Las variedades ensayadas fueron escogidas según 2 criterios diferentes: Se eligieron variedades frecuentemente utilizadas en las cooperativas por sus cualidades comerciales, así como variedades altamente tolerantes al hongo. Como objetivo complementario se trató de evaluar el comportamiento de los 3 patotipos aislados en las explotaciones de clavel de Galicia (patotipos 2, 5 y 4) frente a dicha gama de variedades tratando de determinar si los patotipos 2 y 5 tienen un comportamiento patogénico diferenciado o si las diferencias en virulencia son mínimas tal y como se recoge en la bibliografía (ALOI y BAAYEN 1993). Finalmente se evalúan en condiciones de invernadero comercial con infestación del patotipo 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* las variedades con mejor comportamiento frente a los patotipos del patógeno en las experiencias anteriormente mencionadas, con la finalidad de evaluar las variaciones de comportamiento de los cultivares seleccionados en las dos condiciones mencionadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material fúngico y vegetal de los ensayos de inoculación: Las denominaciones registradas de las variedades de clavel ensayadas fueron: Aurigo, Bach, Barbara, Bikini,

Cuadro 1. - Características y origen de los aislamientos inoculados

Código	Año de ensayo	Patotipo	Origen	Año de recolección	Observaciones
Bet-1	1994	2	A Coruña	1989	Aislamiento tipo de los recopilados en Galicia
Red-4	1994	4	Pontevedra	1990	Aislamiento tipo de los recopilados en Galicia
Rib-4	1994	5	Ourense	1990	Aislamiento tipo de los recopilados en Galicia
Fod 75	1996	2	Italia		Aislamiento de referencia del patotipo 2 a nivel mundial
Fod 310	1996	4	Italia		Aislamiento de referencia del patotipo 4 a nivel mundial
Fod 165	1996	5	Italia		Aislamiento de referencia del patotipo 5 a nivel mundial

Blues, Charlot, Confetti, Delphi, Dona, Elsy, Ivory, Juanito, Kaly, Katia, Killer, Kristina, Laurella, Malta, Manon, Master, Medley, Miledy, Nadine, Oriana, Pallas, Paola, Salamanca, Scarlett, Tahiti, Tanga, Tip Top, Tía María, Tobía, Ulises, Victoria y Virginia. Las características de las cepas inoculadas aparecen en el Cuadro 1. Estas cepas se mantuvieron en micoteca desde su aislamiento hasta su inoculación en los años 1994 y 1996.

Diseño experimental de los ensayos de inoculación: Las parcelas se distribuyeron en el ensayo según una pauta aleatoria con tres repeticiones. Se considera, como parcela elemental, una cubeta con 10 plantas, de una variedad, inoculadas con un único patotipo del hongo. Cada cubeta tenía las siguientes dimensiones: 25 cm de ancho, 30 cm de largo y 20 cm de fondo.

Condiciones de cultivo de los ensayos de inoculación: Las cubetas se mantuvieron en invernadero de vidrio, sobre banqueta elevada y con sistema de riego a goteo. El sustrato utilizado fue una mezcla de turba, arena y mantillo repartido a partes iguales, y desinfectado a 121 C durante 45 minutos. Se realizaron tratamientos fitosanitarios periódicos a base de CAPTAN y ZINEB, con la finalidad de proteger la planta de ataques de hongos foliares. Las temperaturas ambientales oscilaron entre 15°C y 30°C, mientras que las humedades relativas lo hicieron entre el 60% y el 85%. La plantación e inoculación tuvo lugar en Agosto de los años 1994 y 1996. El inver-

nadero de vidrio está situado en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, en la provincia de A Coruña.

Técnica de inoculación: La inoculación, que tuvo lugar en preplantación, consistió en la inmersión de las raíces de los esquejes de clavel en el inóculo durante 30 minutos para pasar, posteriormente, a plantar los esquejes en las cubetas de cultivo. El inóculo fue preparado siguiendo las técnicas descritas por TELLO y LACASA (1990): Se trituran, mediante batidora, el contenido de 4 placas de Petri de 90 mm de diámetro con 400 ml de agua destilada, constituyendo el líquido resultante la unidad de inóculo para cada 30 esquejes. El contenido de cada placa Petri estaba formado por 20 ml de PDA cuya superficie estaba cubierta por el cuerpo vegetativo y reproductor del hongo.

Material vegetal del ensayo varietal en condiciones de invernadero comercial: Las variedades seleccionadas por su resistencia al patógeno en las experiencias de inoculación se ensayaron en parte de una explotación de clavel en la que se había aislado con anterioridad el patógeno caracterizándolo como patotipo 2. Éstas fueron las siguientes: Bach, Blue, Confetti, Danubio, Elsy, Ivory, Kristina, Pallas, Scarlett, Tía María y Tobía.

Diseño experimental del ensayo en condiciones de invernadero comercial: El diseño experimental fue realizado en bloques al azar con 4 repeticiones, considerando parce-

las de 5 m² de superficie útil de bancal como parcelas elementales, se plantaron un total de 200 plantas de clavel por parcela elemental.

Condiciones de cultivo del ensayo en invernadero comercial: La experiencia fue realizada en invernadero de cubierta plástica, con riego a goteo y mesetas de 0.6 m de ancho con pasillos de 0.5 m, la densidad de plantación fue de 40 plantas por metro cuadrado útil de bancal. Se seleccionaron los bancales en donde se estimó una mayor gravedad de la enfermedad tras una valoración

de superficie afectada por la misma en el anterior ciclo productivo. El invernadero se encuentra situado en la localidad de Tomiño, en la provincia de Pontevedra. Las condiciones de cultivos fueron las habituales en la comarca productora no realizando aplicaciones específicas con fungicidas sistémicos a través del sistema de riego.

Valoraciones de gravedad de la enfermedad: *Ensayos de inoculación:* Con la finalidad de valorar la intensidad del ataque del hongo y, complementariamente, la resis-

Cuadro 2. - Valores de gravedad de la enfermedad de 25 cultivares comerciales frente a 3 patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* a los 90 días tras la inoculación. Experimento de 1994

Variedad	PATOTIPO 2		PATOTIPO 4		PATOTIPO 5	
	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase
SALAMANCA	89.3	bcd	13.0	bcd	88.5	bcd
CHARLOT	96.7	abc	13.0	bc	93.3	abcd
AURIGO	96.7	abc	1.0	def	94.0	abc
DELPHI	100	a	10.7	bcd	98.3	ab
DONA	95.3	abc	3.7	cdef	83.3	cd
MANON	95.0	abc	9.3	bcd	98.3	ab
MILEDY	96.7	abc	4.3	bcdef	95.3	abc
VICTORIA	99.3	ab	1.1	ef	96.0	abc
NADINE	74.4	de	0.0	f	75.5	d
KATIA	92.7	abc	9.8	bcd	93.03	abcd
TAHITI	96.6	abc	0.3	f	98.0	abc
KRISTINA	35.0	f	0.0	f	94.7	abcd
MALTA	65.0	e	0.0	f	100	a
MASTER	18.2	f	0.0	f	22.7	ef
BIKINI	95.3	abc	0.0	f	96.0	abc
VIRGINIA	99.3	abc	8.0	bcde	95.3	abc
KILLER	99.3	abc	8.0	bcde	95.3	abc
LAURELLA	99.6	ab	17.5	b	98.7	ab
PAOLA	63.5	e	0.87	f	33.0	ef
ORIANA	86.3	cd	12.4	bc	97.7	abc
KALY	98.0	abc	33.5	a	97.0	abc
TANGA	98.0	abc	36.3	a	100	a
JUANITO	87.0	bcd	7.0	bcde	75.3	d
PALLAS	29.2	f	0.0	f	54.7	e
ELSY	4.0	g	0.0	f	7.0	F

Letras diferentes en cada columna indican grupos con diferencias estadísticamente significativas (LSD al 5% de significación).

tencia de cada variedad a este patógeno, se realizó una evaluación visual de gravedad de la enfermedad a las 13 semanas de la inoculación. La valoración se realizó según la escala descrita por BAAYEN y VAN DER PLAS (1992) y que comprende los siguientes valores: **0** - planta sana (0% de enfermedad); **1** - planta con síntomas ligeros de la enfermedad (5% de valor); **2** - síntomas locales en la base del tallo (20% de enfermedad); **3** - síntomas bien desarrollados unilaterales (50%); **4** - Síntomas severos de la enfermedad en la totalidad de la misma (80%); y **5** - planta muerta por la afección (100% de enfermedad). En cada valoración se tomó un valor por cada planta, valorando la totalidad de plantas en cada parcela elemental.

Ensayo en condiciones de invernadero comercial: En dicho ensayo se valoraron 100 plantas por parcela elemental que habían sido marcadas en la plantación, a las 24 semanas de la plantación empleando la escala de valoración arriba indicada.

Análisis estadísticos: Se obtienen valores medios de gravedad de la enfermedad por parcela elemental utilizando la fórmula descrita por WENZL (1948): $X = ((\sum n \cdot v) / (N \cdot V)) \cdot 100$ Siendo: **n** = n.º de plantas de cada categoría de ataque; **v** = valores de la escala, de cada categoría en porcentaje; **N** = n.º total de plantas por parcela; **V** = valor máximo de la escala, en porcentaje; y **X** = índice de gravedad de ataque medio por parcela.

Se realizaron así mismo sendas comparaciones de medias por el método L.S.D. (test T de Student) del factor gravedad de la enfermedad (**X**) tras transformar los datos según la fórmula siguiente:

$Y = \text{arc sen } \sqrt{X}$; Siendo **X** la gravedad de la enfermedad en tanto por uno.

RESULTADOS

Ensayo de inoculación de 1994

Los resultados de gravedad de la enfermedad de cada parcela elemental a las 13 semanas de la inoculación aparecen reflejados en el Cuadro 2. Una detenida observación de la

misma muestra una marcada diferencia de comportamiento, tanto entre variedades como entre algunos de los 3 patotipos inoculados: los dos patotipos de mayor poder patogénico son el 2 y el 5 obteniendo resultados muy similares para ambos en 19 de las 25 variedades ensayadas.

Tan solo se detecta una variedad –ELSY– con elevada resistencia a los tres patotipos del patógeno, mientras que otra variedad –MASTER– es altamente resistente al patotipo 4 y parcialmente resistente a los patotipos 2 y 5.

Las diferencias entre los patotipos 2 y 4 se detectan en 21 de las 25 variedades ensayadas, obteniendo un comportamiento similar con las variedades MASTER, KRISTINA, PALLAS y ELSY. Son MASTER, ELSY y PAOLA los cultivares con similar comportamiento frente a los patotipos 4 y 5. Los patotipos 2 y 5 tan solo muestran ciertas diferencias en el comportamiento respectivo sobre los cultivares KRISTINA y MALTA. En general se observa una baja resistencia de los cultivares ensayados a los patotipos 2 y 5 del patógeno que contrasta con el elevado nivel de tolerancia registrado frente al patotipo 4, que tuvo un comportamiento más homogéneo en las variedades inoculadas.

Ensayo de 1996

Los resultados de la valoración de la gravedad de la enfermedad realizada en las 18 variedades ensayadas en 1996, pasadas 13 semanas desde la inoculación de los 3 patotipos anteriormente especificados, aparecen detallados en el Cuadro 3. En este Cuadro se puede apreciar, nuevamente, como existen diferencias significativas tanto entre variedades inoculadas por una misma cepa, como entre algunos de los 3 patotipos inoculados.

En esta ocasión el nivel de tolerancia al patotipo obtenido es significativamente superior al de 1994: 6 de las 18 variedades ensayadas son altamente resistentes a los 3 patotipos inoculados en estas condiciones de ensayo, y 14 son resistentes o parcialmente resistentes a los mismos.



Fig. 1. - Panorámica del ensayo de inoculación de patotipos sobre variedades de clavel realizado en 1994.

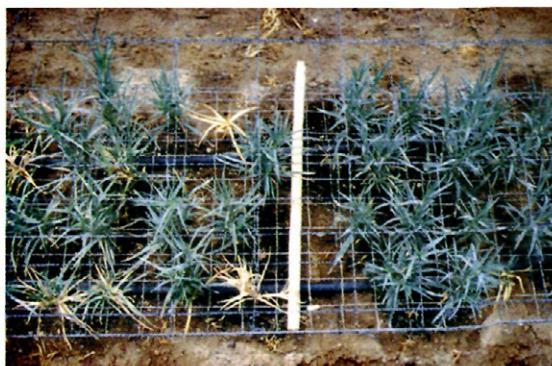


Fig. 2. - Síntomas de fusariosis vascular en variedades de clavel sensibles al patotipo 2 en condiciones de invernadero de cristal.



Fig. 3. - Panorámica del ensayo varietal en invernadero comercial con infección del patotipo 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*.

Fig. 4. - Diferencias en sensibilidad al patotipo 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* de 2 variedades ensayadas en condiciones de invernadero comercial, a los 40 días de la plantación.



Cuadro 3. - Valores de gravedad de la enfermedad de 18 cultivares comerciales frente a 3 patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* a los 90 días tras la inoculación. Experimento de 1996

Variedad	PATOTIPO 2		PATOTIPO 4		PATOTIPO 5	
	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase
ELSY	0.16	g	0	i	1.5	ef
MEDLEY	1.7	fg	97	a	3.17	ef
TIPTOP	16.8	bc	0.73	hi	5.8	ef
MASTER	3.2	defg	16.0	ghi	1.83	cd
KALY	74	a	3.3	fgh	71.3	b
PAOLA	27.7	b	9.5	de	15.7	cd
MALTA	4.5	defg	2.7	fgh	71.6	b
PALLAS	14.5	bc	9.2	de	1.17	ef
KRISTINA	82.3	a	89.5	b	96.7	a
BLUE	5.5	cdef	2.3	gh	2.0	ef
ULISES	8.5	cde	8.17	def	18.2	c
BACH	10.7	cd	7.3	defg	3.8	ef
TOBÍA	1.7	efg	4.0	efgh	0.83	ef
CONFETTI	2.83	fg	2.83	hi	5.8	ef
SCARLETT	0.83	fg	0.87	hi	0.53	f
IVORY	3.0	defg	3.3	efgh	6.5	de
BARBARA	2.9	defg	32.8	c	3.4	ef
TÍA MARÍA	0.7	fg	12.5	d	3.83	ef

Letras diferentes en cada columna indican grupos con diferencias estadísticamente significativas (LSD al 5% de significación).

En este ensayo, aunque los patotipos 2 y 5 se diferencian significativamente del patotipo 4, éste tuvo un mayor poder patógeno sobre estas 18 variedades respecto al ensayo anterior. Esto hizo que la diferencia entre virulencia entre los patotipos 2 y 4 fuera menor en este ensayo: solo diferenciados claramente en dos variedades –MEDLEY y KALY–. Los patotipos 4 y 5 tuvieron comportamiento diferenciado en las variedades MEDLEY, KALY y MALTA mientras que los patotipos 2 y 5 solo mostraron su comportamiento diferencial en la variedad MALTA.

Siete de las 36 variedades ensayadas entre 1994 y 1996 fueron inoculadas en las dos campañas registrando un comportamiento similar en las mismas. Tan solo registraron diferencias netas de comportamiento en la variedad KRISTINA frente al patotipo 4. Se registraron, así mismo, ciertas diferencias en la variedad MALTA frente al patotipo 2 y en PALLAS frente al patotipo 5 (Cuadro 7).

Cuadro 4. - Valoración de porcentaje de gravedad de la enfermedad de 11 cultivares de clavel ensayados en explotación comercial infestada de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* patotipo 2. Año 1997

Variedad	Valor medio	Grupo
TÍA MARÍA	2.6	c
TOBÍA	24.4	b
PALLAS	47.2	a
KRISTINA	15.7	b
SCARLETT	1.9	c
BLUE	5.9	c
ELSY	6.3	c
IVORY	4.2	c
CONFETTI	4.4	c
DANUBIO	44.1	a
BACH	19.6	b

Letras diferentes indican grupos con diferencias estadísticamente significativas (Prueba de LSD al 5% de significación).

Ensayo en condiciones de invernadero comercial (1997)

Los resultados de gravedad de la enfermedad en condiciones de invernadero comercial en las 11 variedades ensayadas, 10 de las cuales habían sido ensayadas en condiciones semicontroladas de invernadero de cristal, aparecen reflejados en el Cuadro 4. Obsérvese como 6 de las 11 variedades ensayadas son tolerantes a la fusariosis vascular registrando similar comportamiento en condiciones de invernadero comercial que en condiciones semicontroladas frente al patotipo 2 (patotipo al que pertenecía un aislamiento recopilado en la explotación de ensayo).

Del total de variedades solo 1 –KRISTINA– tuvo un comportamiento significativamente diferente al registrado en condiciones de invernadero de cristal. Cabe recordar que ésta es una de las variedades que tuvieron ciertas diferencias de comportamiento de un ensayo en condiciones de invernadero de cristal a otro, entre las que se ensayaron en 1994 y repitieron su inoculación en 1996 (Cuadro 6).

Comparando los resultados obtenidos en las experiencias anteriormente descritas con la información descrita en la bibliografía –que fue relativamente escasa– (Cuadro 5) se observa como existen discrepancias tan solo en 3 de las 24 interacciones patotipo-cultivar descritas por los especialistas. La información aportada por las firmas comerciales (Cuadro 5) debiera ser considerada como específica del patotipo 2, dado que se trata del patotipo preponderante y más generalizado a nivel mundial, aunque las firmas comerciales no suelen especificar los patotipos a los que se refiere la resistencia especificada. Con respecto a esta información, existen discrepancias en 4 de los 36 cultivares ensayados: BIKINI, KATIA, MASTER y VIRGINIA.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El nivel de resistencia a los tres patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* más

frecuentes en Galicia, obtenido bajo condiciones semicontroladas puede no estar totalmente correlacionado con los posibles resultados en condiciones de invernadero comercial, en donde las condiciones ambientales y el nivel de inóculo pueden ser muy variables (TRAMIER, 1982). Sin embargo esta no ha sido la pauta general en las experiencias descritas en las que tan solo 1 variedad –KRISTINA– tuvo un comportamiento significativamente diferente en las 2 condiciones experimentales.

El similar comportamiento de los patotipos 2 y 5 frente a la gran mayoría de las variedades hace pensar que se encuentran estrechamente relacionados con mínimas diferencias en virulencia, hipótesis ya expuesta por MANICON y BAAYEN (1993) y ALOI y BAAYEN (1993).

Las diferencias que puntualmente detectan los cultivadores de clavel en sus explotaciones, respecto a la información aportada por las firmas de comercialización de esquejes de clavel, podrían ser en parte explicadas por las grandes diferencias de comportamiento varietal frente a los dos grupos de patotipos inoculados, como son el patotipo 4 y los patotipos 2 y 5: Si se implantan variedades (como por ejemplo MEDLEY) con elevada resistencia al patotipo 2 - característica apuntada por la firma comercial - en explotaciones afectadas por el patotipo 4, al que son susceptibles, la información comercial no estaría ajustada a la realidad.

Las diferencias detectadas en las experiencias descritas respecto de la información aportada por la bibliografía puede tener su origen en las diferentes condiciones experimentales y climáticas de los respectivos ensayos: Hay autores que han realizado sus experiencias de inoculación en diferentes épocas del año bajo diferentes condiciones climáticas (MARTINI *et al.*, 1991) o empleando diferentes escalas de evolución de gravedad de la enfermedad (GARIBALDI, 1981; GARIBALDI, 1983; GARIBALDI *et al.*, 1986; MARTINI *et al.*, 1991; BAAYEN, 1988; ALOI y BAAYEN, 1993).

Comparando los resultados de 1994 con

Cuadro 5. - Recapitulación sobre resistencia de 36 cultivares de clavel a tres patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Comparación con valores asignados en la bibliografía y por firmas comerciales

Variedad	Año	VALOR ENSAYOS			VALOR, BIBLIOGRAFÍA Y CATÁLOGOS COMERCIALES				
		Resistencia			Firma	Bibliografía			Referencia bibliográfica
AURIGO	1994	S*	R**	S***	-				
BACH	1996	R	R	R	Muy resistente				
BARBARA	1996	R	PR	R	Resistente	R*	R**	R***	MARTINI <i>et al.</i> (1991)
BIKINI	1994	S	R	S	Resistente				
BLUES	1996	R	R	R	Resistente				
CHARLOT	1994	S	PR	S	-				
CONFETTI	1996	R		R	Resistente				
DELPHI	1994	S	R	S	Muy resistente				
DONA	1994	S	R	S	Muy resistente				
ELSY	1994-96	R	R	R	Resistente	R	R	R	MARTINI <i>et al.</i> (1991), GARIBALDI (1983)
IVORY	1996	R	R	R	Resistente				TRAMIER (1986)
JUANITO	1994	S	R	MS	Muy sensible	S		PR	GARIBALDI (1983)
KALY	1994-96	S	PR-R	S-MS	Sensible				
KATIA	1994	S	R	S	Resistente				
KILLER	1994	S	R	S	Muy sensible				
KRISTINA	1994-96	MS-S	R-S	S	Muy sensible	PR	PR-	PR	MARTINI <i>et al.</i> (1991)
LAURELLA	1994	S	PR	S	Sensible				
MALTA	1994-96	MS-R	R	S-MS	Parcial. resist.				
MANON	1994	S	R	S	Sensible	MS			TELLO y LACASA (1990)
MASTER	1994-96	PR-R	R-PR	PR-R	Sensible	R	R	R	MARTINI <i>et al.</i> (1991)
MEDLEY	1996	R	S	R	Resistente				
MILEDY	1994	S	R	S	Muy resistente				
NADJNE	1994	MS	R	S	-				
ORIANA	1994	S	PR	S	Sensible	S			GARIBALDI (1981)
PALLAS	1994-96	PR	R	MS-R	Resistente	PR	MS	R	MARTINI <i>et al.</i> (91), GARIBALDI (83),
PAOLA	1994-96	MS-PR		R	PR				TELLO y LACASA (1990), TRAMIER (1986)
SALAMANCA	1994	S	PR	S	Mediana.resist				
SCARLETT	1996	R	R	R	Resistente				
TAHITI	1994	S	R	S	Muy sensible				
TANGA	1994	S	MS	S	Sensible				
TIPTOP	1996	PR	R	R	Resistente				
TÍA MARÍA	1996	R	PR	R	Resistente				
TOBIA	1996	R	R	R	Resistente				
ULISES	1996	R	R	PR	Muy resistente				
VICTORIA	1994	S	R	S	-	MS	R	R	MARTINI <i>et al.</i> (1991)
VIRGINIA	1994	S	R	S	Parcial. resist.	S	PR	MS	MARTINI <i>et al.</i> (1991)

Leyenda de códigos de resistencia : R- resistente (0-10% enf.), PR- parcialmente resistente (11-35% enf.), MS- medianamente sensible (36-75% enf.), S- sensible (76-100%). Resistencia frente a: * Patotipo 2; ** Patotipo 4; *** Patotipo 5.

Cuadro 6. - Resistencia de 10 cultivares al patotipo 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en condiciones experimentales de invernadero de cristal en comparación con la obtenida en condiciones de invernadero comercial. Resistencia expresada en porcentaje de gravedad de la enfermedad

Variedad	Resistencia en condiciones de invernadero comercial. Valoración realizada a 180 días		Resistencia en condiciones de invernadero de cristal. Valoración realizada a 90 días de inoculación	
	Gravedad (%)	Código	Gravedad (%)	Código
TÍA MARÍA	2.6	R	0.7	R
TOBÍA	24.4	PR	1.7	R
PALLAS	47.2	MS	14.5	PR
KRISTINA	15.7	PR	82.3	MS
SCARLETT	1.9	R	0.8	R
BLUE	5.9	R	5.5	R
ELSY	6.3	R	0.16	R
NORY	4.2	R	3.0	R
CONFETTI	4.4	R	2.8	R
DANUBIO	44.1	MS	—	
BACH	19.6	PR	10.7	R

Leyenda de códigos de resistencia : R- resistente (0-10% enf.), PR- parcialmente resistente (11-35% enf.), MS- medianamente sensible (36-75% enf.), S- sensible (76-100%).

Cuadro 7. - Comparación de valoraciones de porcentaje de gravedad de la enfermedad realizadas sobre la misma interacción patotipo-variedad en los ensayos realizados en los años 1994 y 1996

Variedad/Año	PATOTIPO 2		PATOTIPO 4		PATOTIPO 5	
	1994	1996	1994	1996	1994	1996
	ELSY	4 R	0.2 R	0 R	0 R	7.0 R
MASTER	18.2 PR	3.2 R	0 R	16 PR	22.7 PR	1.8 R
KALY	98.0 S	75.0 S	33.5 PR	3.3 R	97 S	71.3 MS
PAOLA	63.5 MS	27.7 PR	0.9 R	9.5 R	33.0 PR	15.6 PR
MALTA	65.0 MS	4.5 R	0 R	2.7 R	100 S	71.7 MS
PALLAS	29.2 PR	14.5 PR	0 R	9.2 R	54.7 MS	1.17 R
KRISTINA	35.0 MS	82.3 S	0 R	89.5 S	94.7 S	96.7 S

Leyenda de códigos de resistencia : R- resistente (0-10% enf.), PR- parcialmente resistente (11-35% enf.), MS- medianamente sensible (36-75% enf.), S- sensible (76-100%).

los de 1996 se puede apreciar la evolución de la salida al mercado de variedades de mayor tolerancia al patógeno: La baja proporción de cultivares probados como resistentes en 1994 se incrementa considerablemente en 1996, probablemente debido a la labor de los mejoradores genéticos en la obtención de

cultivares resistentes a la fusariosis vascular. Dado, precisamente, que la resistencia al patotipo mayoritario en Galicia, y en el resto del mundo, el patotipo 2, es presumiblemente horizontal (TRAMIER *et al.*, 1987) regulada mediante un complejo genético probablemente poligénico y de herencia cuantitativa

(CARRIER, 1977; SPARNAH y DEMMINK, 1977 y 1987; ARUS *et al.*, 1991; BAAYEN *et al.*, 1992; GARIBALDI 1983), ésta podría ser, presumiblemente, más duradera que la obtenida frente a patotipos verticales, en donde la aparición de una nueva raza fisiológica podría tirar al traste las expectativas creadas en el control. Las diferencias en gravedad de la enfermedad detectadas en 3 de las 21 interacciones patotipo-cultivar que se repiten en los dos experimentos en condiciones de invernadero de cristal, pueden ser atribuibles a las ligeras diferencias climatológicas registradas de un año a otro durante el experimento y, especialmente, a la diferente agresividad mostrada por los dos aislamientos ensayados para cada patotipo diferenciado.

En esta experiencia que se acaba de exponer, destaca el comportamiento de las variedades comerciales TÍA MARÍA, SCARLETT, BLUYE, ELSY, IVORY y CONFETTI como cultivos con considerable tolerancia a los tres patotipos inoculados, resistencia confirmada, así mismo, en unas determinadas condiciones de invernadero comercial infectado de forma

natural con el patotipo 2 del patógeno. Sin embargo, es importante realizar una serie de consideraciones: Por una parte, no todos estos cultivares poseen óptimas cualidades comerciales, criterios básicos de mayor importancia que la tolerancia a la Fusariosis vascular a la hora de realizar una elección varietal por parte del productor de flor cortada. Por otro lado, destacar el limitado valor que los ensayos presentados tienen para trasladar sus resultados a otras regiones productoras diferentes de la Comunidad Autónoma de Galicia en donde la distribución de patotipos pueden ser sustancialmente distintas. Por último, destacar que dado que la resistencia al patotipo más frecuente en Galicia, el 2, es parcial y presumiblemente de carácter horizontal, los resultados obtenidos pueden no corresponderse totalmente con la resistencia que puedan mostrar las mismas variedades ensayadas en invernaderos comerciales con otras cepas del mismo patotipo de agresividad diferente en otras condiciones ambientales distintas, como diferente climatología, condiciones y cantidad de inóculo en el suelo.

ABSTRACT

ANDRÉS ARES, J. L.; COLLAR ÚRQUIJO, J.; IGLESIAS VÁZQUEZ, C. y TELLO MARQUINA, J., 1999: Evaluation of carnation commercial varieties against *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* pathotypes detected in Galicia (Spain). *Bol.San.Veg.Plagas*, 25 (2): 209-220.

The inoculation of pathotypes 2, 4 and 5 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, under glasshouse conditions, on 36 varieties of carnation showed a similar pathogenic behaviour of the first two pathotypes (2 and 5) which differed significantly from pathotype 4. Part of these strains were isolated from diseased plants collected on the carnation farms in Galicia (the Northwest region of Spain) while the rest were reference strains sent by Profesor GARIBALDI. The results of these experiments , that were carried out on 1994 and 1996, showed the high resistance to the inoculated isolates of the pathogen of 6 cultivars: TÍA MARÍA, SCARLETT, BLUYE, IVORY and CONFETTI. These six varieties had a similar behaviour towards the pathogen on a commercial greenhouse naturally infested with the pathotype 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, carnation, *Fusarium* wilt, pathotypes, variety resistance.

REFERENCIAS

- ALOÍ, C. y BAAYEN, R. P., 1993: Examination of the relationships between vegetative compatibility groups and races in *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Plant Pathology*, **42**, 839-850.
- ARUS, P.; LLaurado, M. y PERA, J. L., 1991: Progeny analysis of crosses between genotypes resistant and susceptible to *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* race 2.
- BAAYEN, R. P., 1988: Fusarium wilt of carnation. Doctoral Thesis, Utrecht University, 163 pp.
- BAAYEN, R. P. y VAN DER PLAS, C. H., 1992: Localization ability, latent period and wilting rate in eleven carnation cultivars with partial resistance to Fusarium wilt. *Euphytica*, **59**(3), 165-174.
- BAKER, R., 1980: Measures to control *Fusarium* and *Phialophora* wilt pathogens of carnations. *Plant Disease*, **64**(8), 743-749.
- CARRIER, L. E., 1977: Breeding carnations for disease resistance on Southern California. *Acta Horticulturae*, **71**, 165-168.
- GARIBALDI, A., 1981: Ulteriori ricerche sulla specializzazione biologica di *Fusarium oxysporum* schlecht. f. sp. *dianthi* (Prill. et Del.) Snyder. & Hans. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, **65**, 353-358.
- GARIBALDI, A., 1983: Resistenza di cultivar di garofano nei confronti di ottopototipi di *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Prill. et Del.) Snyder. & Hans. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, **67**, 261-269.
- GARIBALDI, A. y GULLINO, M. L., 1984: Integrated control of *Fusarium* wilt of carnation in Italy. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, **49**(2), 357-362.
- GARIBALDI, A. y GULLINO, M. L., 1987: Fusarium del clavel: situación actual, problemas y perspectivas. *Horticultura*, 13-21.
- GARIBALDI, A.; LENTO, G. y ROSSI, G., 1986: Indagine sulla diffusione dei diversi patotipi nelle colture di garofano. Errata Corrige (dosier n.1/86), 4 pp.
- GULLINO, M. L. y GARIBALDI, A., 1984: Ulteriori ricerche sull'impiego di fungicidi nella lotta contro la tracheofusariosi del garofano. *Atti Giornale Fitopatologica*, 473-482.
- GULLINO, M. L.; LENTO, G. y GARIBALDI, A., 1986: Sensitivity to benomyl of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* isolated in Italy over 17 years. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, **70**, 6 pp.
- MANICON, B. Q. y BAAYEN, R. P., 1993: Restriction fragment length polymorphisms in *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* and other fusaria from *Dianthus* species. *Plant Pathology*, **42**, 851-857.
- MARTINI, P.; MORENO, E. y GARIBALDI, A., 1991: Resistenza del garofano a patotipo diversi di *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Culture Protete*, **10**, 97-102.
- SPARNAALI, L. D. y DEMMINK, J. F., 1977: Progress towards Fusarium resistance in carnations. *Acta Horticulturae*, **71**, 107-113.
- SPARNAALI, L. D. y 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. y 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. *Boln. San. Veg.*, Fuera de Serie, 19, 190 pp.
- TRAMIER, R., 1982: Les principales maladies de l'oeillet. *Bulletin Technique d'information*, **217**, 10 pp.
- TRAMIER, R., 1985: La culture de l'oeillet: exemple d'integration des methodes de lutte contre la Fusariose vasculaire. C.R. 1.^a Journées sur les Maladies des plantes. Fevrier 1985. Versailles. 263-270.
- TRAMIER, R., 1986: La Fusariose vasculaire de l'oeillet: dix ans de recherche. *Phytoma*, **375**, 45-48.
- TRAMIER, R.; ANTONINI, C. y BETTACHINI, A., 1972: Nouvelles perspectives de lutte contre les tracheomyces de l'oeillet a l'aide de fongicides systemiques. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **21**, 37-44.
- TRAMIER, R.; ANTONINI, C.; BETTACHINI, A. y METAY, C., 1983: Studies on *Fusarium* wilt resistance in carnations. *Acta Horticulturae*, **141**, 49-54.
- TRAMIER, R.; ANTONINI, C. y BETTACHINI, A., 1987: Variations of the tolerance level of carnation cultivars against *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* depending on the substrate. Third International Symposium on Carnation. May, 1987. Noordwijkerhout, Netherlands.
- WENZL, H., 1948: Zur Erfassung des Schadausmaßes in Pflanzenschutzversuchen. *Pflanzenschutz-Berichte* (Wien), 81-84.

(Recepción: 16 diciembre 1998)
(Aceptación: 27 abril 1999)