

RESPUESTA DE CUATRO CULTIVARES DE CHILE DULCE A MARCHITEZ BACTERIAL
EN COSTA RICA*

José M. Jiménez**
Elkin Bustamante
Walter Bermúdez
Arturo Gamboa

El marchitamiento bacterial causado por Pseudomonas solanacearum constituye una de las enfermedades más importantes para las regiones tropicales y subtropicales (Jackson y González, 1981). Dentro de los cultivos que son atacados por la bacteria se destacan el banano, papa, tomate y chile (Buddenhagen y Kelman, 1964).

En Costa Rica P. solanacearum es problema crítico para el chile dulce (Capsicum annum) únicamente en la zona Atlántica, donde aparentemente los suelos están infectados con la raza 1 en forma natural (Jackson y González, 1981). En los años 85-86 el Proyecto MIP localizó en las zonas de Turrialba y Siquirres focos severos de infección con incidencias superiores al 30% al entrar en cosechas. Los mismos se presentaron en chile dulce, jalapeño y cayenne.

La sintomatología de la enfermedad es un marchitamiento abrupto que en algunos casos va acompañado de clorosis. El síntoma característico es la decoloración del sistema vascular del cual se obtiene fácilmente el flujo bacterial al colocarse el tejido en difusión.

* Basado en material presentado a la XXVII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. APS: División Caribe. Guatemala, 26 al 31 de octubre de 1987.

** Fitopatólogo Asistente; Fitopatólogo; y Asistentes de Laboratorio respectivamente del Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

Prácticas de combate contra P. solanacearum tales como rotación de cultivos, uso de barbecho, exposición solar y tratamiento químico de suelos infestados son poco eficaces, en condiciones del trópico húmedo, debido a que la humedad en el suelo, la capacidad saprofítica de la bacteria y la presencia de hospederos alternos favorecen una alta persistencia de la bacteria en estas áreas (Jackson y González, 1981; Thurston, 1976). El método de control más exitoso es el desarrollo de cultivares resistentes logrados a través de un programa de mejoramiento estable (De León, 1987) que permita producir cultivares resistentes en forma continua, evitando con ello la enorme variabilidad de la bacteria la cual hace que líneas de cultivo resistentes tengan poca duración.

El presente estudio evalúa la respuesta de cuatro cultivares promisorios de chile dulce al ser inoculados artificialmente con P. solanacearum bajo condiciones de la zona Atlántica costarricense.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en una finca ubicada en Aragón de Turrialba, a 625 msnm, con una temperatura media anual de 22°C, humedad relativa del 88% y una precipitación anual de 2600 mm. El lugar mostró una alta incidencia de marchitez bacterial durante los años 84 al 86, al sembrarse tomate, chile dulce y jalapeño.

En el cuadro 1 se registran los principales parámetros climáticos imperantes durante la realización del ensayo. Se utilizaron los cultivares 'Cholo', '17245', 'Agronómico 10' y 'Tacaes P.L', seleccionados con base en evaluaciones de resistencia, realizadas en Turrialba y Panamá (Ovalle, 1987; De León y Gordon, 1985) y en reconocimientos de campo efectuados en Costa Rica en 1986. En el cuadro 2 se señalan algunas características de estos cultivares.

Se usó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Cada parcela con 24 plantas sembradas a una distancia de 1,20 m entre surcos y de 0,40 m entre plantas. El ensayo se manejó mediante las prácticas culturales tradicionales de la

Cuadro 1. Información mensual de temperatura, precipitación y radiación en Turrialba, Costa Rica, de noviembre 86 a mayo 87.

Mes	Temperatura °C			Precipitación mensual -mm-	Radiación solar cal/cm ² /día
	Media	Máxima	Mínima		
Noviembre	23,3	28,7	19,4	138,6	436
Diciembre	22,4	27,9	18,0	55,8	422
Enero	21,9	26,9	17,6	173,4	368
Febrero	22,8	27,3	18,9	44,4	404
Marzo	24,0	29,3	19,4	9,0	452
Abril	23,1	26,8	20,1	220,5	321
Mayo	23,7	28,7	19,8	178,1	411

Cuadro 2. Algunas características de los cultivares de chile evaluados en Aragón, Turrialba, 1987.

Característica	17245	Cholo	Tacares P.L	Agronomico 10
Tamaño planta	Intermedia	enana	Grande *	Intermedia
Origen	IDIAP-Panamá	IDIAP-Panamá	Agricultor	ASGROW
Cobertura foliar	Buena	Mala	Excelente	Mala
Tipo fruto	Tres puntas	Cuatro puntas	Una punta	Una punta

* tipo 'Mil Frutos'

zona y recomendadas por el MAG (1983). El combate de enfermedades se realizó mediante aplicaciones semanales de mancozeb (Manzate 200). Cada cuatro semanas se aplicó benomyl (Benlate) mezclado con el Mancozeb. Para insectos se aplicó methomyl (Lannate) y acefato (Orthene) en forma alterna cada quince días.

Dos meses después del trasplante se inocularon artificialmente las plantas siguiendo la metodología de Winstead y Kelman (1952), que consiste en inocular una suspensión bacterial (10^7 bact/ml) me-

diante la punción y colocación de una gota de la suspensión en la tercera axila superior de la planta. Las cuatro cepas bacteriales usadas, fueron aisladas a partir de plantas de chile que presentaron síntomas en las fases iniciales por efecto de inóculo de campo. Se realizaron lecturas de incidencia a marchitez bacterial a los 0, 20, 40, 60, 80 días después de la inoculación. Para conocer el efecto en la incidencia del inóculo natural, se realizaron lecturas a un promedio de 100 plantas de los cultivares 'Cholo', 'Tacares P.L.' y 'Agronómico 10' sembradas en parcelas comerciales en el mismo campo. Por falta de semilla no se pudo evaluar el efecto del inóculo de campo en el '17245'. Además, se midió el rendimiento de cada cultivar, agrupando los frutos en las tres calidades que se describen a continuación:

<u>Calidad</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Peso</u>
1º	mayor de 7,0 cm	mayor de 90g.
2º	de 5.5 a 7,0 cm	mayor de 65g.
3º	inferior a 5,2 cm	inferior a 65g.

RESULTADOS

Se encontraron diferencias altamente significativas para la incidencia de marchitez bacterial entre cultivares y entre épocas de lectura. Se encontró que el cv 'Cholo' presenta una alta resistencia a P. solanacearum con un 10% de incidencia a los 60 días después de la inoculación, mientras que los materiales tradicionales ('Agronómico 10' y 'Tacares P. L.') mostraron un 79% de incidencia. El efecto del inóculo de campo fue muy similar hasta los 40 días después de la inoculación a la incidencia encontrada en plantas inoculadas artificialmente. A los 60 días 'Cholo' conserva una baja incidencia de la enfermedad en los dos inóculos; sin embargo 'Agronómico 10' y 'Tacares P.L.' presentan un incremento cercano al 100% por efecto de la inoculación artificial. Esto indica que la lectura a los 60 días es la más adecuada para diferenciar el efecto de inóculo de campo del artificial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incidencia de marchitez bacterial a partir de los cuatro meses de edad, según cultivar y época de lectura, Aragón, Turrialba, 1987.

Cultivar	Días después de la inoculación							
	0 ¹		20		40		60	
	IN	IA ²	IN	IA	IN	IA	IN	IA
Cholo	2,0	1,6 ^{a3}	4,0	4,0 ^a	4,0	6,4 ^a	10,0	11,8 ^a
17245	-	15,2 ^c	-	22,8 ^b	-	27,0 ^b	-	46,0 ^b
Agronomico 10	8,0	9,6 ^b	15,0	16,2 ^b	25,0	27,6 ^b	40,0	79,6 ^c
Tacares P.L.	10,0	11,6 ^{bc}	20,0	21,8 ^b	30,0	45,0 ^c	45,0	79,0 ^c

1/ IN: inóculo natural. IA: inóculo artificial. La lectura de inóculo natural proviene de un promedio de 100 plantas de cada uno de los cultivares sembradas en parcelas comerciales en el mismo campo

2/ Promedio de cinco repeticiones

3/ Letras iguales en misma columna no son significativas en la prueba de Duncan a un 0.05

El desarrollo de la enfermedad a través del tiempo (Figura 1) muestra a los cultivares 'Tacares P.L.' y 'Agronomico 10' altamente susceptibles, el '17245' tolerante, mientras que el 'Cholo' altamente resistente. A partir de la inoculación artificial la curva tiende a incrementarse en 'Tacares P.L.', 'Agronomico 10' y '17245', determinándose el punto de mayor aumento a partir de los 40 días de inoculación, lo cual refleja que el período de incubación en estas líneas oscila entre 40-60 días.

Se realizó una última evaluación a los 150 días después del trasplante (90 días después de la inoculación) etapa en la cual los cultivares estaban entrando en senescencia, sobretudo los materiales panameños. En esta evaluación 'Agronomico 10', 'Tacares P.L.' y '17245' presentaron una incidencia de 89,93 y 55% respectivamente. En cuanto al 'Cholo', los síntomas de marchitez de campo mostraron un incremento de un 26% con relación al registro anterior de incidencia. Esta lectura en 'Cholo' no es del todo confiable debido a que no se separaron los efectos de senescencia de los causados por *P. solanacearum*.

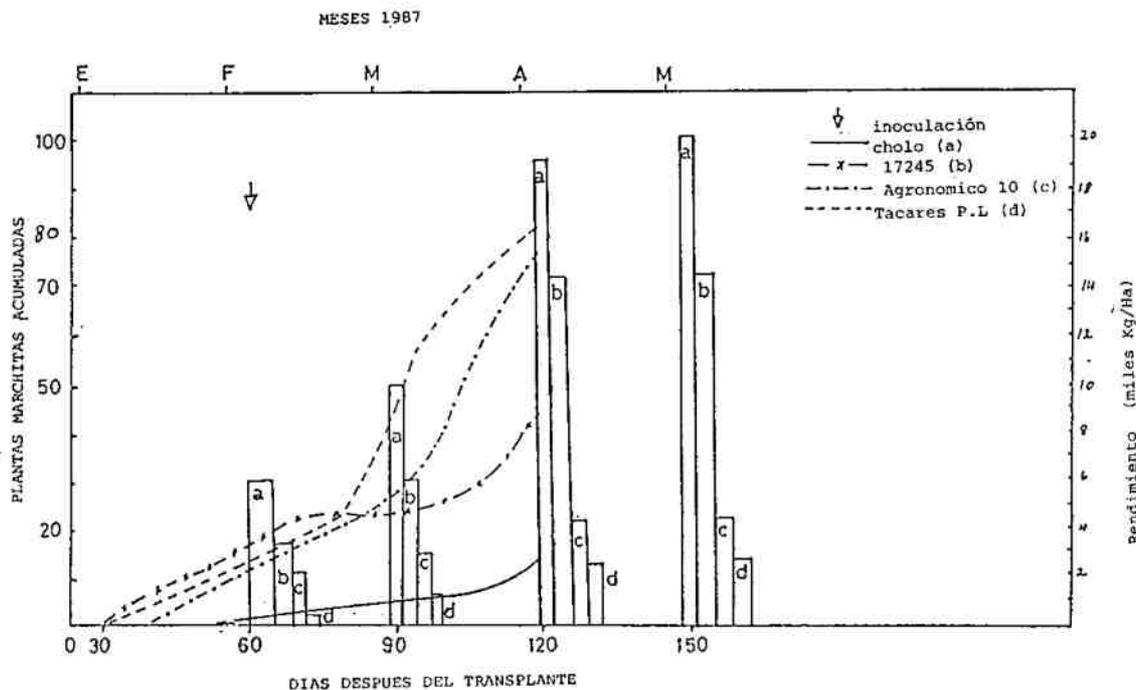


Figura 1. Porcentaje de plantas marchitas acumuladas por *P. solanacearum* usando inóculo artificial y el rendimiento acumulado de cuatro cultivares de Chile, Aragón, Turrialba, 1987.

Los resultados de rendimiento se describen en el Cuadro 4, observándose la alta producción que se obtuvo con 'Cholo', el cual produjo 5 y 10 veces más que 'Agronómico 10' y 'Tacares P.L.' respectivamente. Asimismo, el 75% de la producción de 'Cholo' es apta para mercados internacionales como para el nacional.

CUADRO 4. RENDIMIENTO DE CHILE DULCE EN KG/HA SEGUN CULTIVARES Y CALIDAD EN PRUEBA DE RESISTENCIA A *P. solanacearum*, ARAGON, TURRIALBA, 1987.

CULTIVAR	CALIDAD I	CALIDAD II	CALIDAD III	TOTAL
CHOLO	10209 ^{a1}	5644 ^a	3839 ^a	19692 ^a
17245	4766 ^b	5644 ^a	3738 ^a	14148 ^b
AGRONOMICO 10	2158 ^c	1093 ^b	809 ^b	4060 ^c
TACARES PL	1145 ^c	387 ^b	446 ^b	1978 ^c

1. Cifras con letras iguales en misma columna son estadísticamente iguales según la prueba de rango múltiple de Duncan (P 0.05).

En relación con la '17245', a pesar de que presenta una alta incidencia en la primera etapa, mostró una buena producción (14148

kg/ha) lo cual implica que las plantas que sobrevivieron además de presentar resistencia se caracterizan por una alta productividad.

El cv. 'Tacaes P.L.' que presentó una respuesta bacterial semejante al 'Agronómico 10' (Cuadro 3) mostró el peor rendimiento. Observaciones de campo determinaron que el cultivar presenta problemas en el "cuaje" del fruto y es susceptible a Neosilba spp a pesar de las aplicaciones quincenales de Orthene y Lannate, realizadas durante el desarrollo del ensayo.

DISCUSION

La comparación de la incidencia de los cultivares bajo los dos inóculos usados en el experimento muestran claramente la respuesta de cada uno a P. solanacearum. A los 60 días después de la inoculación (cuatro meses después del trasplante), la incidencia de marchitez en cultivares susceptibles ('Tacaes P.L.' y 'Agronómico 10') bajo inóculo artificial, se duplicó en relación con la presión natural de la bacteria. En 'Cholo' la incidencia fue la misma bajo la dos presiones de inóculo (10%).

El incremento observado con el inóculo artificial en los cultivares susceptibles, indican que las cuatro cepas bacteriales posiblemente fueron suficientes para representar la diversidad genética de la bacteria presente en el suelo usado. Asimismo, evidencia la eficiencia de la inoculación artificial al eliminar la distribución no homogénea de la bacteria en el campo.

Las lecturas de marchitez en 'Cholo' muestran que un 90% de la población es altamente resistente a las cepas bacteriales presentes en Aragón. Por otra parte, estas lecturas indican que es probable que este cultivar no sea ciento por ciento estable genéticamente, lo cual es característico del género Capsicum que presenta 10-15% de polinización cruzada (MAG, 1983). Para comprobar la estabilidad genética es necesario evaluar de nuevo el comportamiento del cultivar usando semilla de plantas que resistieron la inoculación artificial.

En la última lectura de incidencia realizada a los 150 días después del trasplante, 'Cholo' presentó una incidencia relativamente alta de marchitez bacterial (36%), la cual es despreciable en términos de rendimiento, debido a que en esta fecha el cultivar ha madurado aproximadamente un 95% de sus frutos "cuajados". Es posible que este incremento de incidencia detectado entre las lecturas de 120 y 150 días (de 12% a 36%) se explique por la interacción entre la senescencia de la planta y la precipitación que se dió en el último mes de evaluaciones.

Se ha determinado (Thurston, 1976) que un suministro excesivo de agua puede aumentar la incidencia de marchitez bacterial, debido a que se incrementa el inóculo por diseminación de plantas vecinas, favoreciendo la supervivencia bacterial en el suelo y, además, a que se agrava la enfermedad después de la infección por una mayor traslocación de la bacteria en la planta.

Los meses de febrero y marzo en los cuales se realizó la inoculación y se desarrolló la enfermedad, fueron muy secos (25mm/mensual) mientras que en el mes de abril donde se aceleró la tasa de desarrollo de la enfermedad llovió 220 mm. Esta precipitación posiblemente provocó un aumento en la presión de inóculo, lo cual no pudo soportar 'Cholo', tal vez ocasionado por su estado de senescencia, en el cual la planta va perdiendo paulatinamente sus mecanismos de defensa. Para conocer con exactitud el efecto de la humedad y de la senescencia sobre la marchitez bacterial en 'Cholo', es necesario realizar un ensayo de invernadero, utilizando cepas provenientes de Aragón, inoculándolas en diferentes etapas de crecimiento, y bajo condiciones de humedad permanente y teniendo como testigo la resistencia del cultivar al sembrarse en suelo de dicha localidad, infestado naturalmente.

Los cultivares 'Agronómico 10' y 'Tacaes P.L.' se usan en forma extensiva y rentable en otras regiones de Costa Rica (Cartago y Alajuela), en donde se han reportado ataques severos de marchitez bacterial en papa y tomate (González, 1976; Hernández, 1985). Lo

anterior indica que estos cultivares posiblemente tienen resistencia a P. solanacearum, pero es insuficiente para detener el ataque de las cepas predominantes en la zona Atlántica. Esta situación viene a confirmar lo dicho por diferentes autores (Thurston, 1976, Yang, 1979; Mew and Ho, 1972) en cuanto a que la respuesta de una línea está íntimamente ligada al tipo de cepas bacteriales y a las condiciones climáticas predominantes en la región en que se evalúa la respuesta. Por lo tanto, para solucionar definitivamente el problema de marchitez bacterial en chile dulce en Costa Rica, es necesario establecer un programa de mejoramiento estable y continuo, capaz de producir periódicamente, cultivares resistentes con aceptación comercial. De esta forma se reemplazarán los cultivares que pierdan resistencia tal como se ha logrado en la actualidad en Panamá para chile y tomate (De León, 1987).

LITERATURA CITADA

- BUDENHAGEN, I.; KELMAN, A. 1964. Biological and Physiological aspects of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Annual Review Phytopathology. 2:203-230.
- DE LEON, G. 1987. Proceso para la obtención de resistencia de tomate a P. solanacearum en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) No.5:11-16.
- _____; GORDON, R. 1985. Cholo, nueva variedad nacional de pimentón. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, s.p.
- GONZALEZ, L.C. 1976. Bacterial wilt of potato in Costa Rica. In Sequeira, L. and Kelman, A. Proceedings of the first International planning conference and workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by P. solanacearum. Raleigh, North Caroline. pp 150-155.
- HERNANDEZ, L.J. 1984. Selección de variedades de tomate (Lycopersicum esculentum) en Costa Rica. In Congreso Agronómico Nacional 6, San José Costa Rica, 1984. Sesiones de Actualización y Perspectivas. Colegio de Ingenieros Agrónomos v 2, pp 141-153.
- JACKSON, M.T.; GONZALEZ, L.C. 1981. Persistence of Pseudomonas solanacearum (race 1) in a naturally infected soil in Costa Rica. Phytopathology 71:690-693.

- MINISTERIO DE Agricultura y Ganaderia. 1983. Manual de recomendaciones cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. MAG Boletín Técnico (Costa Rica) no. 62. p 102-109.
- MEW, T.W.; HQ, W.C. 1977. Effect of soil temperatures on resistance of tomato cultivars to bacterial wilt. *Phytopathology* 67:909-911.
- OVALLE, W. 1987. Estudios de la variabilidad de Phytophthora capsici agente causal de la marchitez del chile (Capsicum annum L.) y su combate por resistencia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE/UCR. 100 p.
- THURSTON, H.D.. 1976. Resistance to bacterial wilt (Pseudomonas solanacearum, In Sequeira, L. y Kelman, A. Proceedings of the first international planning conference and workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Raleigh, North Carolina, pp. 58-62.
- WINSTEAD, N.; KELMAN, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to Pseudomonas solanacearum. *Phytopathology* 42:628:654.
- YANG, C.Y. 1979. Bacterial and fungal disease of tomato. In Cowell, R.ed. 1st International Symposium on tropical tomato, AVRDC, Taiwán. pp 111-123.