

Interacción de *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* y diferentes genotipos de tomate

A. I. NICO¹, A. M. ALIPPI^{2,3}, E. DAL BO² & L. B. RONCO²

¹ Curso de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP, CC 31, 1900 La Plata

² CIDEFI, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP, CC 31, 1900 La Plata

³ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

E-mail: amalippi@netverk.com.ar / alippi@biol.unlp.edu.ar

NICO, A. I., A. M. ALIPPI, E. DAL BO & L. B. RONCO. 2006. Interacción de *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* y diferentes genotipos de tomate. *Rev. Fac. Agron.* 106 (1): 37-45.

En este trabajo, se evaluó el efecto de la cepa bacteriana, el cultivar del hospedante y la interacción de ambos factores sobre la expresión de los síntomas de la enfermedad conocida como necrosis medular del tomate, ocasionada por distintas especies del género *Pseudomonas*. Se trabajó con 9 cepas de *Pseudomonas corrugata* provenientes de Argentina, 7 cepas de referencia de *P. corrugata* y 3 de *Pseudomonas mediterranea* de distintas colecciones internacionales y 4 cepas de *Pseudomonas viridiflava* provenientes de Argentina. Las 21 cepas fueron inoculadas artificialmente sobre plantas de tomate de los cultivares 'FA 144', '110', 'Presto', Iván, 'Ringo' y 'Platense Línea 7'. Cuarenta y cinco días después de la inoculación se diagnosticaron los síntomas y se cuantificó la longitud de la necrosis medular. Tanto la cepa bacteriana como el cultivar de tomate y la interacción entre ambos factores tuvieron efecto significativo sobre la severidad de la enfermedad. Las cepas europeas de *P. corrugata* determinaron sobre 'Ringo' y 'Platense Línea 7' lesiones significativamente más severas que todas las cepas argentinas de *P. corrugata* y *P. viridiflava*. Dentro de las cepas argentinas, a su vez, destacan por su virulencia Pc4, Pc5 y Pc16 que resultaron los más patogénicos para 'FA 144', '110' y 'Línea 7'. Los resultados obtenidos sugieren la existencia de una alta variabilidad intra-especie tanto en las poblaciones de *P. corrugata* como en las de *P. viridiflava* que resulta necesario conocer a fin de que la elección del cultivar sea una herramienta útil a los fines de reducir el impacto económico de esta enfermedad.

Palabras clave: *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas viridiflava*, control, *Lycopersicon esculentum*, Argentina, invernáculo.

NICO, A. I., A. M. ALIPPI, E. DAL BO & L. B. RONCO. 2006. Interaction among *Pseudomonas corrugata* and *Pseudomonas viridiflava* and different tomato genotypes. *Rev. Fac. Agron.* 106 (1): 37-45.

The severity of symptoms of tomato pith necrosis caused by different species of *Pseudomonas* was evaluated taking into account the effect of bacterial strains, tomato cultivars and the interaction between strains and cultivars. Nine *Pseudomonas corrugata* strains from Argentina; 7 reference strains of *Pseudomonas corrugata* and 3 reference strains of *Pseudomonas mediterranea* from International Collections; and four *Pseudomonas viridiflava* strains from Argentina were artificially inoculated on tomato cultivars 'FA 144', '110', 'Presto', Iván, 'Ringo' and 'Platense Línea 7'. Forty-five days after inoculation, symptoms were diagnosed and stem pith necrosis was quantified. Bacterial strain, tomato cultivar and the interaction among them had significant effects on disease severity. European strains of *P. corrugata* induced on 'Ringo' and 'Platense Línea 7' lesions significantly more severe than Argentinean strains of both *P. corrugata* and *P. viridiflava*. Among Argentinean strains, Pc4, Pc5, and Pc16 were the most virulent for «FA 144», «110», and «Platense Línea 7».. Results reported here suggest the existence of high intra-species variability in both *P. corrugata* and *P. viridiflava* populations that is necessary take into account before the selection of a tomato cultivar as a tool to reduce the economical impact of the disease.

Key words: *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas viridiflava*, control, *Lycopersicon esculentum*, Argentina, greenhouse, tomato genotypes.

Recibido: 23/11/2003. Aceptado: 01/12/2004.

INTRODUCCIÓN

La «necrosis de la médula del tomate» constituye una enfermedad de gran importancia económica y amplia difusión mundial. Ha sido mencionada en asociación con diferentes patógenos bacterianos, entre los que se incluyen *Pseudomonas corrugata* (Scarlett et al., 1978), *Pseudomonas cichorii* (Wilkie and Dye, 1974), *Pseudomonas viridiflava* (Malathrakis & Goumas, 1987; Goumas & Chatzaki, 1998), *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Syn. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) (Speights et al., 1967; Dhanvantari & Dirks, 1987; Malathrakis & Goumas, 1987); *Pectobacterium atrosepticum* (Syn. *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) (Malathrakis & Goumas, 1987) y *Pseudomonas mediterranea*, nueva especie propuesta luego de la reclasificación de cepas europeas de *Pseudomonas corrugata* (Catara et al., 2002). La necrosis de la médula del tomate provocada por *Pseudomonas* spp., se ha difundido en la Argentina coincidentemente con la adopción masiva de cultivares híbridos de tomate conducidos bajo cobertura plástica (Alippi et al., 1993). Recientemente varias cepas bacterianas asociadas a la enfermedad en la Argentina fueron identificadas como pertenecientes a las especies *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* (Alippi et al., 2003).

El control de la necrosis de la médula del tomate presenta dificultades debido a que el patógeno se sitúa en tejidos internos poco accesibles a la acción de antibióticos. Las recomendaciones para el manejo de la enfermedad se restringen a la adopción de prácticas culturales tendientes a reducir la dispersión del patógeno y la susceptibilidad del hospedante (Blancard, 1990). No se encuentran disponibles, hasta el momento, cultivares comerciales con comprobada resistencia a las bacterias patógenas que provocan la necrosis medular del tomate. Sin embargo, el conocimiento de la respuesta diferencial de diversos cultivares de tomate de empleo habitual

en cultivo protegido, puede constituirse en un criterio adicional a ser incluido en sistemas de decisión aplicables en programas de manejo integrado de la enfermedad. El presente trabajo tiene como objetivo conocer la influencia de diferentes cepas bacterianas de *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* y diferentes cultivares de tomate sobre la expresión de los síntomas de la necrosis medular del tomate y determinar la existencia potencial de interacciones entre ambos factores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de cepas bacterianas

Se emplearon en el presente trabajo un total de 21 cepas bacterianas, entre aquellas aisladas de material de tomate y pimiento con síntomas de necrosis medular y las empleadas como referencia (Tabla 1). El primer grupo incluyó 9 cepas aisladas de plantas sintomáticas de pimiento y tomate provenientes de diferentes áreas de Argentina e identificadas como *Pseudomonas corrugata* según el criterio de Catara et al. (1997) y Alippi et al. (2003). El segundo grupo incluyó 7 cepas conocidas de *P. corrugata* provenientes de colecciones internacionales y 3 cepas de *P. corrugata* de colecciones europeas recientemente reclasificadas como *Pseudomonas mediterranea* (Catara et al., 2002). Por último, el tercer grupo estuvo constituido por 4 cepas de *Pseudomonas viridiflava* aisladas de plantas sintomáticas de pimiento y tomate provenientes de diferentes áreas de Argentina.

Los aislamientos a partir de plantas de tomate y pimiento con síntomas típicos de la enfermedad se realizaron sobre medio agar glucosa-levadura-peptona (PYGA, López et al., 1994) y medio King B (KB, King et al., 1954) según el procedimiento descrito por Lopez et al. (1994). Las cepas aisladas en Argentina se identificaron a nivel de especie de acuerdo con un criterio polifásico (Alippi et al., 2003). Las cepas fueron mantenidas en agar nutriti-

Tabla 1. Cepas bacterianas empleadas en la determinación de la patogenicidad de *Pseudomonas* spp. sobre distintos cultivares de tomate

Bacterial strains used in the determination of the pathogenicity of *Pseudomonas* spp. on different tomato cultivars.

Especie	Cepa alternativa	Denominación	Hospedante	País de origen	Fuente ¹
<i>P. corrugata</i>	Pc 1	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 3	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 4	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 5	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 15	-	Tomate	Argentina	L.M. Rista (UNL)
<i>P. corrugata</i>	Pc 16	-	Pimiento	Argentina	L.M. Rista (UNL)
<i>P. corrugata</i>	Pc 22	NCPPB 2445	Tomate	Reino Unido	NCPPB
<i>P. corrugata (P.mediterranea)</i>	Pc 23	536.7	Tomate	España	M.M. Lopez (IVIA)
<i>P. corrugata (P.mediterranea)</i>	Pc 24	592.4	Pimiento	España	M.M. Lopez (IVIA)
<i>P. corrugata</i>	Pc 25	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 26	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 27	PD 1394	Tomate	Turquía	CBS
<i>P. corrugata</i>	Pc 28	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. corrugata</i>	Pc 29	CFBP 10883	Tomate	Francia	L. Gardan (CFBP)
<i>P. corrugata</i>	Pc 30	CFBP 10146	Tomate	Francia	L. Gardan (CFBP)
<i>P. corrugata</i>	Pc 31	CFBP 10900	Tomate	Francia	L. Gardan (CFBP)
<i>P. corrugata</i>	Pc 32	CFBP 10904	Tomate	Francia	L. Gardan (CFBP)
<i>P. corrugata (P.mediterranea)</i>	Pc 33	CFBP 10906	Tomate	Francia	L. Gardan (CFBP)
<i>P. viridiflava</i>	Pvir 8	-	pimiento	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. viridiflava</i>	Pvir 9	-	pimiento	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. viridiflava</i>	Pvir 11	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)
<i>P. viridiflava</i>	Pvir 14	-	Tomate	Argentina	A.M. Alippi (CIDEFI)

¹Nombre del investigador o la institución responsable de la colección: NCPPB (National Collection of Plant Pathogenic Bacteria, Harpenden, Reino Unido); CIDEFI (Centro de Investigaciones de Fitopatología, UNLP, La Plata, Argentina); IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Valencia, Spain); CBS (Centraal bureau voor Schimmelcultures, Oosterstraat, The Netherlands); CFBP (Collection Francaise des Bactéries Phytopathogenes, Angers, Francia); UNL (Universidad Nacional del Litoral, Fac. de Agronomía y Veterinaria de Esperanza, Argentina).

¹Name of the researcher or Institution or Culture Collection: NCPPB (National Collection of Plant Pathogenic Bacteria, Harpenden, Reino Unido); CIDEFI (Centro de Investigaciones de Fitopatología, UNLP, La Plata, Argentina); IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Valencia, Spain); CBS (Centraal bureau voor Schimmelcultures, Oosterstraat, The Netherlands); CFBP (Collection Francaise des Bactéries Phytopathogenes, Angers, Francia); UNL (Universidad Nacional del Litoral, Fac. de Agronomía y Veterinaria de Esperanza, Argentina).

vo (NA, Britania®, Argentina) a 4 ° C, para mantenimiento prolongado se empleó medio líquido KB más glicerol al 20 % v/v a -80 ° C.

Pruebas de patogenicidad

Para las pruebas de patogenicidad, se emplearon plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de los cultivares 'FA 144' (Hazera Seed, Israel), '110' (BHN Seed, EEUU), 'Presto' (Petoseed Co., EEUU), 'Iván'

(BHN Seed, EE.UU.), 'Ringo' (BHN Seed, EEUU) y 'Platense línea 7' (Estación Experimental de Gorina, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la Provincia de Buenos Aires) cultivadas bajo invernáculo a 35 ± 5 °C. Un mes después de haber sido transplantadas a macetas plásticas con sustrato estéril se procedió a la inoculación de las mismas. Para ello se inyectó 0.5 ml de suspensión bacteriana a una concentración del orden de 10⁷

u.f.c./ml en la porción media del tallo de la planta. Los testigos fueron inoculados con un volumen similar de agua destilada estéril. Se efectuaron cuatro repeticiones por cada combinación de cultivar y cepa bacteriana. Las plantas inoculadas se mantuvieron tres días en cámara húmeda (López *et al.*, 1994) y luego bajo condiciones de invernáculo. Se comprobó la aparición de síntomas externos (presencia de raíces adventicias y necrosis del tallo) a los 45 días de la inoculación y las lesiones internas (necrosis y cribado de la médula) se evaluaron por corte longitudinal del tallo y medición del largo de las lesiones. En todos los casos positivos, se procedió al aislamiento de las bacterias en agar KB y posterior identificación a fin de cumplimentar con los postulados de Koch.

Análisis estadístico

Con el objeto de normalizar los datos previamente al análisis estadístico, los valores de longitud de la lesión interna se transformaron según la fórmula $Y = \log_{10}(X + 1)$. Los valores así transformados se sometieron a ANOVA general con inclusión de todos los tratamientos considerados en forma global. El efecto de la cepa sobre la lesión fue analizado mediante comparación de medias por Test de Tukey ($P = 0,05$) dentro del grupo formado por cepas de un mismo origen y en forma independiente para cada cultivar. Las comparaciones entre diferentes grupos de origen se efectuaron mediante contrastes ortogonales de un grado de libertad ($P = 0,05$). El efecto del cultivar sobre plantas inoculadas con una misma cepa bacteriana se analizó en forma independiente mediante comparación de medias por Test de Tukey ($P = 0,05$).

RESULTADOS

Las 21 cepas bacterianas produjeron síntomas externos en todos los cultivares de tomate probados, con producción de raíces ad-

venticias y coloración de color castaño oscuro en los tallos. Al efectuar los cortes longitudinales de los tallos se observaron los síntomas típicos de necrosis medular: coloración castaño oscura y presencia de cavidades. El análisis de varianza mostró que, considerando en forma global todos los datos de las pruebas de patogenicidad, tanto el cultivar como la cepa bacteriana tuvieron efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la severidad de la lesión provocada tanto por *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas mediterranea* como por *Pseudomonas viridiflava* sobre tomate. Por otra parte, la interacción entre ambos factores resultó del mismo modo significativa ($P < 0,05$).

Efecto de la cepa bacteriana (análisis dentro de los grupos)

Al considerar las cepas de *P. corrugata* originarias de Argentina en forma independiente se comprobó que el factor cepa presentaba efecto significativo ($P < 0,05$) sobre todos los cultivares ensayados exceptuando 'Presto' y 'Ringo' (Tabla 2). En 'FA 144' Pc4, Pc5 y Pc16 determinaron lesiones significativamente mayores ($P < 0,05$) que Pc1 y Pc3. En Iván el largo medio de la lesión provocada por Pc3 (7,75 cm) resultó significativamente más alto ($P < 0,05$) que en Pc4 (2,25 cm). Las cepas Pc3, Pc4, Pc5, Pc15, Pc16 y Pc26 determinaron en el cultivar '110' lesiones significativamente mayores ($P < 0,05$) que Pc1; mientras que en Línea 7 Pc4 y Pc5 provocaron lesiones significativamente más severas ($P < 0,05$) que Pc1.

Al considerar sólo las cepas bacterianas europeas de *P. corrugata* y *P. mediterranea* el efecto de la cepa resultó significativo ($P < 0,05$) en los cultivares 'FA 144', 'Ringo' y 'Línea 7'. Pc31 determinó en 'FA 144' una lesión de largo medio de 10.3 cm que resultó significativamente mayor ($P < 0,05$) que la registrada con Pc33 (2,5 cm). En 'Ringo' Pc24 y Pc29 determinaron lesiones significativamente más severas ($P < 0,05$) que Pc33; mientras que Pc29, Pc31 y Pc33 resultaron, en 'Línea 7', signifi-

Tabla 2. Efecto distintas cepas de *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* sobre la severidad de los síntomas de necrosis medular en diferentes cultivares de tomate.

Effect of different strains of *Pseudomonas corrugata* and *Pseudomonas viridiflava* on the severity of symptoms of tomato pith necrosis in different tomato cultivars.

Cepas		Largo de la lesión (cm)					
		FA 144	Presto	Iván	Ringo	110	Línea 7
<i>P. corrugata</i> (cepas argentinas)							
Pc1	1	0,75 bc*	4,25 ns	2,88 ab	1,88 ns	0,00 b	0,50 b
Pc3	2	1,50 bc	3,88 ns	7,75 a	4,50 ns	4,15 a	4,13 ab
Pc4	3	9,20 a	5,83 ns	2,25 b	1,18 ns	3,45 a	7,63 a
Pc5	4	5,92 a	10,63 ns	4,25 ab	4,88 ns	8,83 a	8,50 a
Pc15	5	4,75 ab	10,38 ns	5,00 ab	4,00 ns	5,88 a	5,25 ab
Pc16	6	6,50 a	4,25 ns	3,38 ab	4,38 ns	5,34 a	4,75 ab
Pc25	7	3,63 abc	7,50 ns	5,75 ab	2,00 ns	1,88 ab	2,50 ab
Pc26	8	4,63 ab	4,00 ns	2,63 ab	7,00 ns	4,50 a	4,50 ab
Pc28	9	3,75 ab	2,50 ns	4,88 ab	5,63 ns	2,00 ab	4,63 ab
Promedio	4,59	6,30	4,31	3,76	4,08	4,71	
<i>P. corrugata</i> y <i>P. mediterranea</i> (cepas europeas)							
Pc22	10	5,00 ab	2,38 ns	5,25 ns	3,00 ab	6,13 ns	8,25 ab
Pc23	11	3,38 ab	4,00 ns	5,50 ns	6,25 ab	3,38 ns	6,00 ab
Pc24	12	3,88 ab	8,50 ns	7,13 ns	15,8 a	9,75 ns	11,50 ab
Pc27	13	4,75 ab	2,25 ns	5,50 ns	5,00 ab	3,25 ns	3,00 b
Pc29	14	9,00 ab	9,13 ns	6,88 ns	10,88 a	6,50 ns	13,5 a
Pc30	15	2,38 ab	1,63 ns	4,88 ns	8,00 ab	4,38 ns	10,0 ab
Pc31	16	10,3 a	5,88 ns	3,13 ns	7,75 ab	2,38 ns	16,5 a
Pc33	17	2,50 b	7,75 ns	5,00 ns	1,75 b	8,88 ns	19,3 a
Promedio	5,14	5,16	5,41	7,30	5,58	11,00	
<i>P. viridiflava</i> (cepas argentinas)							
Pvir8	18	8,88 ab	8,50 ns	5,00 ns	3,25 a	7,13 ns	5,00 ns
Pvir9	19	1,58 c	8,75 ns	2,75 ns	0,50 b	6,25 ns	4,83 ns
Pvir11	20	3,75 bc	9,75 ns	6,63 ns	7,25 a	5,25 ns	7,50 ns
Pvir14	21	10,5 a	8,75 ns	6,25 ns	2,75 a	6,25 ns	5,00 ns
Promedio		6,18	8,94	5,16	3,44	6,22	5,58
Contrastes ortogonales							
(1-9) vs. (10-17)		ns	ns	ns	0,008	0,038	<0,001
(1-9) vs. (18-21)		ns	0,036	ns	ns	0,006	ns
(10-17) vs. (18-21)		ns	0,005	ns	0,003	ns	0,003
(18-21) vs. (1-17)		ns	0,007	ns	0,041	0,047	ns

*Las medias de una misma columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P = 0,05$) según el contraste de rango múltiple de Tukey.

* Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$) according to Tukey's multiple comparisons test.

cativamente más patogénicas ($P < 0,05$) que Pc27.

El efecto de las cepas de *P. viridiflava* sobre la expresión de la necrosis de la médula sólo resultó significativo ($P < 0,05$) en los cultivares 'FA 144' y 'Ringo'. Pvir14 provocó en 'FA 144' una lesión media de 10,5 cm que resultó significativamente mayor ($P < 0,05$) que las registradas en plantas infectadas con Pvir9 y Pvir11. En 'Ringo', en cambio, Pvir11, Pvir14 y Pvir8 resultaron significativamente más patogénicas ($P < 0,05$) que Pvir9.

Efecto de las cepas bacterianas (análisis entre los grupos)

Los contrastes ortogonales entre grupos de cepas bacterianas permitieron comprobar efecto significativo ($P < 0,05$) de la cepa en al menos una de las comparaciones en todos los cultivares con excepción de 'FA 144' e 'Iván' (Tabla 2). En 'Presto' la longitud media de la lesión provocada por las cepas de *P. viridiflava* considerados en forma conjunta resultó significativamente mayor ($P < 0,05$) que la provocada por las cepas de *P. corrugata* y *P. mediterranea* agrupadas según su origen.

En 'Ringo' las cepas europeas de *P. corrugata* y *P. mediterranea* resultaron significativamente más patogénicas ($P < 0,05$) que las argentinas de la misma especie y que las de *P. viridiflava*. Las cepas de *P. viridiflava* resultaron, a su vez, significativamente menos patogénicas ($P < 0,05$) que los de *P. corrugata* y *P. mediterranea*.

Las cepas argentinas de *P. corrugata* determinaron en '110' una severidad de la enfermedad significativamente inferior ($P < 0,05$) a la registrada con los otros dos grupos de cepas bacterianas. Las cepas europeas de *P. corrugata* y *P. mediterranea*, en cambio, resultaron significativamente más patogénicas ($P < 0,05$) que las argentinas y que las de *P. viridiflava*. Esta última tendencia se observó igualmente en 'Línea 7'.

El cultivar FA 144 fue el único que discriminó cepas (variantes patogénicas) en las 3

grandes poblaciones patógenas analizadas (*P. corrugata* de Argentina, *P. corrugata* y *P. mediterranea* de Europa y *P. viridiflava*), mientras que el cultivar Presto no discriminó cepas en ningún caso. Cuatro cultivares (FA 144, Iván, 110 y Línea 7) discriminaron cepas en la población argentina de *P. corrugata*. Tres cultivares (FA 144, Ringo y Línea 7) discriminaron cepas en las poblaciones europeas de *P. corrugata* y *P. mediterranea*, mientras que dos cultivares (FA 144 y Ringo) discriminaron cepas de *P. viridiflava*.

Efecto del cultivar

Entre las cepas argentinas la severidad de los síntomas provocados por *P. corrugata* solo se vio significativamente afectada ($P < 0,05$) por el cultivar en Pc1, Pc3 y Pc4. Las lesiones provocadas por Pc1 en 'Presto' resultaron significativamente más severas ($P < 0,05$) que las provocadas en '110' y 'Línea 7' (Tabla 3). Entre las plantas infectadas con Pc3 las correspondientes a los cultivares 'Iván', 'Ringo', '110' y 'Línea 7' presentaron lesiones significativamente más severas ($P < 0,05$) que 'FA 144'. Pc4, por último, provocó en 'FA 144' y 'Línea 7' lesiones significativamente mayores ($P < 0,05$) que en 'Ringo'.

El cultivar afectó significativamente ($P < 0,05$) la severidad de los síntomas provocados por sólo una cepa europea de *P. corrugata* (Pc31) y dos de *P. mediterranea* (Pc24, y Pc33). 'Ringo' presentó lesiones significativamente más severas ($P < 0,05$) que 'FA 144' cuando fue infectado por una de las cepas europeas de *P. mediterranea* (Pc24). Entre las plantas infectadas por Pc31, en cambio, 'Línea 7' mostró lesiones significativamente mayores ($P < 0,05$) que 'Iván' y '110'. 'Línea 7' fue, del mismo modo, el cultivar más sensible a la cepa Pc33 de *P. mediterranea*, ya que mostró síntomas significativamente más severos ($P < 0,05$) que 'FA 144' y 'Ringo'.

Sólo uno de las cepas de *P. viridiflava*, Pvir9, mostró influencia significativa ($P < 0,05$) del cultivar sobre el desarrollo de las lesiones.

Tabla 3. Efecto del cultivar de tomate sobre la severidad de los síntomas de necrosis medular provocada por diferentes cepas de *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas mediterranea* y *Pseudomonas viridiflava*.

Effect of tomato cultivar on tomato pith necrosis symptoms caused by different strains of *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas mediterranea* and *Pseudomonas viridiflava*.

Cepas argentinas									
	Pc1	Pc3	Pc4	Pc5	Pc15	Pc16	Pc25	Pc26	Pc28
FA 144	0,75 ab*	1,50 b	9,20 a	5,92 ns	4,75 ns	6,50 ns	3,63 ns	4,63 ns	3,75 ns
Presto	4,25 a	3,88 ab	5,83 ab	10,63 ns	10,38 ns	4,25 ns	7,50 ns	4,00 ns	2,50 ns
Iván	2,88 ab	7,75 a	2,25 ab	4,25 ns	5,00 ns	3,38 ns	5,75 ns	2,63 ns	4,88 ns
Ringo	1,88 ab	4,50 a	1,18 b	4,88 ns	4,00 ns	4,38 ns	2,00 ns	7,00 ns	5,63 ns
110	0,00 b	4,15 a	3,45 ab	8,83 ns	5,88 ns	5,34 ns	1,88 ns	4,50 ns	2,00 ns
Línea 7	0,50 b	4,13 a	7,63 a	8,50 ns	5,25 ns	4,75 ns	2,50 ns	4,50 ns	4,63 ns

Cepas europeas								
	Pc22	Pc23	Pc24	Pc27	Pc29	Pc30	Pc31	Pc33
FA 144	5,00 ns	3,38 ns	3,88 b	4,75 ns	9,00 ns	2,38 ns	10,3 ab	2,50 b
Presto	2,38 ns	4,00 ns	8,50 ab	2,25 ns	9,13 ns	1,63 ns	5,88 ab	7,75 ab
Iván	5,25 ns	5,50 ns	7,13 ab	5,50 ns	6,88 ns	4,88 ns	3,13 b	5,00 ab
Ringo	3,00 ns	6,25 ns	15,8 a	5,00 ns	10,88 ns	8,00 ns	7,75 ab	1,75 b
110	6,13 ns	3,38 ns	9,75 ab	3,25 ns	6,50 ns	4,38 ns	2,38 b	8,88 ab
Línea 7	8,25 ns	6,00 ns	11,50 ab	3,00 ns	13,5 ns	10,0 ns	16,5 a	19,3 a

Cepas argentinas				
	Pvir8	Pvir9	Pvir11	Pvir14
FA 144	8,88 ns	1,58 ab	3,75 ns	10,5 ns
Presto	8,50 ns	8,75 a	9,75 ns	8,75 ns
Iván	5,00 ns	2,75 ab	6,63 ns	6,25 ns
Ringo	3,25 ns	0,50 b	7,25 ns	2,75 ns
110	7,13 ns	6,25 a	5,25 ns	6,25 ns
Línea 7	5,00 ns	4,83 ab	7,50 ns	5,00 ns

*Las medias de una misma columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P = 0,05$) según el contraste de rango múltiple de Tukey.

* Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($P=0.05$) according to Tukey's multiple comparisons test.

'Presto' y '110' fueron afectadas significativamente más ($P < 0,05$) que 'Ringo'.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo mostraron la existencia de una interacción significativa entre el efecto del cultivar y el de la cepa bacteriana sobre la severidad de los síntomas. Este resultado indica la presencia en el pato-

sistema de la interacción diferencial coincidente con el concepto de la relación gen-gen (Flor, 1971; Person *et al.*, 1962). Cabría concluir, por lo tanto, que existe dentro de las poblaciones de *P. corrugata* y *P. viridiflava* una cierta especialización fisiológica respecto al potencial patogénico sobre diversos genotipos del hospedante. Por otra parte, de acuerdo con estos resultados, la elección del cultivar no constituye por sí sola una opción adecuada para reducir el daño de la enfermedad dado

que existe una gran variabilidad intra-especie como fue observado por Alippi et al. (2003).

Sin embargo la discriminación de las diferentes cepas de acuerdo con su origen geográfico permitió identificar ciertas tendencias en referencia a la interacción hospedante-patógeno que tiene lugar en el patosistema *P. corrugata*-*L. esculentum*. Dentro de las cepas argentinas destacan por su virulencia Pc4, Pc5 y Pc16, que figuraron en el grupo de los más patogénicos para 'FA 144', '110' y 'Línea 7'. Pc1, en cambio, se mostró como la cepa menos virulenta ya que determinó, en los cultivos mencionados la lesión media más reducida. A su vez el contraste ortogonal muestra que las cepas bacterianas europeas resultaron sobre 'Ringo' y 'Línea 7' significativamente más patogénicas que las argentinas. La ubicación de las cepas Pc23, Pc24 y Pc33 dentro de la especie *P. corrugata* ha sido puesta en controversia por Catara et al. (2002), que sugieren la inclusión de estas tres cepas en *Pseudomonas mediterranea* sp. nov. Los resultados del presente trabajo no aportan información suficiente como para inferir en *P. mediterranea* un comportamiento patogénico diferente frente a los hospedantes evaluados. Sin embargo, podría predecirse que la evaluación del comportamiento diferencial de un mayor número de cepas para las cuales se propone la reclasificación en ensayos que incluyan un rango más amplio de hospedantes, podría resultar una herramienta apropiada para determinar variabilidad.

Los resultados del presente trabajo confirman que la identificación de variantes patogénicas dentro de la especie resulta fundamental en la elección del cultivar cuando se quiere emplear esta herramienta para reducir la severidad de la enfermedad. Esta situación resulta coincidente con la que se verifica en otros patosistemas constituidos por bacterias, tal como el caso de *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* y algodón (Zachowski & Çinar, 1988), *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* y arroz (Mew et al., 1992) y *Pseudomonas syrin-*

gae pv. *pisi* y arveja (Hadwiger & Webster, 1984). Esta variabilidad en la respuesta del hospedante frente a la inoculación artificial con bacterias fitopatógenas existe asimismo en otros patosistemas tomate-bacteria, tal como pudo comprobarse con *Ralstonia solanacearum* (Boucher & Message, 1975; Nomomura et al., 2001) y *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Kozik, 2002).

El tomate platense constituye un cultivar local que cuenta con varias poblaciones seleccionadas y que tuvo gran difusión en todas las áreas hortícolas argentinas hasta el ingreso masivo de los híbridos comerciales. Entre las cualidades agronómicas que se le reconocen figura su rusticidad y un cierto grado de tolerancia a enfermedades de difusión endémica en el cinturón hortícola platense. Cabe destacar en este sentido el buen comportamiento que presenta frente al TSWV (Von der Pahlen, 1970; Riudavets, 1995). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que esta condición se cumple sólo parcialmente respecto a *Pseudomonas corrugata*. En efecto 'Línea 7', una población seleccionada de tomate platense, resultó uno de los cultivares con mejor comportamiento frente a la cepa Pc1, pero figuró, en cambio, entre los más afectados significativamente por la infección con *P. corrugata* Pc3, Pc4, Pc31 y *P. mediterranea* Pc33, las dos primeras cepas aisladas en Argentina y las dos últimas en Francia.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que el genotipo del patógeno, el genotipo del hospedante y la interacción entre ambos presentan efecto significativo sobre la severidad de la necrosis de la médula del tomate. Se concluye la existencia de una alta variabilidad intra-especie tanto en las poblaciones de *P. corrugata* como en las de *P. viridiflava* que resulta necesario conocer a fin

de que la elección del cultivar sea una herramienta útil en una estrategia de manejo de la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los investigadores (listados en la Tabla 1) que enviaron cepas de *P. corrugata* y *P. mediterranea*.

A.M.A. es miembro de la Carrera de Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. (CIC).

BIBLIOGRAFÍA

- Alippi, A. M., E. Dal Bo, L. B. Ronco, M. V. López, A. C. López & O.M. Aguilar. 2003. *Pseudomonas* populations causing pith necrosis of tomato and pepper in Argentina are highly diverse. *Plant Pathology* 52: 287-302.
- Alippi, A. M., B. L. Ronco, & H. E. Alippi. 1993. Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas corrugata* in Argentina. *Plant Disease* 77: 428.
- Blancard, D. 1990. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Ed. Mundi Prensas, Madrid. 212 pp.
- Boucher, C. & B. Message. 1975. Génétique et virulence de *Pseudomonas solanacearum*. *Annales de Phytopathologie* 7: 187-191.
- Catara, V., L. Gardan & M. M. López. 1997. Phenotypic heterogeneity of *Pseudomonas corrugata* strains from southern Italy. *Journal of Applied Microbiology* 83: 576-586.
- Catara, V., L. Sutra, A. Morineau, W. Achouak, R. Christen & L. Gardan. 2002. Phenotypic and genomic evidence for the revision of *Pseudomonas corrugata* and proposal of *Pseudomonas mediterranea* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 52: 1749-1758
- Dhanvanthari, B. N. & V. A. Dirks. 1987. Bacterial stem rot of greenhouse tomato: Etiology, spatial distribution, and the effect of high humidity. *Phytopathology* 77: 1457-1463.
- Flor, H. H. 1971. Current status of the gene-for-gene concept. *Annual Review of Phytopathology* 9: 275-296.
- Goumas, D. E. & A. K. Chatzaki. 1998. Characterization and host range evaluation of *Pseudomonas viridiflava* from melon, blite, tomato, chrysanthemum and eggplant. *European Journal of Plant Pathology* 104: 181-188.
- Hadwiger, L. A. & D. M. Webster. 1984. Phytoalexin production in five cultivars of peas differentially resistant to three races of *Pseudomonas syringae* pv. *pisii*. *Phytopathology* 74: 1312 .
- Kozik, E. U. 2002. Studies on resistance to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) in tomato cv. Ontario 7710. *Plant Breeding* 121: 526.
- López, M. M., F. Siverio, M. R. Albiach, F. García, & R. Rodríguez. 1994. Characterization of Spanish isolates of *Pseudomonas corrugata* from tomato and pepper. *Plant Pathology* 43: 80-90.
- Malathrakís, E. N. & D. E. Goumas. 1987. Bacterial soft rot of tomato in plastic greenhouses in Crete. *Annals of applied Biology* 111: 115-123.
- Mew, T. W., C. M. Vera Cruz, & E. S. Medalla. 1992. Changes in race frequency of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in response to rice cultivars planted in the Philippines. *Plant Disease* 76: 1029-1032.
- Nonomura, T., Y. Matsuda, M. Tsuda, K. Uranaka, & H. Toyoda. 2001. Susceptibility of commercial tomato cultivars to bacterial wilt in hydroponic system. *Journal of General Plant Pathology* 67: 224-227.
- Person, C., D. J. Samborski & R. Rohringer. 1962. The gene for gene concept. *Nature* 194: 561-562.
- Riudavets, J. 1995. Depredadors autòctons per al control biològic de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en conreus hortícoles Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal, Universitat de Lleida. 72 pp.
- Scarlett, C. M., J. T. Fletcher, P. Roberts, & R. A. Lelliot. 1978. Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas corrugata* n. sp. *Annals of applied Biology* 88: 105-114.
- Speights, D. E., R. S. Halliwell, C. W. Horne & A. B. Hughes. 1967. A bacterial stem rot of greenhouse-grown tomato plants. *Phytopathology* 57: 902-904.
- Von der Pahlen, A. 1970. Herencia de la resistencia del tomate (cv. Platense) a la peste negra. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 64: 129-134.
- Wilkie, J. P. & D. W. Dye. 1974. *Pseudomonas cichorii* causing tomato and celery diseases in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 17: 123-130.
- Zachowski, M. A. & Ö. Çinar. 1988. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* isolates from Turkey and resistance tests cotton cultivars. *Phytopathologia Mediterranea* 28: 10-15.