

Daños causados por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su efecto en el rendimiento del frijol común (habichuela; *Phaseolus vulgaris*)¹

Jóse Serracín², Roberto A. Young,³ Juan C. Rosas⁴ y Jacobo Cáceres⁵

RESUMEN

La bacteriosis común, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (*Xcp*), está considerada como una de las enfermedades de mayor importancia económica en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Honduras. Las pérdidas en el rendimiento a nivel de campo causadas por el ataque de este patógeno se consideran significativas; sin embargo, no se sabe su magnitud. Para determinar la severidad, incidencia y el porcentaje de reducción en el rendimiento de grano causados por *Xcp*, se efectuaron dos experimentos en el Valle de El Zamorano, Honduras, en siembras durante las épocas de primera (Jun-Ago) y postrera (Sep-Dic) de 1989. Se utilizaron tres genotipos con diferencias en su reacción al ataque de *Xcp*, XAN 155 (resistente), EAP 10-88 (moderado) y Catrachita (susceptible), se evaluaron bajo tratamientos con protección e inoculación artificial con *Xcp*. La reacción a *Xcp* reflejó claramente la intensidad de resistencia de cada uno de los genotipos. Las pérdidas en rendimiento causadas por *Xcp* durante la época postrera, estuvieron entre el 22 y el 41.6% en el tratamiento con inoculación artificial. La incidencia de *Xcp* observada en el genotipo resistente XAN 155, sugiere que a nivel de finca es necesaria la implantación de programas de manejo integrado para reducir las pérdidas en rendimiento causadas por este patógeno.

ABSTRACT

Damage by *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and bean yield

Common bacterial blight produced by *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (*Xcp*), is considered one of the diseases of major economic importance in bean (*Phaseolus vulgaris*) production in Honduras. Yield reduction at farm level produced by this pathogen is considered significant; however, its magnitude is unknown. To determine the severity, incidence and percentage of seed yield reduction caused by *Xcp*, two experiments were conducted in El Zamorano Valley, Honduras, during the early (June to Aug.) and late (Sept. to Dec.) growing seasons of 1989. Three genotypes

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 27 de septiembre de 1990. Este trabajo fue financiado parcialmente por el proyecto del Título XII, Escuela Agrícola Panamericana/ Universidad de Puerto Rico-Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID Núm. DAN-1310-G-SS-6008-00).

²Graduado del Programa de Ingeniería Agronómica.

³Asociado de Investigación.

⁴Profesor Asociado, Departamento de Agronomía.

⁵Profesor Asociado, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

differing in their reaction to *Xcp*, XAN 155 (resistant), EAP 10-88 (moderately resistant) and "Catrachita" (susceptible), were evaluated under protected and unprotected treatments applied to plants artificially inoculated with *Xcp*. Reaction to *Xcp* clearly reflected the degree of resistance of each genotype. Yield losses caused by *Xcp* during the late season ranged between 22 and 41.6% in the unprotected treatment. The severity of *Xcp* observed in the resistant genotype XAN 155 suggested that at farm level the implementation of an integrated control program is necessary in order to reduce yield losses caused by this pathogen.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento medio del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Honduras es significativamente inferior (< 550 kg./ha.) al potencial de rendimiento observado en este cultivo (1,6). Uno de los factores que más afecta la producción de frijol a nivel de campo es la incidencia de enfermedades.

La bacteriosis común causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (*Xcp*), ha sido reconocida como la enfermedad bacteriana más importante en el cultivo de frijol, considerándose a este patógeno entre los que producen mayores reducciones en el rendimiento de esta leguminosa de grano (15). Condiciones climáticas de alta humedad relativa y alta temperatura (28-30° C.) favorecen la aparición y diseminación de la bacteria, pudiendo ésta llegar a causar pérdidas significativas en el rendimiento, que según informes de Columbia, Estados Unidos y Canadá, varían entre 10 a 45% (5). El patógeno es capaz de infectar follaje, tallos, vainas y semillas. Por medio de la trasmisión por semilla la bacteria se disemina en forma efectiva. Por otro lado, la supervivencia de *Xcp* en los residuos de cosecha constituye una fuente de inóculo de importancia (7).

En Honduras la presencia de esta enfermedad se ha observado en la mayoría de las zonas productoras del país, tanto durante la época de primera (junio a agosto), como en la de postrera (septiembre a diciembre). Las pérdidas en el rendimiento a nivel de campo causadas por el ataque de *Xcp* en Honduras se consideran significativas; sin embargo, no se sabe su magnitud. Es necesario saber cuanto disminución en rendimiento puede causar un patógeno para justificar y orientar debidamente estudios posteriores que busquen alternativas rentables y viables para el agricultor para proteger las plantas.

El presente trabajo tuvo como objetivo el estudio de la incidencia y severidad, así como la cuantificación de las pérdidas en rendimiento ocasionadas por *Xcp*, utilizándose tratamientos de protección y genotipos de frijol común con diferentes niveles de resistencia genética.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se realizaron en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras. El primer experimento se sembró en la

época de primera (17 junio 1989), mientras que el segundo en la época de postrera (19 septiembre 1989).

En ambas fechas se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron en parcelas divididas donde los tratamientos protegido y no protegido constituyeron las parcelas principales. Para el tratamiento con protección se utilizó un producto bactericida comercial cuyo ingrediente activo es una mezcla de estreptomycin y oxitetraciclina al 16%. Se hicieron cuatro aplicaciones de este bactericida a intervalos de siete días, empezando a los 30 días después de siembra (DDS), y utilizando la dosis media recomendada por el fabricante (360 g. de producto comercial/ha.).

La preparación del inóculo de *Xcp* aplicado artificialmente en las parcelas para asegurar una infección uniforme de las plantas, se hizo siguiendo la técnica de maceración recomendada por el CIAT (2). La primera inoculación se efectuó a los 20 DDS, y las dos siguientes a los 25 y 30 DDS, utilizándose una bomba de motor y asperjándose una concentración de bacterias de 5×10^7 células/ml. Las inoculaciones se realizaron después de las 4 p.m. para evitar que la radiación solar afectara la viabilidad de la bacteria inoculada. Barreras de sorgo se colocaron alrededor de las unidades experimentales para evitar la interferencia entre tratamientos en el momento de realizar las aplicaciones en las parcelas protegidas.

Las subparcelas estuvieron constituidas por tres genotipos previamente identificados por sus diferencias en su reacción al ataque de *Xcp* la variedad comercial Catrachita (susceptible), y las líneas de mejoramiento EAP 10-88 (resistencia moderada) y XAN 155 (resistente).

La parcela experimental constó de cuatro surcos de 5 m. de largo, separados a 0.6 m. La distancia de siembra entre plantas fue de 0.1 m., obteniéndose un número aproximado de 167,000 plantas/ha.

Estos trabajos se realizaron en un suelo franco, pH 5.6, 2.9% materia orgánica, 0.20% N total, 13 p.p.m. P y 144 p.p.m. K, en la época de primera. En la época de postrera se sembró en un lote con suelo franco-arenoso, pH 5.3, 2.0% materia orgánica, 0.18% N total, 55 p.p.m. P y 225 p.p.m. K. Los ensayos se fertilizaron con 200 kg./ha. de 18-46-0 al momento de la siembra. Una baja incidencia de insectos y de hongos patógenos se mantuvo mediante aplicaciones de productos químicos recomendados. Las malezas se controlaron con herbicidas pre-siembra incorporados complementándose con desyerbos manuales.

En el ensayo realizado en la época de primera se tomaron datos de severidad e incidencia de los daños causados por *Xcp*, haciéndose un total de seis evaluaciones comprendidas entre los 35 y 60 DDS. Las evaluaciones realizadas durante la época de postrera incluyeron además de la severidad e incidencia de la enfermedad, entre los 42 y 62 DDS, la cuantificación de las pérdidas causadas por el patógeno en el rendimiento

y sus componentes, número de vainas/planta (NVP), número de semillas/vaina (NSV) y peso seco de 100 semillas (PSCS). Para las evaluaciones de severidad de empleó la escala (1-9) recomendada por Schoonhoven y Pastor-Corrales (5,9). La incidencia se determinó por medio del cálculo del porcentaje de follaje con necrosis o presentando la sintomatología característica de la enfermedad, en relación al porcentaje de tejido vegetal sano en las plantas evaluadas. Estas lecturas se hicieron en 20 plantas marcadas (10 por cada surco central) en cada unidad experimental. Conjuntamente con la última evaluación de incidencia al follaje se evaluaron las vainas, en ambas épocas de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las dos épocas de siembra se observó una tendencia similar en el comportamiento de los genotipos al ataque de *Xcp*, tanto en el tratamiento protegido como en el no protegido. Catrachita, la variedad susceptible, presentó los mayores porcentajes de daño, la línea EAP 10-88, un comportamiento intermedio, y XAN 155, la línea resistente, presentó la menor incidencia del patógeno (cuadro 1).

La incidencia de la enfermedad en los tratamientos protegidos, en ambas épocas de siembra, fue bastante limitada (<1%) hasta aproximadamente los 50 DDS. Sin embargo, el comportamiento de los genotipos empezó a diferenciarse a partir de los 55 DDS en la época de primera, y a los 57 DDS en postrera. La protección con el producto comercial mantuvo los niveles de daño por debajo del 5% en ambas épocas. Por otro lado, en los tratamientos no protegidos se observaron incidencias superiores al 25% en la etapa R8 (llenado de vainas), a los 60 y 62 DDS, en las épocas de primera y postrera, respectivamente.

En el análisis de la incidencia y severidad del daño causado por *Xcp* a la etapa de desarrollo R8, en ambas épocas de siembra, se detectaron diferencias entre los tratamientos (T), genotipos (G) y la interacción T x G (cuadro 2). Los daños fueron significativamente mayores en las parcelas no protegidas que en las protegidas con el bactericida. Las aplicaciones del producto comercial utilizado en las parcelas protegidas, mantuvieron la incidencia de *Xcp* a niveles relativamente bajos. Sin embargo, en el estudio de Weller y Saettler (13), usando una serie de productos químicos, entre ellos uno a base de estreptomycin, no fue posible reducir la infección causada por *Xcp* ni las pérdidas en el rendimiento.

En los genotipos se observó que la diferencia existente entre ellos, para ambas variables (incidencia y severidad), coincidió con el nivel de resistencia observada anteriormente: XAN 155, una incidencia (6.5 y 1.7%) y severidad (3 y 4) baja, EAP 10-88, incidencia (13.4 y 9.9%) y severidad (5 y 6) intermedia y "Catrachita", incidencia (18.6 y 15.1 %) y severidad (7) alta, en primera y en postrera, respectivamente. Esto indica que la severidad es un buen estimado de la capacidad de daño causado por *Xcp*.

CUADRO 1.—*Diferencias en el incremento del porcentaje de daños (incidencia) causados por Xanthomonas campestris pv. phaseoli en tres genotipos de frijol común cultivados bajo tratamientos con o sin protección en dos épocas de siembra*

Tratamiento	Epoca de primera Días después de la siembra					
	33	40	50	55	60	
	-----Porcentaje de daño-----					
<i>Protegido</i>						
XAN 155	0	0	0	0.2	0.8	1.1
EAP 10-88	0	0	0.1	0.9	1.8	3.3
Catrachita	0	0	0	0.9	2.7	3.6
<i>No protegido</i>						
XAN 155	0	0.1	0.1	0.4	1.8	11.9
EAP 10-88	0	0.2	0.9	2.4	5.3	23.5
Catrachita	1.4	3.6	6.4	7.8	11.1	33.5
Tratamiento	Epoca de postrera Días después de la siembra					
	40	47	52	62		
	-----Porcentaje de daño-----					
<i>Protegido</i>						
XAN 155	0	0	0.1	0.2	0.3	
EAP 10-88	0	0.1	0.1	0.1	1.7	
Catrachita	0	0.3	1.0	1.4	4.1	
<i>No protegido</i>						
XAN 155	0	0.3	1.1	2.2	3.1	
EAP 10-88	0.2	1.9	4.9	11.0	18.0	
Catrachita	2.2	7.3	8.7	21.0	26.0	

Las diferencias significativas obtenidas en la interacción T x G fue mayormente el resultado de las diferencias entre los genotipos observadas en las parcelas sin protección, ya que la incidencia y severidad de la enfermedad en las parcelas protegidas fue bastante reducida, lo que indica que la protección fue bastante eficaz. La gran diferencia entre los genotipos cuando no se les protegió, se debe a que presentaron diferencias en su reacción al ataque de *Xcp*.

En el experimento realizado en la época de postrera se observaron diferencias en el rendimiento y algunos de sus componentes, entre tratamientos (protegido y no protegido) y genotipos, no así en la interacción T x G (cuadro 3). Entre los genotipos se observaron diferencias, además del rendimiento, en los componentes de rendimiento NSV Y PSCS. El rendimiento de cada genotipo fue también proporcional al nivel de resistencia mostrado en el tratamiento no protegido: XAN 155 (resistente) obtuvo la mayor producción (1449 kg./ha.), seguido de EAP 10-88

CUADRO 2.—Influencia de los tratamientos con o sin protección y genotipos de frijol común en la incidencia y la servidad de los daños al follaje causados en la etapa R8 (llenado de vainas) por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en dos épocas de siembra

Factor	Épocas de siembra			
	Primera		Postrera	
	Incidencia ¹	Servidad ²	Incidencia	Servidad
<i>Protegido</i>				
XAN 155	1.1	2.3	0.3	2.0
EAP 10-88	3.3	3.5	1.7	6.0
Catrachita	3.6	3.5	4.1	7.0
Promedio	2.6	3.1	2.0	5.0
<i>No protegido</i>				
XAN 155	11.9	4.0	3.1	5.0
EAP 10-88	23.5	6.5	18.0	7.0
Catrachita	33.5	7.7	26.0	8.0
Promedio	22.9	6.1	15.7	6.7
<i>DMS .05</i>				
Tratamiento (T)	*	*	*	*
Genotipo (G)	4.6*	0.4*	6.7*	0.9*
T × G	ns	0.6*	9.5*	ns

¹Procentaje de incidencia.

²Escala 1-9 (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

*.nsSignificativo al nivel $P. \leq .05$ y no significativo, respectivamente.

(moderado) (1329 kg./ha.) y por último Catrachita (susceptible) (1000 kg./ha.). El NSV disminuyó según el grado de susceptibilidad de cada uno de los genotipos. La ausencia de diferencias en rendimiento, en la interacción T × G sugiere que cada genotipo, tanto en el tratamiento protegido como en el no protegido, se comportó según su potencial genético de rendimiento. Sin embargo, la línea EAP 10-88 presentó el mejor rendimiento en el tratamiento protegido, lo cual indica que posee un potencial de rendimiento más alto que los otros dos materiales cuando se controla bien a *Xcp*.

La incidencia media de *Xcp* observada en la época de postrera fue de 2.0% en el tratamiento protegido y 15.7% en el no protegido. La mayor incidencia observada en las parcelas no protegidas ocasionó una reducción en el rendimiento, con respecto a las parcelas protegidas, de 22.5% en XAN 155, 40.0% en EAP 10-88 y 41.6% en Catrachita (cuadro 3). Resultados similares de incidencia y pérdidas en rendimiento causados por *Xcp* fueron informados por Wallen y Jackson (11). Así mismo, en condiciones de una alta incidencia de *Xcp* en el campo observadas durante un período de tres años, se registraron pérdidas medias de 32.2% en tres cultivares de frijol común por Wallen and Galway, (12).

CUADRO 3.—Influencia de tratamientos con o sin protección y genotipos de frijol común en el efecto *Xanthomonas campestris pv. phaseoli* en el rendimiento y sus componentes en la época de postrera

Factor	Rendimiento	Componentes rendimiento ¹		
		NVP	NSV	PSCS
	<i>kg/ha</i>			
<i>Protegido</i>				
XAN 155	1870	11.4	5.5	25.5
EAP 10-88	2217	12.3	5.4	24.5
Catrachita	1711	10.8	4.3	32.0
Promedio	1933	11.5	5.1	27.3
<i>No protegido</i>				
XAN 155	1449	11.9	5.2	25.0
EAP 10-88	1329	10.1	5.1	23.7
Catrachita	1000	7.7	4.1	32.0
Promedio	1259	9.9	4.1	26.9
<i>DMS .05</i>				
Tratamiento (T)	*2	ns	*	ns
Genotipo (G)	372*	ns	0.7*	2.4*
T × G	ns ²	ns	ns	ns

¹NVP = número de vainas/planta; NSV = número de semillas/vaina; PSCS = peso seco de cien semillas.

²Significativo al nivel $P \leq 0.5$ y no significativo, respectivamente.

Los resultados de las evaluaciones de la incidencia (porcentaje de daño) en las vainas en la etapa de desarrollo R8 (llenado de vainas), en ambas épocas de siembra, se presentan en el cuadro 4. Tanto en primera como en postrera, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, genotipos y la interacción T × G; sin embargo, el nivel de incidencia en vainas fue mucho mayor en la época de postrera. En cuanto a los genotipos, en ambas épocas el porcentaje de daño observado en las vainas estuvo según el grado de resistencia que cada uno de ellos posee, siendo también la variedad Catrachita la que mostró la mayor incidencia. En términos generales, se pudo observar que la incidencia en vainas fue baja en relación a la observada en el follaje; sin embargo, se ha sugerido que la resistencia en el follaje no está necesariamente relacionada con la resistencia en las vainas (4). Por otro lado, las lesiones en las vainas que dan como resultado infección sistémica y sus efectos en el rendimiento son muy difíciles de detectar (13).

La incidencia de *Xcp* fue relativamente mayor en la época de primera, que es la época en que se presentan condiciones más favorables para el desarrollo de la enfermedad, como son alta humedad y alta temperatura.

CUADRO 4.—Influencia de los tratamientos con o sin protección y genotipos de frijol común en la incidencia en vainas de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en las épocas de primera y postrera

Factor	Incidencia en vainas ¹	
	Primera	Postrera
<i>Protegido</i>		
XAN 155	0.17	0.03
EAP 10-88	0.50	0.10
Catrachita	0.58	0.31
Promedio	0.42	0.15
<i>No protegido</i>		
XAN 155	0.80	0.73
EAP 10-88	1.70	3.40
Catrachita	3.22	5.00
Promedio	1.96	3.04
<i>DMS .05</i>		
Tratamiento (T)	*	*
Genotipo (G)	0.96* ²	1.01*
T × G	1.36*	1.46*

¹Procentaje de incidencia en vainas.

²Significativo al nivel $P \leq .05$.

Por otro lado, en condiciones de campo la existencia de fuentes de inóculo primario y secundario provenientes de los residuos de la época de primera pueden presentarse como las principales causas del incremento en la incidencia de *Xcp* en postrera. De todas maneras, es imprescindible cuantificar también las pérdidas durante la época de primera, para poder hacer comparaciones más concretas sobre los efectos de los daños causados por *Xcp* en el rendimiento.

El nivel de resistencia mostrado por XAN 155 en las parcelas inculadas sugiere la importancia del uso de la resistencia genética como medida de control de *Xcp*. La efectividad del uso de la resistencia genética para el control de *Xcp* constituye la mejor alternativa en el control fitosanitario de este patógeno, por ser una tecnología relativamente barata y más fácil de adoptarse por los pequeños agricultores. Por otro lado, es importante tener en cuenta que, a pesar de que XAN 155 ha demostrado poseer una buena resistencia, este genotipo presentó cierto grado de incidencia y severidad de daños en las parcelas que no fueron protegidas, lo que nos lleva a pensar que para un control efectivo de *Xcp* a nivel de finca es necesaria la implantación de programas de manejo integrado, incluyendo la eliminación de residuos de la cosecha anterior (Santana y Peña-Matos, 1989) y el uso de semilla limpia libre del patógeno (8), los cuales actúan como fuente de inóculo primario, y el uso racional de productos químicos preferentemente usados como tratamiento a la semilla.

BIBLIOGRAFIA

1. Adams, M. W., 1984. Beans-Cowpeas: Production Constraints and National Programs. Bean/Cowpea CRSP, Michigan State University. 68 p.
2. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Enfermedades bacterianas del frijol: identificación y control, Guía de estudio. CIAT, Cali, Colombia.
3. Coyne, D. P. y M. L. Schuster. 1973. *Phaseolus* germplasm tolerant to common blight bacterium (*Xanthomonas phaseoli*). *Plant Dis. Rep.* 57: 111-114.
4. Coyne, D. P. and M. L. Schuster, 1974. Differential reaction of pods and foliage of beans (*Phaseolus vulgaris*) to *Xanthomonas phaseoli*. *Plant Dis. Rep.* 58: 278-82.
5. Pastor-Corrales, M., 1985. Enfermedades del frijol causadas por bacterias. pp. 210-213. *En:* M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven (eds.), Frijol: Investigación y producción. CIAT/PNUD, Cali, Colombia.
6. Ramos, F. T., 1986. Resumen de la situación actual del cultivo de frijol: Problemas, avances y proyecciones para el período 1986-1990. Secretaría de Recursos Naturales, Programa Nacional de Frijol, Danlí, El Paraíso, Honduras.
7. Saettler, A. W., 1989. Common bacterial blight. pp. 262-63. *In:* H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales (eds), Bean Production Problems in the Tropics. CIAT, Cali, Colombia.
8. Santana, E. A. y E. Peña-Matos, 1989. Longevidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en residuos de cosecha de frijol. p. 45. *En:* Memoria de la XXXV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, 4-9 de Abril.
9. Schoonhoven, A. y M. Pastor-Corrales, 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia.
10. Schuster, M. L. 1955. A method for testing resistance of beans to bacterial blights. *Phytopathology* 46: 519-520.
11. Wallen, V. R. and H. R. Jackson, 1975. Model yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies. *Phytopathology* 66 (9): 942-48.
12. Wallen, V. R. and D. A. Galway, 1979. Effective management of bacterial blight of beans in Ontario - a 10 yr. program. *Can. J. Plant Pathol.* 1: 42-46.
13. Weller, D. M. and A. W. Saettler. 1976. Chemical control of common and fuscous bacterial blight in Michigan navy (pea) beans. *Plant Dis. Rep.* 60 (9): 793-97.
14. Weller, D. M. and A. W. Saettler, 1980. Evaluation of seedborne *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans* as primary inocula in bean blights. *Phytopathology* 70 (2): 148-52.
15. Yoshii, K., 1980. Los añublos común y fusco. pp. 157-158. *En:* H. F. Schwartz y G. E. Gálvez (eds.), Problemas en la Producción de Frijol. CIAT, Cali, Colombia.