

EVALUACION DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN GENERACIONES TEMPRANAS PARA RESISTENCIA A *Xanthomonas campestris* pv *Phaseoli* (Smith) DYE¹

O. Varela², J. Beaver², M. Zapata³, S. Clanzio²

INTRODUCCION

La bacteriosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (*Xcp*) (Smith) Dye. En América Latina se han reportado pérdidas en rendimiento de hasta un 45%.

Mediante evaluaciones en generaciones tempranas se podrían eliminar las líneas más susceptibles, reduciendo así el costo y tiempo necesario para identificar líneas con resistencia. Los valores de heredabilidad (h^2) para resistencia a *Xcp* han sido de intermedios a altos (Beebe, 1989).

El objetivo de este trabajo fue determinar si se puede seleccionar en generaciones tempranas líneas rojas pequeñas y blancas con resistencia a bacteriosis, así como el determinar la heredabilidad de la resistencia a *Xcp* del follaje en dos poblaciones de frijol común.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron dos poblaciones provenientes de las cruces entre DOR 364 x XAN 176 que fue dividida en tres grupos (I, II y III) con 40 líneas cada grupo, y DOR 364 x WBB-20-1 que consistió en un solo grupo de 40 líneas. El cultivar DOR 364 es susceptible a *Xcp* pero posee resistencia al virus del mosaico dorado. XAN 176 y WBB-20-1 se seleccionaron por su resistencia *Xcp*. A nivel de campo se evaluaron las generaciones F3 y F4 utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones y en el invernadero la generación F5 mediante un diseño BCA con 4 repeticiones. En el campo se inoculó con aspersión foliar de *Xcp* a una concentración

de 3×10^7 cfu/ml. La severidad de la enfermedad se evaluó por dos escalas, una de 1 a 9 desarrollada por el CIAT y basada en el tamaño de las lesiones (CIAT, 1987) y otra basada en el porcentaje de área foliar afectada (James, 1971). En el invernadero se usó el método de agujas múltiples a una concentración de 10^7 cfu/ml. La severidad se evaluó por una escala basada en el porcentaje de área inoculada afectada (Aggour y Coyne, 1989). La h^2 de la reacción a *Xcp* se calculó por el método de componentes de varianza. La varianza aditiva (σ_A^2) fue estimada de la varianza entre las líneas (σ_L^2) presumiendo que la varianza dominante y epistática eran mínimas. Los estimados de h^2 corregidos considerando la generación de autofecundación (Hallauer y Miranda, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las poblaciones DOR 364 x XAN 176 y DOR 364 x WBB-20-1 se observaron diferencias significativas entre las líneas en las generaciones F3, F4 y F5, utilizando ambas escalas de evaluación (Cuadro 1). Existió un rango amplio de reacciones, y se observó algunas líneas con buena resistencia a *Xcp*. Los progenitores XAN 176 y WBB-20-1 mostraron más resistencia a *Xcp* que DOR 364. En ambas poblaciones se observó que en la generación F5 la presión de la enfermedad fue mayor; esto podría deberse al método de inoculación utilizado, ya que el uso de las agujas múltiples permitió un contacto directo de las bacterias con el tejido interno de la hoja, porque causa heridas y reduce la posibilidad de un escape de infección. Esto concuerda con lo reportado por Zapata et al (1985, quienes mencionan la eficacia de dicho método en ambientes controlados.

En la población DOR 364 x XAN 176 y de acuerdo con la escala 1-9, se determinó que la severidad de la enfermedad varió entre los experimentos o generaciones (Cuadro 2). Dicho resultado se debe mayormente a las evaluaciones del invernadero (F5), en donde la presión fue mayor que en el campo. La significancia de la interacción entre experimentos y genotipos indica que el comportamiento de los genotipos varió en cada experimento (generación). La mayoría de las líneas resistentes mantuvieron su resistencia en las tres generaciones.

- 1 Trabajo conducido con el apoyo del Programa del Título XII Bean/Cowpea CRSP (IP 008), y el Departamento de Agronomía, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Universidad de Puerto Rico.
- 2 Graduado del Programa de Maestría (M.Sc.) y Profesores Asociados, Departamento de Agronomía, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.
- 3 Profesor Asociado, Departamento de Protección Vegetal, RUM, Puerto Rico.

Cuadro 1. Valores promedios de la reacción a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en las generaciones F₃, F₄ y F₅ de dos poblaciones y los progenitores de acuerdo a dos escalas de evaluación. Mayagüez, Puerto Rico, 1992.

Genotipos	Escala 1-9			% área afectada	
	F ₃ ²	F ₄	F ₅	F ₃	F ₄
DOR 364 x XAN 176 (Grupo I)^Y					
9177-212-35	1.0	2.3	3.0	0.0	2.7
212-15	1.3	1.7	3.0	0.3	0.7
212-17	1.3	1.7	2.3	0.3	1.3
DOR 364	5.7	5.3	9.0	26.7	20.0
XAN 176	2.3	1.7	2.0	1.0	1.0
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
DOR 364 x XAN 176 (Grupo II)					
9177-213-40	1.7	3.0	2.5	0.7	7.7
213-27	2.0	2.7	1.5	6.7	7.0
213-24	2.3	2.7	2.3	7.0	7.7
DOR 364	4.7	5.3	8.5	20.0	18.3
XAN 176	1.7	1.0	1.5	1.3	0.0
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
DOR 364 x XAN 176 (Grupo III)					
9177-214-20	1.3	2.0	2.5	0.3	2.7
214-17	1.7	1.7	1.8	0.7	1.3
214-28	2.0	2.0	1.3	1.3	2.3
DOR 364	5.3	5.0	8.3	30.0	20.0
XAN 176	2.7	1.7	2.5	8.3	2.7
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
DOR 364 x WBB-20-1					
9177-208-20	1.3	1.3	2.5	0.3	1.7
208-17	2.3	2.7	2.5	3.3	2.3
208-28	3.0	2.0	1.8	13.7	1.7
DOR 364	6.7	5.3	9.0	43.3	21.7
WBB-20-1	2.0	1.0	1.8	1.0	0.0
Anova (0.05)	*	*	*	*	*

² Las generaciones F₃ y F₄ fueron evaluadas en el campo y la F₅ en el invernadero. ^Y Población DOR 364 x XAN 176 fue dividida en tres grupos (I, II y III).

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basada en la escala de 1 a 9, de las tres generaciones (F₃, F₄ y F₅), de los grupos I, II y III de la población DOR 364 x XAN 176.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		I	II	III
Experimento (E)	2	42.50*	50.84*	28.10*
Rep./ E	6	1.43	2.76	3.60
Genotipos (G)	41	16.08	17.60	21.86
Entre Progenitores	1	98.00*	102.72*	72.00*
Entre Líneas	39	14.01*	15.82*	21.09*
E x G	82	4.14*	7.27*	4.12*
Error	246	1.57	1.87	1.38

La severidad de la enfermedad medida como porcentaje de área foliar afectada, varió entre los experimentos solamente en el grupo I de la población DOR 364 x XAN 176;

además, para este grupo hubo una interacción significativa de experimentos por genotipos (Cuadro 3). Las líneas resistentes mantuvieron un bajo porcentaje de área foliar afectada en ambas generaciones evaluadas.

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basada en el porcentaje de área afectada, de las dos generaciones (F₃ y F₄), de los grupos I, II y III de la población DOR 364 x XAN 176.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		I	II	III
Experimento (E)	1	280.78*	250.00ns	1.59ns
Rep./ E	4	10.26	346.73	314.49
Genotipos (G)	41	296.27	264.23	469.69
Entre Progenitores	1	1496.33*	1026.75*	1140.75*
Entre Líneas	39	262.28*	251.22*	460.25*
E x G	41	102.82*	79.55ns	73.41ns
Error	164	38.58	74.25	98.56

Las evaluaciones de la población DOR 364 x WBB-20-1, usando ambas escalas, mostraron que la severidad de la enfermedad varió entre los experimentos (Cuadro 4). Nuevamente, la presión a nivel de invernadero fue mayor que en el campo. En cuanto a la interacción de experimento por genotipo solamente fue significativa de acuerdo con la escala 1-9, indicando que el comportamiento de los genotipos varió en cada generación, pero la mayoría de las líneas resistentes mantuvieron su resistencia en las tres generaciones.

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* de las tres generaciones (F₃, F₄ y F₅), de la población DOR 364 x WBB-20-1, basada en la escala de 1 a 9 y el porcentaje de área afectada.

Fuente de variación	Grados Lib.	Cuadrados Medios	
		Esc. 1-9	% área afect.
Experimento (E)	2	54.72*	10440.02*
Rep./ E	6	3.58	481.15
Genotipos (G)	41	15.40	453.82
Entre Progenitores	1	128.00*	3072.00*
Entre Líneas (L)	39	12.90*	398.07*
E x G	82	5.91*	190.72ns
Error	246	2.34	162.41

En la población DOR 364 x XAN 176 los valores de h² basado en la escala de 1-9 fueron altos desde la generación F₃ (Cuadro 5). Estos valores de h² de acuerdo al porcentaje de área afectada variaron entre grupos, siendo alta para el grupo I e intermedia para los grupos II y III (Cuadro 6). Resultados similares han sido mencionados por Beebe (1989) en estudios de heredabilidad utilizando otras poblaciones. En la población DOR 364 x WBB-20-1 los

valores de h^2 de acuerdo a ambas escalas de evaluación fueron bajos en la F3 y más altos en la F4 y F5 (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Valores de heredabilidad de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basados en la escala de 1 a 9.

Población	Generación	Heredabilidad
DOR 364 x XAN 176 ^z	F ₃	0.60 (0.13) ^y
	F ₄	0.78 (0.13)
	F ₅	0.79 (0.13)
DOR 364 x WBB-20-1	F ₃	0.30 (0.22)
	F ₄	0.63 (0.22)
	F ₅	0.78 (0.22)

^z En la población DOR 364 x XAN 176 se presenta un solo valor de h^2 por cada generación, ya que mediante una prueba de X^2 se estableció que las varianzas de los tres grupos que forman dicha población eran homogéneas (X^2 = no significativo).
^y Error estándar.

Cuadro 6. Valores de heredabilidad de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli*, basado en el porcentaje de área afectada.

Población	Grupo	Gener.	Heredabilidad
DOR 364 x XAN 176	I	F ₃	0.73 (0.22) ^y
		F ₄	0.70 (0.22)
	II	F ₃	0.44 (0.22)
		F ₄	0.39 (0.22)
	III	F ₃	0.44 (0.22)
		F ₄	0.62 (0.22)
DOR 364 x WBB-20-1	I	F ₃	0.29 (0.22)
		F ₄	0.57 (0.22)

^z X^2 fue significativo indicando que las varianzas no eran homogéneas por lo que se presentan valores separados por generación en cada grupo de la población DOR 364 x XAN 176. ^y Error estándar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados, se concluyó que en la población DOR 364 x XAN 176 se puede seleccionar en generaciones tempranas, como es la F3, pero la población DOR 364 x WBB-201 se debe esperar hasta la generación

F4. De ambas poblaciones evaluadas se seleccionaron 14 líneas con altos niveles de resistencia y de color de granos esperados. La línea 9177-212-20 de color de grano rojo de la población DOR 364 x XAN 176, y las líneas de color blanco 9177-208-28 y la 9177-208-29 de la población DOR 364 x WBB-20-1 son sobresalientes.

La selección en generaciones tempranas depende de los progenitores involucrados. En general, es recomendable esperar hasta la generación F4. Las evaluaciones en la generación F3 podría requerir un mayor número de repeticiones para aumentar la precisión.

REFERENCIAS

1. AGGOUR, A.R.; D.P. COYNE. 1989. Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reactions in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(5):828-833.
2. Beebe, S. 1989. La genética cuantitativa en *Phaseolus vulgaris*: el ejemplo de la resistencia a *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*. En: Beebe, S. (ed.). Temas actuales en mejoramiento genético del frijol común. Documento de trabajo No. 47. Programa de Frijol, CIAT. Cali, Colombia. pp 222-239.
3. CIAT. 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. Schoonhoven, A.V. and M. A. Pastor-Corrales (eds.). Cali, Colombia. 54 p.
4. Hallauer, A.R.; J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 468 p.
5. James, C. 1971. A manual of assessment keys for plant diseases. Canadá Department of Agriculture Publication No. 1458.
6. Zapata, M.; G.F. Freytag; R.E. Wilkinson. 1985. Evaluation for bacterial blight resistance in beans. Phytopathology 75(9):1032-1039.