

# RESISTENCIA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) MEJORADO POR METODOS CUANTITATIVOS CONTRA *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*

RESISTANCE OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) IMPROVED THROUGH QUANTITATIVE METHODS AGAINST *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*

Arce-Espino, C.<sup>1</sup>; Ley de Coss, A.<sup>1\*</sup>; Aguirre-Medina, J.F.<sup>1</sup>; Posada-Cruz, S.<sup>1</sup>; Solano-Vidal, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas, Entronque carretera Costera y Estación Huehuetán S/N, Huehuetán, Chiapas, México. C. P. 36670. <sup>2</sup>Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

\*Autor para correspondencia: [aleyccoss@gmail.com](mailto:aleyccoss@gmail.com)

## RESUMEN

Se desarrolló un programa de mejoramiento genético para resistencia horizontal global en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con énfasis en tizón común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), para la región Mixteca en Oaxaca, México. Se realizaron experimentos de laboratorio y campo en las estaciones de verano y otoño del 2002, para evaluar el nivel de resistencia acumulado en los genotipos de ciclos de mejoramiento 3, 4, 5, 6 y 7, comparándolos con los niveles de resistencia de los padres originales, y variedades regionales y comerciales. Mediante la aplicación de severa presión de inóculo de la bacteria, se evidenció el mayor avance genético contra *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, en los genotipos de los ciclos más avanzados, considerando el rendimiento, incidencia y daños reducidos de la bacteria, tanto en experimentos de laboratorio como de campo.

**Palabras clave:** Resistencia genética.

## ABSTRACT

A genetic improvement program was developed for global horizontal resistance in bean (*Phaseolus vulgaris* L.), with an emphasis on common blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), for the Mixtec region in Oaxaca, México. Laboratory and field experiments were performed in the summer and autumn seasons of 2002, to evaluate the level of resistance accumulated in the genotypes of improvement cycles 3, 4, 5, 6 and 7, comparing them with the levels of resistance of the original parents, and regional and commercial varieties. Through the application of severe pressure from the bacteria inoculum, the greatest genetic advancement against *X. axonopodis* pv. *phaseoli* was made evident, in the genotypes of the most advanced cycles, considering the yield, incidence and reduced damage of the bacteria, both in laboratory and field experiments.

**Keywords:** genetic resistance.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 10, octubre. 2016. pp: 38-44.

**Recibido:** mayo, 2014. **Aceptado:** agosto, 2016.

## INTRODUCCIÓN

**México** es uno de los centros de origen y domesticación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y en consecuencia se ha desarrollado amplia variabilidad genética y de sus parásitos (García *et al.*, 1999). En el germoplasma mexicano de *Phaseolus* spp, agregan Navarrete y Acosta (2000) que existe resistencia al tizón común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) en genotipos silvestres y cultivados, y en algunos de éstos sugiere la existencia de resistencia horizontal y en otros resistencia de tipo vertical, con lo cual confirma la variabilidad patogénica de esta bacteria. El empleo de técnicas de fitomejoramiento en población en frijol ha demostrado ser eficiente en la acumulación de altos niveles de resistencia a enfermedades como el Tizón común y el Virus del Mosaico Común (VMC) (García *et al.*, 2003). El tizón común es un problema especialmente importante en las regiones tropicales y subtropicales productoras de frijol (Cruz Izquierdo *et al.*, 2004). En el mejoramiento genético por resistencia horizontal se debe inactivar la acción de la resistencia vertical durante el proceso de selección, para evitar que se seleccione por ausencia de parasitismo. Esto se puede lograr mediante la técnica del patotipo designado, que conlleva la selección de un número determinado de patodemos, que formaran la población de padres potenciales en el proceso de mejoramiento; los materiales no acoplados son descartados y cualquier resistencia que permanezca será resistencia horizontal (Robinson, 1987). Alvarado (1993) cita incremento ligero en los niveles de resistencia en algunas progenies del segundo ciclo de mejoramiento; en cambio Madariaga (1998) consigna acumulación de resistencia a la bacteria del tizón común por parte de los padres en el cuarto ciclo de cruza. Cruz (2001) evaluó en campo 70 genotipos de frijol del ciclo tres y cuatro de selección para tizón común, y encontró que el grupo de progenitores más avanzado presentó los niveles más bajos de daño por el tizón común. Demostró la factibilidad de la acumulación de genes que confieren resistencia para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, mediante selección recurrente. Con estos antecedentes, se comparó el nivel de resistencia horizontal contra algunas enfermedades del frijol, con énfasis en la bacteriosis del tizón común *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, en los materiales avanzados de los ciclos tres, cuatro, cinco, seis y siete de mejoramiento en comparación con variedades comerciales y regionales. Para tal fin se planteó realizar una serie de experimentos en laboratorio y en campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Ecología de enfermedades perteneciente al área de Fitosanidad, del Instituto de Fitosanidad, en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México y en los terrenos del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Se evaluaron 72 genotipos recolectados en la mixteca oaxaqueña (Valenzuela, 1988) y se hicieron muestreos para obtener aislamientos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (tizón común) y virus del mosaico común del frijol (BCMV). Los aislamientos fueron seleccionados por su acoplamiento con la mayoría de los genotipos y en forma simultánea, se designaron los patotipos V-972, M-52 y X-118 y los patodemos 4, 20, 31, 48, 52, 54 y 55. Los patodemos son todos susceptibles a todos los patotipos, por lo que la resistencia vertical ha sido inactivada y es necesario ahora acumular poligenes de resistencia horizontal. Se incluyeron seis variedades locales susceptibles a los patotipos designados. Los padres fueron cruzados entre ellos por cruza dialélicas y cada generación de selección masal fue sometida a selección tardía (después de tres generaciones de autopolinización) siempre en condiciones de campo y aplicando presión de selección bajo el criterio de mayor rendimiento. Los aislamientos de la bacteria y del virus, se conservaron en laboratorio para ser usados como inóculo artificial. Se utilizaron bacterias liofilizadas que se reactivaron en una mezcla de extracto de levadura y agua destilada durante cuatro horas y sembradas en cajas petri con extracto de levadura-dextrosa (YDC). Una vez obtenido el inóculo se transfirió a 10 matraces de medio líquido (extracto de levadura y glucosa) y colocado en la incubadora a 25 °C por tres días. Posteriormente se centrifugó para eliminar el medio de cultivo y la bacteria se resuspendió en agua destilada estéril. La concentración final se calibró a  $10^8$  células  $\text{mL}^{-1}$  mediante comparación con concentraciones conocidas. En el primer experimento la bacteria se inoculó en folíolos desprendidos de 28 días de edad provenientes de los 15 genotipos (Cuadro 1).

Los folíolos desprendidos se mantuvieron en tubos de ensayo de 25 ml con agua corriente. Se utilizaron diez folíolos por cada variedad y el grupo de tubos con sus respectivos folíolos se mantuvieron en cámara húmeda (mediante la instalación de un humidificador). Bajo esas condiciones de alta humedad, se asperjó *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* sobre los folíolos. Las condiciones de alta humedad se mantuvieron por cinco días o

**Cuadro 1.** Genotipos comparados en su resistencia a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* inoculada a folíolos desprendidos mantenidos en agua en tubos de ensaye y en cámara húmeda.

Padres originales	Variedades regionales	Variedades comerciales	Genotipos avanzados	
Po – 20	Negro Tezonteapa	Pinto villa	P4C 2	P6C 7
Po – 32	Nativitas	Negro perla	P5C 1	P7C 10
Po – 48			P5C 4	P7C 11
			P5C 7	P7C 15

más. Por cada variedad se utilizaron 10 tubos, de los cuales, ocho fueron asperjados con el inoculo de la bacteria y dos como testigos. Este experimento se repitió dos veces en el tiempo. La segunda vez se realizó 12 días después del primero cuando las plantas estaban en la etapa V3. Se determinó a los cuatro días después de la inoculación, el grado de resistencia en escala visual de 1 a 10, considerando como referencia que 1 es hoja sana, 5 hoja clorótica y 10 hoja necrosada con todos los rangos intermedios. Para el segundo experimento la evaluación se realizó a los ocho días después de la inoculación. En campo, la siembra se realizó al inicio de la época de lluvias en parcelas de 5 m de largo por 0.64 m de ancho, con distancia entre calles de medio metro, depositando manualmente 110 semillas a una densidad de 55 plantas por surco y distancia de 90 cm entre plantas. En laboratorio se obtuvo el inoculo de la bacteria del tizón común y en condiciones

de nublado se hicieron las inoculaciones con bomba de mochila manual. El control de maleza fue con tres deshierbes manuales. En total 48 tratamientos (un genotipo por cada tratamiento) distribuidos en un diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones (Cuadro 2).

Se determinó porcentaje de daño por la bacteria del tizón común y por el virus del mosaico común; para el primero, se utilizó una escala con valores de 0 a 5 e interpretados en porcentaje de daño; en donde 0 equivale a 0% de área foliar dañada, 1 correspondió a 12.5%, 2 al 25%, 3 al 50%, 4 a un 75% y 5 a 100%, sólo se hizo una evaluación 15 días después de iniciada la floración, además del rendimiento por genotipo. El porcentaje de daño por el virus se interpretó considerando síntoma 1 (moderado) y síntoma 2 (severo). Los datos fueron analizados con el procedimiento PROC ANOVA, posteriormente se aplicó una comparación de medias Tukey con un

$\alpha \leq 0.05$  con el programa SAS versión 8.0 (1988) y graficaron con el programa Sigma plot ver. 10.0 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

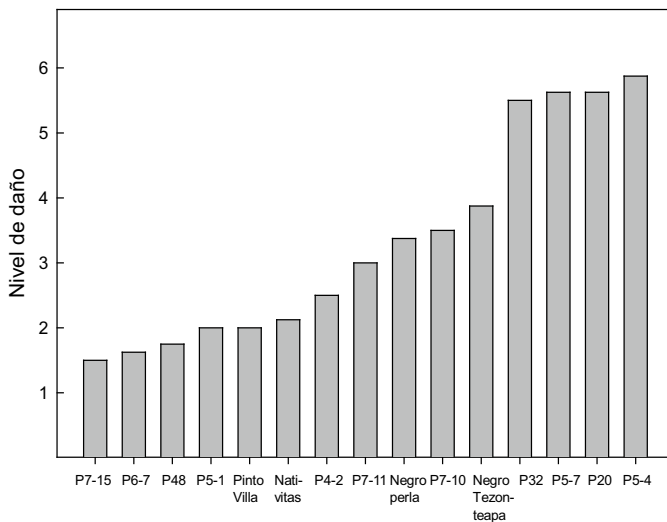
En laboratorio se observó diferente severidad del daño por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* entre genotipos (Figura 1).

Con valor inferior a dos, en la escala empleada, se encontraron los genotipos P 5-1, P 6-7, P 7-15, Po 48 y Pinto Villa. Los valores más altos de daño (superiores a cuatro) se observaron en los genotipos P 5-4, P 5-7, Po 20 y Po 32 y con valores de severidad intermedios P 4-2, P 7-10, P 7-11 y las variedades regionales Negro de Tezonteapa, Nativitas y Negro Perla. De tres progenitores originales incluidos, dos mostraron los niveles de daño más altos y sólo el progenitor original 48 mostró resistencia, aunque el daño observado fue menor para uno de los progenitores del séptimo ciclo, el P 7-15. En el segundo experimento se observaron diferencias entre genotipos con base en los valores dados por la escala utilizada, los niveles de resistencia más altos (daños inferiores a la escala de 3) se presentaron en los genotipos P 7-15, Po 48 y en la variedad comercial Pinto Villa. Niveles intermedios de resistencia (escala de 3 a 5) se

**Cuadro 2.** Genotipos establecidos en campo para la evaluación del avance genético por resistencia horizontal a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*.

Padres originales	Variedades Regionales	Variedades Comerciales	Genotipos Avanzados				
Po – 04	Negro Tezonteapa	Bayo	PC3–01	PC4–01	PC5–01	PC6–01	PC7–03
Po – 20			PC3–02	PC4–02	PC5–02	PC6–02	PC7–09
Po – 31	Amarillo regional	Jamapa	PC3–03	PC4–03	PC5–03	PC6–03	PC7–10
Po – 48			PC3–04	PC4–04	PC5–04	PC6–04	PC7–11
Po – 52	Negro Noventeño	Pinto villa	PC3–05	PC4–05	PC5–05	PC6–05	PC7–12
Po – 54			PC3–06	PC4–06	PC5–06	PC6–06	PC7–15
Po – 55			PC3–07	PC4–07	PC5–07	PC6–07	PC7–21





**Figura 1.** Nivel de daño observado en los genotipos evaluados con base en la escala 1 a 10 en respuesta a la inoculación con *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* bajo condiciones de cámara húmeda sobre foliolos desprendidos, a los 4 días de la inoculación.

observaron para los genotipos de los ciclos avanzados P 4-2, P 5-1, P 6-7, P 7-11, variedad regional Nativitas y variedad comercial Negro Perla. Los genotipos más susceptibles (con niveles de daño superiores a 5) fueron los progenitores originales Po 20 y Po 32 y de ciclos avanzados P 5-4, P 5-7 y P 7-10, así como la variedad Negro de Tezonteapa. Los experimentos desarrollados en laboratorio permitieron evidenciar más rápido la acumulación de resistencia horizontal en algunos de los genotipos avanzados del proyecto, y a su vez confirmar, que al realizar un programa de mejoramiento genético por resistencia horizontal, se logran acumular niveles de resistencia altos aunque se parta de padres originales susceptibles. Los resultados del análisis de varianza sobre los datos de rendimiento indicaron que existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados, considerando un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (Cuadro 3).

Las comparaciones de medias (Tukey  $p \leq 0.05$ ) evidenció que los mejores genotipos, con promedio superiores a 1100 g por parcela, fueron los de los ciclos avanzados de mejoramiento (tres genotipos del séptimo, cuatro genotipos del sexto, tres genotipos del quinto, un genotipo del cuarto y dos del tercero) (Cuadro 3). En contraste, los genotipos que obtuvieron rendimientos promedio inferiores a 700 g (significativamente distintos a los anteriores) se encuentran cinco padres originales, las tres variedades comerciales, las tres variedades regionales y dos genotipos del tercer y cuarto ciclo de mejoramiento.

**Cuadro 3.** Pruebas Tukey para el rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L. de acuerdo a tratamiento. Se incluyen sólo los 13 genotipos de mayor y menor rendimiento.

Genotipo	Media	Probabilidad ( $\alpha=0.05$ )
PC7-03	1487.5	a
PC6-01	1425.0	ab
PC5-07	1325.0	abc
PC5-01	1275.0	abc
PC6-06	1245.0	abc
PC6-02	1236.3	abc
PC7-15	1222.5	abcd
PC4-03	1218.0	abcd
PC5-02	1200.0	abcde
PC6-04	1200.0	abcde
PC7-09	1175.0	abcdef
PC3-03	1175.0	abcdef
PC3-05	1145.0	abcdefg
Existen diferencias significativas entre estos dos grupos		
Po 54	702.8	ghijklmno
Po 52	675.0	hijklmno
PC3-07	671.8	ijklmno
Po 31	633.3	jklmno
PC4-02	630.8	jklmno
AMARILLO REGIONAL	488.8	klmno
Po 4	475.0	klmno
PINTO VILLA	468.8	lmno
NEGRO NOVENTEÑO	438.8	mno
BAYO	356.8	no
NEGRO TEZONTEAPA	355.0	no
JAMAPA	325.3	no
Po 55	292.8	o

a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

El avance genético de los genotipos se establece mediante la comparación del rendimiento de los padres con los genotipos de ciclos avanzados. En este caso, cinco genotipos de los padres originales fueron incluidos entre los 13 genotipos de menor rendimiento, y uno de ellos, el Po 55, mostró el más bajo rendimiento. En contraste los 13 genotipos de más alto rendimiento fueron los de ciclos avanzados de mejoramiento y en uno de ellos, el rendimiento más alto correspondió a uno de los genotipos del séptimo ciclo. El rendimiento por grupo de genotipos mostró que los rendimientos más altos correspondieran a ciclos más avanzados (quinto, sexto y séptimo ciclo de mejoramiento). Por el contrario, los padres originales, las variedades

comerciales y las variedades regionales registraron los más bajos rendimientos (Figura 2).

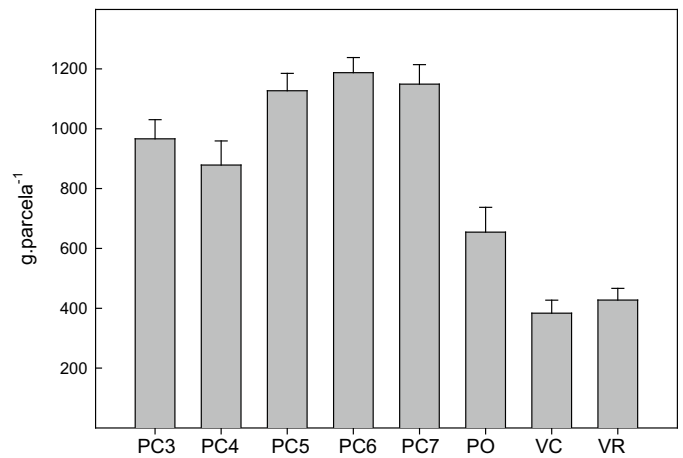
El porcentaje de daño causado por el tizón común en los genotipos evaluados, es un parámetro epidemiológico que manifiesta la resistencia acumulada de los genotipos durante varios ciclos de mejoramiento contra el patógeno (Figura 3).

Los padres originales y variedades regionales presentaron en su población los porcentajes más altos del tizón común, comparados con los progenitores de los ciclos avanzados (PC3, PC6, PC4 Y PC7) a diferencia de las variedades comerciales en donde no existió daño por la bacteria. Lo anterior es probable que se deba a la posible selección de las mismas con la característica de resistencia a esta bacteria. Los padres originales son genotipos altamente susceptibles al tizón común, presentan el mayor porcentaje de daño (24.5%) comparado con el grupo del séptimo ciclo de mejoramiento que presenta el más bajo porcentaje (0.5%). Lo anterior el avance alcanzado de resistencia horizontal a la bacteriosis del tizón común. El grado de asociación entre el porcentaje de daño por bacteriosis y el rendimiento obtenido de los genotipos (Figura 4), mostró que a medida que aumenta el daño por la bacteria el rendimiento disminuye. Los datos de campo permiten sugerir que del total de genotipos avanzados (tercer, cuarto, quinto, sexto y séptimo ciclo), un 78% de los genotipos fueron los de rendimiento más alto, precisamente por su baja incidencia de tizón común.

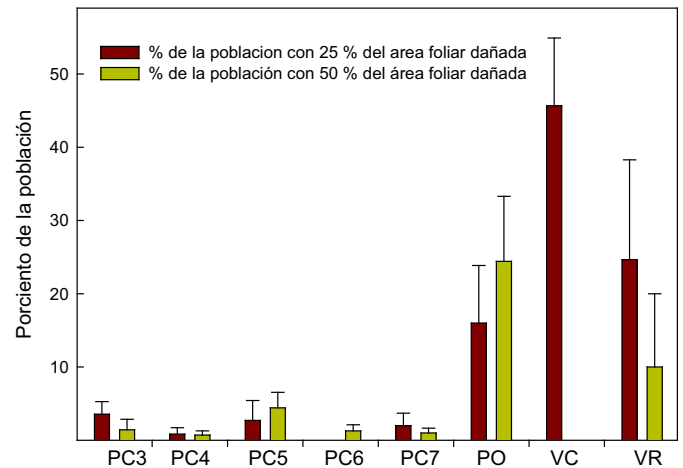
Las variedades regionales, las variedades comerciales y padres originales, presentaron en su población los porcentajes más altos de daño, comparados con los de los ciclos avanzados (PC5, PC6 Y PC7) donde no existió daño por el virus. El porcentaje de daño causado por el virus mosaico común del frijol en los genotipos evaluados (Figura 5), manifestó como los genotipos han acumulado, durante varios ciclos de mejoramiento, altos niveles de resistencia contra éste patógeno.

Para el caso de la incidencia del Virus del Mosaico Común, su relación con el rendimiento (Figura 6), indicó que existe una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de daño por el virus y el rendimiento.

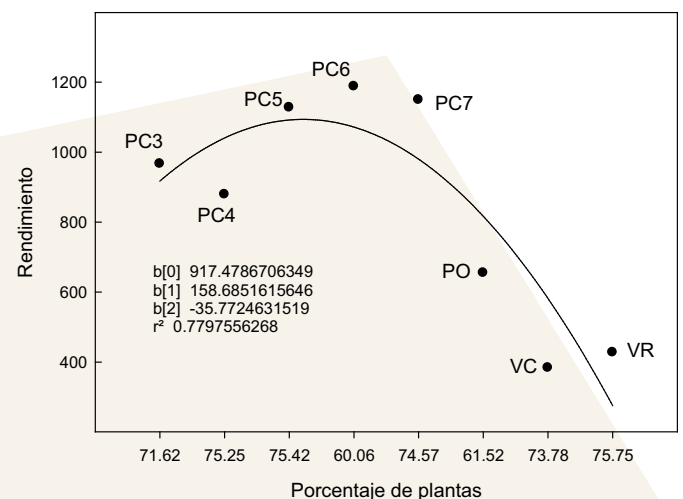
Con base en estos resultados, el porcentaje de daño por virus contribuye de manera significativa en el rendimiento. A medida que aumenta el porcentaje de



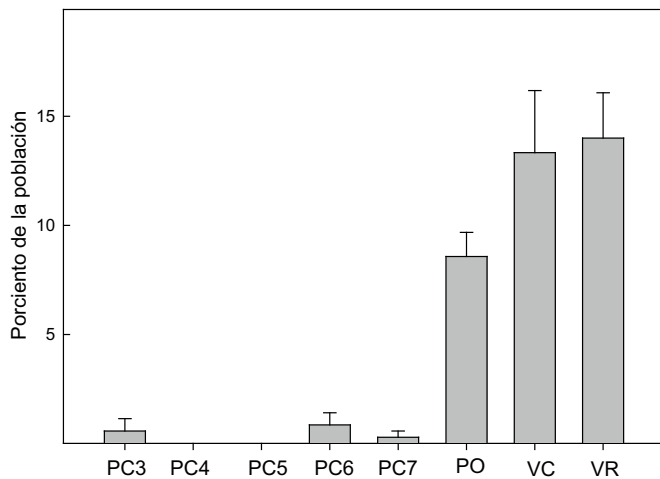
**Figura 2.** Rendimiento obtenido por grupo de genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. Valores promedio de cuatro repeticiones  $\pm$  error estándar.



**Figura 3.** Porcentaje de la población con 25 y 50 % o más de área foliar dañada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* en promedio por grupo de genotipos de *Phaseolus vulgaris*.

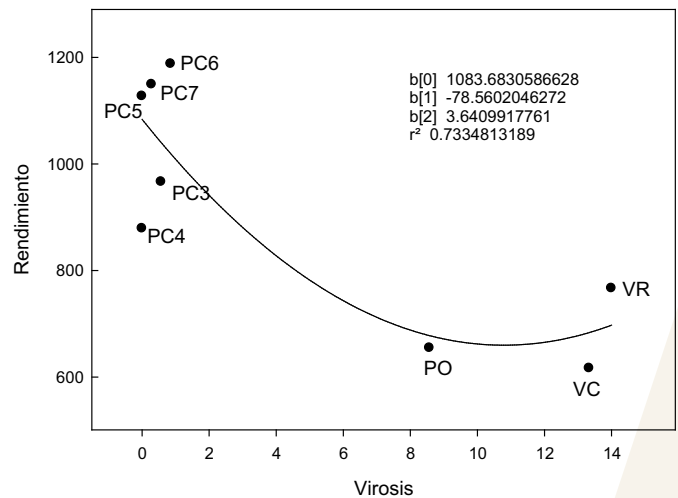


**Figura 4.** Grado de asociación entre el daño por la bacteria y el rendimiento en genotipos de frijol, tanto de ciclos avanzados de mejoramiento como progenitores originales, variedades comerciales y variedades regionales.



**Figura 5.** Porcentaje de la población dañada con el síntoma severo del virus mosaico común del frijol en promedio por grupo de genotipos de frijol

daño por el virus el rendimiento disminuye. Los datos de campo permiten observar que del total de genotipos de ciclos avanzados, 52%, fueron los de rendimiento más alto, precisamente por su baja incidencia de tizón común. El comportamiento que tuvo el rendimiento entre genotipos fue variable y se afectó por el porcentaje de daño, tanto por tizón común como por el virus del mosaico común del frijol y en respuesta al nivel de resistencia horizontal presente en los genotipos de los ciclos avanzados de mejoramiento (tercer, cuarto, quinto, sexto y séptimo) comparado con las variedades regionales y comerciales. El significativo incremento en rendimiento por parte de numerosos genotipos de los ciclos avanzados del programa de mejoramiento por resistencia horizontal (Cuadro 3), encuentra explicación en la menor incidencia y daños de la bacteriosis del tizón común (Figura 4) observada para los genotipos de ciclos avanzados, especialmente en comparación con algunos de los progenitores originales. Muchos de los genotipos individuales que alcanzaron los rendimientos más altos, lo lograron gracias a la menor incidencia y daños del tizón común (Figura 5). Las variedades regionales, las variedades comerciales y los padres originales claramente mostraron el mayor grado de daño en comparación con los grupos de genotipos avanzados (Figura 6). Esto sugiere, que la selección contra virosis ha sido más efectiva y que los daños de la virosis bajo condiciones de campo son más severos, por lo que el éxito del programa de mejoramiento, logra un nuevo balance productivo en las variedades mejoradas que permite rendimientos superiores, en algunos casos, de hasta 500% respecto al progenitor de menor rendimiento. Esta recuperación en productividad podría restablecer el balance productivo



**Figura 6.** Grado de asociación entre el daño por virosis y el rendimiento en genotipos de frijol, tanto de ciclos avanzados de mejoramiento como progenitores originales, variedades comerciales y variedades regionales.

de las variedades regionales de la región Mixteca, en virtud de que los materiales mejorados son idénticos a los genotipos regionales, tan apreciados por los agricultores de estas regiones por cualidades culinarias, excepto que los nuevos genotipos, han recuperado su resistencia al menos a dos de los patosistemas regionalmente más devastadores.

Los resultados del presente trabajo corroboran lo reportado por García *et al.* (2003) quienes indican que es posible observar la acumulación de resistencia horizontal al mostrar correlación negativa entre el alto rendimiento de los genotipos avanzados y su baja incidencia de síntomas. La efectividad de la selección para resistencia a tizón común puede ser debida a que el proceso de selección aplicado haya favorecido la acumulación de genes de resistencia en cada ciclo de recombinación (Cruz-Izquierdo *et al.*, 2004). Y que considerando el rendimiento como el parámetro más holístico empleado en la selección, se han obtenido rendimientos que han superado a los progenitores originales, los cuales rinden  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  mientras que los genotipos del ciclo más avanzado rinden en promedio más de  $1400 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sus resultados evidencian la acumulación de resistencia horizontal, y sugieren que es factible obtener alta producción y alta calidad en cultivares con suficiente resistencia durable a todos los parásitos localmente importantes y eliminar la necesidad de proteger a los cultivos con agroquímicos. Sugieren además que la resistencia puede ser tratada como un carácter cuantitativo y que el mejoramiento por resistencia puede realizarse contra

todos los patógenos localmente importantes y que es factible acumular altos niveles de resistencia cuantitativa en un tiempo relativamente corto.

## CONCLUSIONES

**El avance** genético por resistencia a tizón común a través de siete ciclos de selección masal recurrente, ha alcanzado niveles altos en los genotipos seleccionados, puesto que tuvieron valores más altos de rendimiento y menor incidencia de daño. El grupo de genotipos de los ciclos de mejoramiento más avanzados presentó los niveles más bajos de daño de tizón común tanto en laboratorio como en campo. Así mismo, los genotipos de los ciclos de mejoramiento más avanzados mostraron la menor incidencia del virus del mosaico común del frijol en el experimento de campo. El rendimiento es un carácter que se encuentra asociado a características epidemiológicas del tizón común y del virus mosaico común del frijol, por lo que la búsqueda de resistencia debe estar asociada a la selección de genotipos con respuesta de altos rendimientos en presencia de estos patógenos.

## LITERATURA CITADA

- Alvarado M.S. 1995. Resistencia horizontal a tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye) y virus mosaico común en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestro en Ciencias. Programa de Fitopatología. Colegio de postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- CIAT. 1991. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. A van Schoonven, M A, Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56 p.
- Cruz I.S. 2001. Respuesta a la selección para resistencia horizontal al tizón común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) en frijol. Tesis de Maestro en Ciencias. Programa de fitopatología. Colegio de postgraduados, Montecillo, México. 154 p.
- Cruz Izquierdo S., Ramírez Vallejo P., García Espinosa R., Castillo González F., Sandoval Islas J.S. 2004. Selección para resistencia a tizón común en frijol. Rev. Fitotec. Mex. 27 (2): 141 – 147.
- García E.R., Robinson R.A., Aguilar P.J.A., Ramírez V.P., Castillo G.F., Romero R.F. 1999. Centros de origen y domesticación, los mejores lugares para el fitomejoramiento por resistencia cuantitativa. In: Tercer Taller de Predusa en resistencia duradera en cultivos altos en la zona Andina. D.L. Danial (ed). Cochabamba, Bolivia. pp 1-10.
- García E. R., Robinson R.A., Aguilar P J.A., Sandoval S. I. R. Guzmán P. 2002. Recurrent selection for quantitative resistance to soil-borne diseases in beans in the Mixteca region, Mexico. Euphytica. 130:241-247
- Madariaga N.A. 1998. Reacción a enfermedades de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mejorados bajo el concepto de resistencia horizontal. Tesis de Maestro en ciencias. Programa de fitopatología. Colegio de postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Navarrete M.R. 1996. Variación patogénica de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye en México y resistencia del frijol al tizón común. Tesis de Doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- Navarrete R., Acosta J.A. 2000. Genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* de Mexico. Agronomía Mesoamericana 11(1): 17-23.
- Robinson R.A. 1996. Return to resistance: Breeding crops to reduce pesticide dependence. AgAcces and International Development Research Centre. Davis California USA and Ottawa, Canada.
- Robinson R.A. 1987. Host Management in Crop pathosystems. MacMillan Publishing Company, New York, USA. 206 pp.
- SAS. 1998. User's guide: statistics version 6 editions. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.
- Valenzuela U.J.G. 1992. Avance metodológico en la búsqueda de resistencia horizontal global al patosistema local del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Mixteca poblana; un análisis crítico. Tesis de Doctorado. Programa de Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. 90 p.

