

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE FRIJOL POR RENDIMIENTO Y RESISTENCIA AL MOSAICO DORADO Y SUELOS ÁCIDOS

BEAN GENOTYPE SELECTION FOR YIELD AND RESISTANCE TO GOLDEN MOSAIC VIRUS AND ACID SOILS

Bernardo Villar Sánchez^{1*}, Ernesto López Salinas² y Jorge Acosta Gallegos³

¹ Programa de Frijol, Campo Experimental Centro de Chiapas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 3.0 Carr. Ocozocautla-Cintalapa, Apdo. Postal No. 1. C.P. 29140. Ocozocautla, Chiapas. Tel. Oper. 01 (555) 089-7524 029-4298. ² Programa de Frijol, Campo Experimental Cotaxtla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 34 Carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal No. 429. C.P. 91700. Veracruz, Ver. ³ Programa de Frijol, Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal No. 10, C.P. 56230 Chapingo, Edo. de México.

* Autor responsable

RESUMEN

Este estudio se hizo para seleccionar genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de alto potencial de rendimiento y resistencia a mosaico dorado y a suelos ácidos, a partir de un ensayo uniforme de 16 genotipos en 15 localidades de prueba de la región conocida como Depresión Central del estado de Chiapas durante los años 1997 a 2000. Se evaluó el rendimiento y la estabilidad del rendimiento complementado con un tamizado para resistencia a mosaico dorado y para suelos ácidos. Los resultados indicaron diferencias altamente significativas para localidades, genotipos y para su interacción. Se identificó a los genotipos DOR 445 y DOR 454 con las características buscadas de alto potencial de rendimiento, estabilidad y resistencia a mosaico dorado y suelos ácidos, por lo que fueron considerados genotipos potenciales para ser liberados como nuevas variedades.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., mejoramiento genético, parámetros de estabilidad, suelos ácidos, mosaico dorado, ensayos uniformes.

SUMMARY

In order to select genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for high yield and resistance golden mosaic virus and acid soils, a uniform experiment of 16 genotypes was established in 15 environments of the region known as Central Depression of the state of Chiapas during the period 1997-2000. Yield and stability of yield were evaluated and supplemented with a selection for resistance to golden mosaic virus and acid soils. Significant differences for environments, genotypes and their interaction found. Genotypes DOR 445 and DOR 454 were identified for their high yield and resistance to golden mosaic virus and acid soils, therefore they have potential to be liberated as new commercial varieties.

Index words: *Phaseolus vulgaris* L., plant breeding, stability parameters, acid soils, golden mosaic, uniform essays.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de aumentar la productividad y producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico mexicano es urgente, ya que el rendimiento medio de este cultivo se ha mantenido en alrededor de 500 kg ha⁻¹ (INEGI, 1999), mientras que la demanda aumenta cada año.

La región del Pacífico Sur, formada por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, contribuye con 12 % de la producción nacional de frijol, sobre todo Chiapas, con una superficie cosechada de más de 140 mil hectáreas (8 % del total nacional) que lo ubica como el quinto estado productor en el país, aunque con el menor rendimiento promedio regional, de sólo 463 kg ha⁻¹.

La diferencia entre el rendimiento obtenido con la tecnología del productor y la tecnología mejorada equivale a una brecha tecnológica de más de 800 kg ha⁻¹, y se debe principalmente a la incidencia de enfermedades y a suelos de baja fertilidad. Villar (1993) y Viana y Villar (2001) señalan que un alto porcentaje de productores enfrentan cada año el problema del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV). En otros estudios se establece la importancia del problema de suelos ácidos, principalmente por el alto contenido de aluminio (Buerkert *et al.*, 1990)

Según Villar (1988), la generación y uso de variedades mejoradas de frijol de grano negro de alto potencial de rendimiento y resistentes al BGMV constituyen la alternativa tecnológica de mayor impacto para la solución de estos problemas. La liberación de las variedades Negro INIFAP (Villar y López, 1992) y Negro Tacana (López *et al.*, 1994), han contribuido a incrementar el rendimiento, y actualmente más de 50 % de los productores las utilizan (Viana y Villar, 2001). Para mantener niveles rentables del rendimiento es necesario generar continuamente nuevas variedades de frijol de alto potencial de rendimiento y resistencia múltiple a los principales factores limitantes.

En la generación de variedades mejoradas, el método de mejoramiento por introducción ha sido el más ampliamente usado, pues ha permitido identificar genotipos sobresalientes que posteriormente se han liberado como variedades mejoradas para el trópico (Voysset, 1985; López *et al.*, 1999). El trabajo de mejoramiento a través de redes nacionales y regionales, como la red del PROFRIJOL (Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe) y la Red Nacional para el Trópico, han sido importantes para el mencionado propósito (Viana, 1998; López, *et al.*, 1993; y López *et al.*, 1999).

El objetivo de esta investigación fue evaluar nuevos genotipos de frijol por su potencial de rendimiento y resistencia al BGMV y a suelos ácidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó de 1997 al 2000 en la región conocida como Depresión Central del estado de Chiapas, localizada entre los 15° 40' y 16° 50' LN y 92° 00' y 94° 00' LW, con altitud promedio de 700 msnm (SARH-INIFAP, 1987). Consistió de un ensayo uniforme de rendimiento en 15 localidades contrastantes (Cuadro 1), con 15 líneas experimentales más la variedad comercial Negro INIFAP como testigo regional. El material genético fue introducido a partir de la red regional del PROFRIJOL, en la que el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias contribuye de manera importante en el intercambio de materiales, su formación y evaluación.

El diseño experimental utilizado en todas las localidades de prueba fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones, con unidad experimental de tres surcos de 5 m de longitud, separados a 0.5 m. En todas las localidades se tomaron datos de precipitación durante el ciclo de desarrollo del cultivo de frijol, textura del suelo, fecha de siembra y rendimiento de grano.

Cuadro 1. Localidades de prueba del experimento uniforme de rendimiento en la región de la Depresión Central del estado de Chiapas.

Localidad	Municipio	Ciclo de siembra	Año	Textura	Precip. anual (mm)
1. A.V.Bonfil	Ocozacoautla	H. Residual ⁺	1997	Franca	520
2. Carta Blanca	Villaflores	Temporal ⁺⁺	1998	Franca	980
3. Argentina	Villaflores	Temporal	1998	Arenosa	920
4. Ocozacoautla-1	Ocozacoautla	H. Residual	1998	Arenosa	450
5. Ocozacoautla-2	Ocozacoautla	H. Residual	1998	Arcillosa	450
6. Ocozacoautla 3	Ocozacoautla	Temporal	1999	Arcillosa	807
7. Xochimilco 1	Villaflores	Temporal	1999	Arenosa	750
8. Ocozacoautla 4	Ocozacoautla	H. Residual	1999	Arcillosa	420
9. El Canelar	Jiquipilas	Riego ⁺⁺⁺	1999	Franca	-
10. Xochimilco 2	Villaflores	Temporal	2000	Arenosa	760
11. Xochimilco 3	Villaflores	Temporal	2000	Arenosa	760
12. Ocozacoautla 5	Ocozacoautla	Temporal	2000	Arcillosa	855
13. Chanona1	Villaflores	Temporal	2000	Arenosa	750
14. Chanona2	Villaflores	Temporal	2000	Arenosa	750
15. Ocozacoautla 6	Ocozacoautla	H. Residual	2000	Arcillosa	530

⁺ Humedad residual; en este ciclo la siembra se realiza en el mes de septiembre, ⁺⁺ En este ciclo la siembra de frijol se realiza en el mes de junio, al inicio de la temporada de lluvias; ⁺⁺⁺ En este ciclo la siembra se realiza en el mes de enero.

La comparación de genotipos por su rendimiento se realizó a partir de un análisis de varianza individual y combinado, y por comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Este análisis fue complementado con una evaluación de la estabilidad de los genotipos mediante el análisis de regresión propuesto por Eberhat y Rusell (1966), para después hacer la clasificación de las variedades con base en el coeficiente de regresión y a las desviaciones de regresión (Carballo y Márquez, 1970).

Para la evaluación de genotipos por su reacción al BGMV, durante el ciclo de cultivo se realizaron tres lecturas de la incidencia de la enfermedad en intervalos de ocho días. En cada parcela se contaron las plantas con síntomas de la enfermedad, y las lecturas se expresaron en porcentaje respecto a la población total.

La evaluación de genotipos por su resistencia a suelos ácidos se realizó en las localidades Xochimilco 1 y Chanona 1 en el año 2000, las cuales cuentan con suelos ácidos. Se usó la metodología propuesta por Thung *et al.* (1985), que consiste en aplicar tres tratamientos de estrés al suelo: sin estrés de fósforo y aluminio (2 t ha^{-1} de cal + 60 kg ha^{-1} de P_2O_5); con estrés por fósforo y sin estrés de aluminio (2 t ha^{-1} de cal, sin P_2O_5); con estrés por aluminio y sin estrés por fósforo (sin cal y 60 kg ha^{-1} de P_2O_5). Luego se calcularon los parámetros de eficiencia a la aplicación de enmiendas al suelo α y β , mediante las formulas:

$$\alpha = \frac{R - R_{C1P0}}{P - P_{C1P0}}$$

$$\beta = \frac{R - R_{C0P1}}{Al - Al_{C0P1}}$$

Donde R es el rendimiento de frijol en parcelas sin estrés; R_{CIP0} es el rendimiento de frijol en parcelas con estrés por fósforo; R_{COP1} es el rendimiento de frijol en parcelas con estrés por aluminio; P es la cantidad de fósforo (kg ha^{-1}) en parcelas sin estrés; P_{CIP0} es la cantidad de fósforo (kg ha^{-1}) en parcelas con estrés por fósforo; Al es el porcentaje de saturación de aluminio en parcelas sin estrés; Al_{COP1} es el porcentaje de saturación de aluminio en parcelas con estrés por aluminio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación para rendimiento de grano

El rendimiento promedio de grano a 14 % de humedad para 15 localidades de prueba, se presenta en el Cuadro 2. Entre localidades, el rendimiento varió significativamente ($P \leq 0.01$), desde 539 kg ha^{-1} en Xochimilco 2 hasta 1916 kg ha^{-1} en el Canelar, lo que muestra la amplia variabilidad ambiental existente en el área de estudio (Buerkert *et al.*, 1990). Tal variabilidad se atribuye principalmente a las diferencias en la cantidad de la lluvia ocurrida durante el desarrollo del frijol, la textura del suelo y los tratamientos aplicados (Cuadro 1).

En localidades como Xochimilco 1, Xochimilco 2 y Xochimilco 3, donde se combinan suelos arenosos con lluvias menores de 800 mm, se obtuvieron los menores rendimientos de frijol, mientras en las localidades con mayor cantidad de lluvia como Ocozocoautla 3, Ocozocoautla 5 y Ocozocoautla 6, los rendimientos fueron mayores a 1 000

kg ha^{-1} . El mejor rendimiento se obtuvo en la localidad El Canelar, en el ciclo de riego, donde la cantidad de agua y el tipo de suelo no fueron limitantes. Villar *et al.* (2000) señalan que este tipo de efectos interactivos de factores ambientales sobre el rendimiento del frijol deben ser considerados para definir de manera más precisa las áreas potenciales para frijol en los diferentes ciclos de siembra.

El rendimiento promedio entre genotipos varió significativamente ($P \leq 0.05$) de 897 kg ha^{-1} con la variedad ICTA JU 95-28, a 1331 kg ha^{-1} con la variedad DOR 445. Es conveniente destacar que a pesar de la variabilidad observada entre genotipos, ésta no fue suficiente para detectar nuevas variedades superiores, ya que el rendimiento del testigo resultó estadísticamente igual al grupo de variedades potenciales con mayor rendimiento. En una comparación de genotipos hecha en el estado de Veracruz, López *et al.* (1999) encontraron una variación muy similar entre genotipos, pero los testigos incluidos se clasificaron en el segundo grupo de menor rendimiento, al ser superados en casi 200 kg ha^{-1} por los genotipos más rendidores. En este estudio, los genotipos DOR 445 Y DOR 454 superaron al testigo Negro INIFAP con casi 200 kg ha^{-1} (Cuadro 2), pero esta diferencia no fue significativa.

Los valores de los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966), así como la clasificación de estabilidad de cada genotipo de acuerdo con Carballo y Márquez (1970), se presentan en el Cuadro 3. El genotipo de mayor rendimiento DOR 445 se clasificó como estable ($bi=1$; $S^2di=0$), mientras que DOR 454, que ocupó el segundo lugar en rendimiento, responde mejor en buenos

Cuadro 2. Rendimiento de frijol (kg ha^{-1}) de 16 genotipos registrado durante cuatro años (1997-2000), en 15 localidades del área de estudio.

	Humedad residual					Temporal										Riego	Prom.
	1	4	5	8	15	2	3	6	7	10	11	12	13	14	9		
DOR-445	1200	813	1167	925	755	1150	714	1989	1210	766	613	1128	1030	1730	2108	1331	a ⁽¹⁾
DOR-454	1557	922	1519	1165	931	1639	1014	1899	1615	595	384	1286	892	2234	2694	1301	ab
DOR-667	1089	714	1361	929	550	896	446	1614	1186	563	735	1592	1313	1526	2262	1185	abc
ICTA JU 91-37	1037	773	975	1106	745	1053	641	1599	1281	641	771	898	1058	1764	2158	1173	abc
DOR-685	1349	642	1203	885	595	1052	520	1801	1285	693	758	1420	1101	1774	2336	1153	abcd
N-INIFAP	1169	596	961	1067	692	1172	871	1494	961	678	672	1052	943	1972	2456	1134	abcd
ICTA JU 93-1	1245	696	1038	929	699	1086	517	1790	1030	707	745	965	1039	1590	1545	1073	abcd
DOR-678	1257	629	922	965	577	1026	625	1524	1126	742	500	1660	1017	1632	1869	1071	abcd
ICTA JU 93-7	1331	665	1055	1025	540	710	436	1395	1347	505	401	824	935	1856	2433	1048	bcd
DOR-448	1358	553	854	858	538	923	666	1469	1390	538	399	903	772	1738	1939	1027	cd
ICTA ACHUAPA	1307	704	1601	1025	614	984	782	1057	961	512	384	796	885	1683	1611	981	cd
DOR-500	1225	489	802	865	631	1028	368	1032	958	385	405	1027	815	1836	2386	958	cd
ICTA JU 93-5	1151	698	1312	964	702	1157	301	949	622	297	481	835	856	1863	925	908	d
ICTA JU 95-49	1126	792	707	799	732	1341	151	1106	1052	395	427	865	990	1723	928	905	d
ICTA JU 95-50	1016	692	307	927	589	858	685	927	887	758	674	860	825	1509	2141	903	d
ICTA JU 95-28	1121	661	1021	852	555	1283	317	825	1190	339	267	1174	950	1879	865	897	d
PROMEDIO	1221	690	1050	955	653	1085	566	1404	1131	570	539	1080	964	1769	1916	1066	
C V (%)	30	33	24	16	19	43	31	28	21	24	27	24	21	12	19	33	
ANDEVA ⁽²⁾	**	*	*	*	*	ns	**	*	**	**	**	**	ns	*	***	**	

⁽¹⁾ Promedios seguidos de la misma letra no son diferentes estadísticamente (Tukey, 0.05); ⁽²⁾ ** $\alpha=0.01$, * $\alpha=0.05$, ns = No significativo; C V = Coeficiente de variación; ANDEVA = Análisis de significancias.

ambientes en forma consistente ($bi > 1$; $S^2di=0$); el resto de genotipos, excepto DOR 500, se clasificaron como estables, incluyendo al testigo Negro INIFAP.

Es decir, las líneas DOR 445 y DOR 454 reúnen las características de alto potencial de rendimiento, consistencia y estabilidad para ser consideradas como nuevas variedades para la región.

Cuadro 3. Rendimiento de frijol ($kg\ ha^{-1}$) en promedio de 15 ambientes de prueba y parámetros de estabilidad de 16 genotipos de frijol incluidos en el estudio.

Genotipo	Rendimiento ($kg\ ha^{-1}$)	Coefficiente de regresión (bi)	Desviación de regresión (S^2di)	Clasificación de estabilidad ⁺
DOR-445	1153	1.03	23198	Estable
DOR-454	1356	1.41*	36221	RMBAC
DOR-667	1118	1.07	54871	Estable
ICTA JU 91-37	1100	0.99	18715	Estable
DOR-685	1161	1.19	22827	Estable
N-INIFAP	1117	1.15	29254	Estable
ICTA JU 93-1	1041	0.80	23844	Estable
DOR-678	1071	0.95	31757	Estable
ICTA JU 93-7	1030	1.30*	28599	Estable
DOR-448	993	1.08	18511	Estable
ICTA ACHUAPA	994	0.82	47429	Estable
DOR-500	950	1.26*	25200	RMBAC
ICTA JU 93-5	874	0.69	85085	Estable
ICTA JU 95-49	876	0.69	71410	Estable
ICTA JU 95-50	910	0.83	66224	Estable
ICTA JU 95-28	886	0.74	92678	Estable

⁺RMBAC = Responde mejor en buenos ambientes y es consistente

Evaluación para mosaico dorado

La incidencia de la enfermedad causada por el virus del mosaico dorado del frijol se incrementó rápidamente, pues pasó de 22 a 22% en sólo 16 días (Figura 1). Este comportamiento también fue encontrado por Villar (1993).

En la Figura 2 se muestra la relación entre el rendimiento del frijol y el porcentaje de plantas con síntomas de mosaico dorado en los diferentes genotipos. La división de los ejes X y Y por los valores promedio del rendimiento y porcentaje de incidencia del virus del mosaico dorado, respectivamente, formó cuatro cuadrantes que permitieron clasificar a cuatro grupos de genotipos. En el cuadrante II se ubicaron DOR-678, DOR-685, DOR-667, DOR 445 e ICTA JU 91-37, que fueron los más rendidores y resistentes al BGMV; de estos cinco genotipos, DOR 445 obtuvo el mayor rendimiento y superó al testigo en 12 %. El resto de materiales de este grupo podría recomendarse para programas de mejoramiento genético para resistencia a BGMV.

En el cuadrante I se ubicaron tres genotipos clasificados como rendidores pero con síntomas del BGMV por arriba del valor promedio, incluyendo a DOR 454 y al testigo Negro INIFAP.

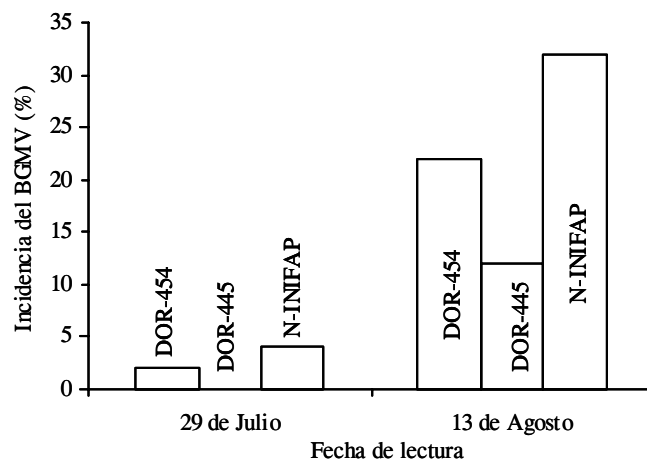


Figura 1. Promedios de incidencia del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) para tres genotipos de frijol en dos fechas diferentes, en el Centro de Chiapas.

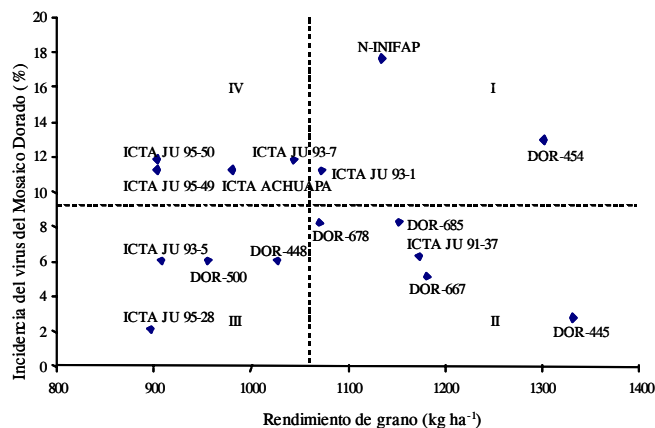


Figura 2. Clasificación de genotipos de frijol por su adaptación y resistencia al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).

Debido a que el BGMV se considera una enfermedad inusualmente devastadora, capaz de infectar a miles de accesiones y cultivares, los fitomejoradores no tratan de formar genotipos inmunes a la enfermedad, sino mas bien genotipos con un nivel adecuado de tolerancia al virus, como el observado en todos los genotipos evaluados en este estudio (CIAT, 1988).

Evaluación para suelos ácidos

Al evaluar los genotipos de frijol en dos localidades con suelos ácidos y con tres tratamientos de estrés al suelo (sin deficiencia de P ni Al, con deficiencia de P y con deficiencia de Al), no se encontró efecto significativo del estrés por fósforo, pero sí del estrés por aluminio (Cuadro 4). Por ello, el tamizado de genotipos sólo se realizó para aluminio.

Cuadro 4. Rendimiento (kg ha^{-1}) y parámetros de eficiencia de 16 genotipos de frijol en suelos ácidos del área de estudio, y sometidos a tres tratamientos de estrés al suelo.

Genotipos	CIP1 ⁺	CIP0 ⁺⁺	COP1 ⁺⁺⁺	α^{\dagger}	β^{\ddagger}
1. ICTA JU 91-37	595	906	617	-4.340	-1.684
2. ICTA JU 95-50	671	912	566	-3.368	8.222
3. ICTA JU 95-49	386	382	465	0.049	-6.226
4. ICTA JU 95-28	238	406	266	-2.348	-2.193
5. DOR-678	813	632	419	2.523	30.854
6. DOR-685	678	827	673	-2.075	0.431
7. DOR 667	660	516	771	2.006	-8.731
8. DOR 454	573	487	409	1.202	12.882
9. ICTA JU 93-1	812	755	613	0.790	15.583
10. ICTA JU 93-7	569	420	371	2.089	15.505
11. ICTA	427	616	302	-2.635	9.828
ACHUAPA					
12. DOR-448	586	518	303	0.957	22.200
13. ICTA JU 93-5	364	276	528	1.223	-12.843
14. DOR-500	409	452	326	-0.594	6.539
15. DOR-445	760	680	629	1.118	10.298
16. N-INIFAP (T)	674	636	716	0.538	-3.289
Promedio ⁽¹⁾	576 a	589 a	498 b	-0.179	6.086

⁺CIP1 = Sin estrés; ⁺⁺ CIP0 = Con estrés por fósforo; ⁺⁺⁺ COP1 = Con estrés por aluminio; ⁽¹⁾ Las medias con la misma letra en la hilera, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

[†] α Parámetro de eficiencia para fósforo; [‡] β Parámetro de eficiencia para aluminio

Los resultados del tamizado de genotipos de frijol en alta saturación de aluminio indican que entre los genotipos de mayor rendimiento en tales condiciones y con respuesta a la aplicación de cal, se clasificaron los genotipos ICTA JU 93-1, ICTA JU 95-50 y DOR 445 por presentar un rendimiento superior a la media sin cal y por su valor de β

mayor al valor promedio (Figura 3, cuadrante I). Según Rao (2000), los genotipos resistentes a suelos ácidos tienen la capacidad de absorber más Ca y Mg y otros micronutrientes que los genotipos susceptibles, por lo cual producen más follaje y rinden más.

En el cuadrante II (Figura 3) se ubicaron los genotipos de alto rendimiento en condiciones de estrés por aluminio (valor mayor al rendimiento promedio) pero sin respuesta a la cal (valor de β menor al promedio); entre ellos destaca el testigo Negro INIFAP, cuya resistencia a suelos ácidos ha sido mencionada anteriormente. Dado que estos materiales rinden bien en suelos ácidos, pueden recomendarse a productores de bajos recursos e incluirse en programas de mejoramiento como fuentes de resistencia a suelos ácidos.

La línea DOR 454 se clasificó en el cuadrante IV (Figura 3), que agrupa a los genotipos de bajo rendimiento en suelos ácidos y con respuesta a la aplicación de cal. Esto confirma su clasificación antes mencionada por rendimiento como genotipo con buena respuesta en buenos ambientes y consistente, ya que cuando se elimina el estrés por aluminio estos genotipos responden bien. Esta característica de respuesta a la aplicación de cal al suelo permite recomendarla para productores comerciales que disponen de capital para eliminar el estrés de suelos ácidos mediante la aplicación de cal al suelo.

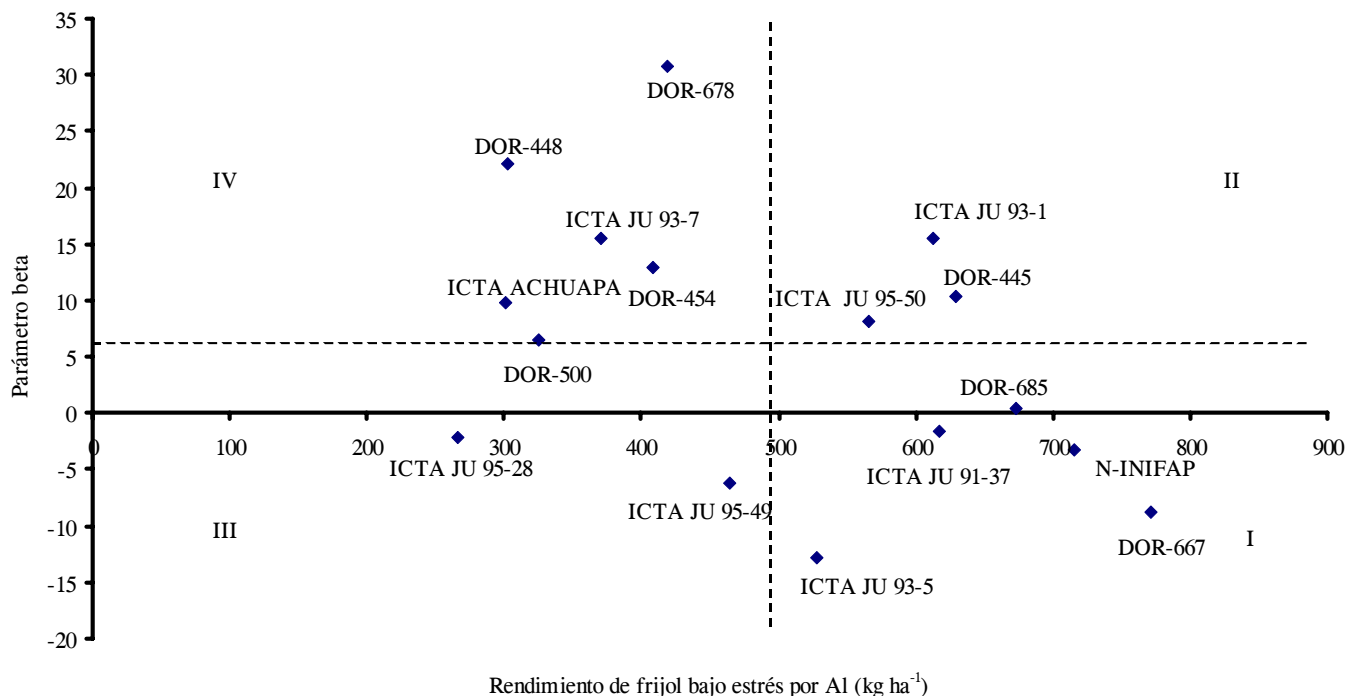


Figura 3. Tamizado de genotipos de frijol para alta saturación de aluminio en suelos ácidos.

CONCLUSIONES

La variación del rendimiento entre genotipos fue altamente significativa. Ocho genotipos corresponden al grupo de mayor rendimiento que incluye al testigo Negro INIFAP. Los genotipos DOR 445 y DOR 454 estadísticamente igual que el testigo.

A la línea DOR 445 se le clasificó como estable, mientras que la línea DOR 454 como con buena respuesta en buenos ambientes y consistente. Por esta razón se consideraron como potenciales para liberarse como nuevas variedades. Ambas líneas experimentales mostraron resistencia al BGMV

A la línea DOR 445 se le clasificó como rendidora en suelos ácidos y con respuesta a la aplicación de cal, mientras que DOR 454 fue menos rendidora en suelos ácidos pero con buena respuesta a la aplicación de cal. Ambas se pueden recomendar para suelos ácidos, la primera sin aplicación de cal y la segunda con aplicación de cal.

BIBLIOGRAFÍA

- Buerkert A C, K Cassman G, R de la Piedra C, D Munns N (1990) Soil acidity and liming effects on stand, nodulation, and yield of common bean. *Agron. J.* 82:749-754.
- Carballo C A, F Márquez S (1970) Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146.
- CIAT (1988) Informe anual 1987. Programa de Frijol. Documento de Trabajo No. 47. Cali, Colombia. 383 p.
- Eberhart S A, W A Russell (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- INEGI (1999) Anuario Estadístico del Estado de Chiapas. 494 p.
- López S E, J Acosta G, O Cano R, G Frayre V, J Cumpian G, N Becerra L, B Villar S, F Ugalde (1999) Estabilidad de rendimiento de la línea de frijol negro DOR-500 en el trópico húmedo de México. *Agronomía Mesoamericana* 10:69-74.
- López S E, O Cano R, J Acosta G, N Becerra L, F Cruz Ch, A Ortega D, J Vinay B (1994) Negro Tacana, nueva variedad de frijol para el trópico húmedo de México. SAGAR-INIAP-CIRGOC-CECOT. Folleto técnico No 10. 18 p.
- López S E, N Becerra L, J Acosta G, B Villar S (1993) Variedades de frijol tolerantes al virus del mosaico dorado para el trópico de México. *Agric. Téc. Méx.* 19:99-109.
- Rao I (2000) Estudio fisiológico de la tolerancia a baja fertilidad. *In*. Informe Técnico Anual. POA. Cali, Colombia. pp: 5-23.
- SARH-INIFAP (1987) Guía para la Asistencia Técnica Agrícola del Área de Influencia del Campo Experimental Centro de Chiapas. CI-FAP-CECECH. Ocozacoautla, Chiapas. 120 p.
- Thung M, J Ortega, O Eraso (1985) Tamizado para identificar frijoles adaptados a suelos ácidos. *In*: Frijol: Investigación y Producción. M López, F Fernández, A V Schoonhoven (eds). CIAT, Cali, Colombia. pp: 313-346.
- Viana R A (1998) Flujo de Germoplasma e Impacto del PROFRIJOL en Centroamérica. PROFRIJOL, Guatemala, Guatemala, C.A. 48 p.
- Viana R A, B Villar S (2001) Adopción de variedades mejoradas de frijol en la región de la Fraylesca, Chiapas, México. Folleto técnico No. 1. CECECH-CIRPS-INIFAP. 25 p.
- Villar S B (1988) Estabilidad del rendimiento y reacción a enfermedades de variedades de frijol en el Centro de Chiapas. *Rev. Fitotec. Mex.* 11:74-80.
- Villar S B, E López S (1992) Negro INIFAP. Nueva variedad de frijol para Chiapas y regiones tropicales similares. Folleto técnico No. 4. CECECH-SARH-INIFAP. Ocozacoautla, Chiapas. 12 p.
- Villar S B (1993) El mosaico dorado del frijol. Algunas medidas de control en la depresión central de Chiapas. CECECH-CIRPS-INIFAP. Folleto técnico No. 5 Ocozacoautla, Chis. 12 p.
- Villar S B, E Garrido R, A López L, F Cruz Ch (2000) Manual para la producción de frijol en el estado de Chiapas. Publicación especial. CECECH-CIRPS-INIFAP. Ocozacoautla, Chis. 164 p.
- Voysest O (1985) Mejoramiento de frijol por introducción y selección. *In*: Frijol: Investigación y Producción. M López, F Fernández, A Schoonhoven (eds). CIAT, Cali, Colombia. pp: 89-107.