

IDENTIFICACION DE GENOTIPOS DE FRIJOL CON ADAPTACION A SUELOS DE BAJA FERTILIDAD

Jorge A. Acosta G. ¹, Efraín Acosta D. ¹, Simón Alvarado M. ¹

RESUMEN

Identificación de genotipos de frijol con adaptación a suelos de baja fertilidad. Con el objetivo de identificar genotipos de frijol con adaptación a suelos pobres en fósforo, se establecieron dos experimentos con 36 materiales de diversos orígenes, en Chapingo, Méx. (19°20'N, 2240 msnm y 640 mm de precipitación anual). Los genotipos se evaluaron en dos dosis de fertilización fosfatada, 15 y 80 unidades de P₂O₅/ha en 1994 y 0 y 80 en 1995. En 1994 no hubo diferencias entre dosis de fertilización para rendimiento. Los genotipos Bayo Zacatecas II, A 800, Pinto Villa y G 5141 mostraron los más altos rendimientos con la dosis baja de fósforo. En 1995 se encontraron diferencias significativas (P<0.01) entre dosis de fertilización, genotipos y su interacción para la acumulación de materia seca en la etapa R6, rendimiento de grano, índice de cosecha y peso del grano (P<0.01). Se observó una relación positiva (r=0.58**) entre los días a floración y la acumulación de materia seca. Lo anterior sugiere la necesidad de agrupar genotipos de similar precocidad y hábito de crecimiento para su comparación. En la dosis baja de fósforo, los genotipos Pinto Villa, Manzano y G 3585 obtuvieron los más altos rendimientos y también los más altos índices de eficiencia. Los resultados señalan la existencia de amplia variación entre genotipos de frijol en producción de materia seca y grano en suelos con moderada disponibilidad de fósforo.

ABSTRACT

Identification of common bean genotypes adapted to low fertility soils. With the aim of identifying bean genotypes adapted to soils with low P availability, two trials were established with 36 genotypes at Chapingo, Mex. (19° 20' N, 2240 m.a.s.l. and 640 annual precipitation). Bean genotypes were grown under two levels of P fertilization, 15 and 80 units of P₂O₅/ha in 1994, and 0 and 80 unit of P₂O₅/ha in 1995. In 1994 there was not difference between P dosis. Genotypes Bayo Zacatecas II, A 800, Pinto Villa an G 5141 showed highest yields under low P. In 1995 there were signigicative differences (P<0.01) among P dosis, genotypes and their interaction for biomass at R6, seed yield, harwest index and seed mass at maturity. A positive relation ship was observed between day to flowering and biomass accumulation (r= 0.58**). This strongly suggests the grouping of genotypes or the basis of phenology and growth habit for comparison. Genotypes Pinto Villa, Manzano and G 3585 showed highest yields under low P. Results indicated the availability of wide genetic variation in common bean for dry matter and seed yield in soils with low P content.



¹ Investigadores Programa de Frijol. Campo Experimental "Valle de México". Apdo. Postal #10. Chapingo, Méx. CP. 56230 Méxic

INTRODUCCION

En regiones donde la agricultura es de subsistencia, la utilización de pocos insumos, como fertilizantes e insecticidas, es una estrategia efectiva en áreas donde existen deficiencias de nutrimentos minerales, plagas y enfermedades que limitan la producción de los cultivos. La utilización de variación intraespecífica para tolerancia a exceso o deficiencia de minerales podría permitir el desarrollo de variedades con adaptación a suelos deficientes en éstos (Gerloff y Gabelman, 1988). En frijol, se ha identificado variación intraespecífica para adaptación a suelos de bajo contenido de fósforo y nitrógeno (Beebe *et al.*, 1994; Singh *et al.*, 1995). También es conocido que la tolerancia a suelos con bajo contenido de fósforo es de herencia cuantitativa (Fawole *et al.*, 1982).

La selección de plantas tolerantes a deficiencias minerales está en función del nutrimento y condiciones específicas del suelo a superar. Cada nutrimento mineral tiene su química y su fisiología única, por lo que los mecanismos de "eficiencia" son diferentes para cada nutrimento. Sin embargo, existen procesos comunes a todos los nutrimentos como son: obtención a partir del medio ambiente, movimiento a través de las raíces y xilema, translocación y distribución dentro de las partes de la planta, y utilización en el metabolismo y crecimiento (Clark y Duncan, 1991). Graham (1984), definió agrónomicamente el término "eficiencia nutricional" como la capacidad de un genotipo para producir alto rendimiento en un suelo limitante en el elemento mineral de interés en comparación con un genotipo estándar. Para el caso de frijol común, Singh *et al.* (1995) propusieron la selección simultánea por tolerancia a varios nutrimentos minerales e identificaron genotipos tolerantes en uno o ambos nutrimentos, nitrógeno y fósforo, muchos de estos originados en el altiplano Mexicano.

En el altiplano de México existen áreas productoras de frijol con suelos deficientes en nutrimentos, principalmente nitrógeno y fósforo, y en materia orgánica (CIAT, 1987). Estos suelos por lo general son andosoles que tienen un contenido de moderado a alto de fósforo, pero debido al contenido de arcillas minerales amorfas, el nutrimento no está disponible. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo la evaluación de un grupo de 36 genotipos de frijol de diferentes orígenes bajo dos dosis de fertilizante fosfatado. La mayoría de los genotipos introducidos fueron previamente identificados como tolerantes a suelos deficientes en fósforo (Beebe *et al.*, 1994, Singh, 1995).

MATERIALES Y METODOS

Se establecieron dos experimentos, uno en 1994 con 36 genotipos de frijol de diferentes orígenes y otro en 1995, en este último año algunos genotipos fueron sustituidos por otros reportados en la literatura como tolerantes a suelos deficientes en fósforo (Singh, *et al.*, 1995) (Cuadro 1). En ambos años la siembra se realizó el 22 de Junio, bajo condiciones de temporal en Chapingo, Méx. (19°20'N, 98°53'O, 2240 msnm y 640 mm de precipitación anual). Antes del establecimiento de los experimentos se realizó un análisis químico de la capa arable del suelo del sitio experimental y se encontró que este fue pobre en contenido de nitrógeno y regular en fósforo (18 ppm, Bray II).

En 1994 los genotipos se distribuyeron en un diseño de latice simple duplicado y se fertilizaron con la dosis 50-15-0 de N-P-K/ha en dos repeticiones y en otras dos con la dosis 50-80-0. En 1995 los genotipos se distribuyeron en un latice triple duplicado y se fertilizaron tres repeticiones con la dosis 50-0-0 de N-P-K/ha y tres con 50-80-0. En los dos experimentos, la parcela experimental

Cuadro 1. Identificación, origen y características agronómicas de 36 genotipos de frijol. CEVAMEX, México.

Genotipo	Origen	Genotipo	Origen
G 1323 ³	México	G 8259 ³	Colombia
G 3585 ³	México	G 17717 ³	Perú
G 4482 ¹	Honduras	G 7434 ¹	Colombia
G 4637 ¹	Colombia	G 12539 ¹	Perú
G 5141 ³	México	G 14016 ¹	Colombia
G 6113 ¹	México	G 16140 ¹	Perú
G 1825 ¹	Cuba	G 19428 ³	Perú
BAT 1467 ³	CIAT	G 19839 ¹	Perú
Río Tibagi ³	Brasil	G 19857 ¹	Perú
Negro INIFAP ³	INIFAP	Pinto Villa ³	INIFAP
G 2340 ¹	México	A 800 ¹	CIAT
G 2351 ¹	México	Bayo Zac. ³	INIFAP
G 3513 ³	México	Bayo Zac. II ³	INIFAP
G 3593 ¹	México	Negro Perla ³	INIFAP
G 4639 ¹	Colombia	Sequía 12 ³	CIAT
G 4691 ¹	Colombia	Sequía 23 ³	CIAT
G 4698 ³	Colombia	PV RR-2 ¹	INIFAP
G 5150 ³	México	Bayo Mecentral ¹	INIFAP
Pastilla T. ²	México	A 774 ²	CIAT
Bayo Dgo. ²	INIFAP	Amarillo 153 ²	INIFAP
Negro Qro. ²	México	Amarillo 169 ²	INIFAP
Bayo Blanco ²	México	Puebla 152 ²	México
Garb. Serdan ²	México	Garb. Supremo ²	INIFAP
Manzano ²	INIFAP	Bayo 400 ²	INIFAP
Carioca ²	Brasil	Hidalgo 67 ²	México
Tlaxcala 475 ²	México	Amarillo de C. ²	México
C. Small White ²	USA		

¹ = Incluidos en 1994; ² = Incluidos en 1995 y ³ = Incluidos en 1994 y 1995.

consistió en un surco de 5 m de longitud y 0.6 m de separación entre ellos. Durante la conducción del experimento, se dieron las labores culturales recomendadas para el cultivo en la región y se llevó un registro diario de las características climáticas en una estación localizada a 200 m del sitio experimental.

Las características determinadas en todas las parcelas fueron: días al 50% de la floración, días a la madurez fisiológica, reacción a enfermedades y rendimiento de grano y peso de 100 granos. También se cuantificó el número de plantas y la producción de paja por parcela. En el experimento de 1995 a los

25 días después de la floración de cada genotipo, se cosecharon las plantas de un metro lineal de surco para determinar la producción de materia seca de la parte aérea. Además, en ambos años para cada genotipo se calcularon índices de cosecha y de eficiencia relativa del rendimiento, considerando ambas condiciones de fertilización (Graham, 1984). Este último índice se calculó con la siguiente expresión:

$$I_i = (\text{Rend. genotipo } i \text{ en bajo P} / \text{Rend. promedio en bajo P}) * (\text{Rend. genotipo } i \text{ en alto P} / \text{Rend. promedio en alto P}).$$

Para cada experimento se realizaron análisis de varianza individuales con el diseño de Bloques Completos al Azar, uno para cada dosis de fertilización, y un análisis factorial 2 X 36 (dosis y genotipos). Se determinó el grado de asociación entre pares de las variables cuantificadas bajo las dos condiciones de fertilización.

RESULTADOS Y DISCUSION

1994.

Los análisis de varianza señalaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre genotipos para todas las características cuantificadas y calculadas, pero no para las dosis de fósforo e interacción dosis X genotipo. Esto último fue debido a que el suelo del sitio experimental sólo fue moderadamente pobre en contenido de fósforo. Sin embargo, el rendimiento obtenido resultó ligeramente superior en el tratamiento con 80 unidades de fósforo/ha y hubo algunos genotipos que obtuvieron rendimientos superiores en la dosis baja de fósforo en comparación con la dosis alta (Cuadro 2). En el futuro, para realizar una evaluación confiable, es necesario disminuir el contenido de este nutrimento en el sitio experimental.

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos obtenidos por los 36 genotipos en ambas dosis de fósforo, así como el porcentaje relativo obtenido en la dosis baja de Fósforo en comparación con la dosis alta y el índice de eficiencia (Graham, 1984).

En la dosis alta de fósforo los genotipos Bayo Zacatecas y Negro Perla, entre otros, mostraron los rendimientos superiores, mientras que Bayo Zacatecas II, A 800 y Pinto Villa exhibieron un rendimiento superior en el tratamiento de bajo fósforo. En este ensayo se incluyeron algunos materiales andinos previamente identificados como tolerantes a suelos con bajo Fósforo (Beebe *et al.*, 1994), tales como G 12539, G 19839, y G 19857, los cuales tuvieron problemas de adaptación y en consecuencia un retraso en su fenología y presentaron bajos rendimientos e índices de cosecha en ambas dosis de fósforo. Sin embargo, debido a la distancia genética que existe entre el germoplasma Mesoamericano y el Andino (Singh *et al.*, 1991), los mejores de éstos últimos genotipos pueden ser de utilidad para ampliar la base genética del germoplasma del altiplano de México, por lo que deben utilizarse en cruzamientos con materiales adaptados locales.

En general, el índice de cosecha resultó menor en las dosis baja de fósforo. Al parecer, tal y como fue previamente señalado por Wortmann (1994) la adaptación local de los materiales interfirió con la evaluación a los problemas de fertilidad del suelo, y es por ello, que materiales de bajo rendimiento en ambas condiciones de fertilidad resultan con los mejores porcentajes al comparar el rendimiento en la dosis baja de fósforo con el de la dosis alta. En el caso del índice de eficiencia empleado, este es confiable para la evaluación y selección de genotipos ya que toma en consideración el rendimiento obtenido bajo ambas condiciones de fertilidad. Los genotipos a seleccionar son los que

Cuadro 2. Características fenológicas, rendimiento, porcentaje relativo e índice de eficiencia de 36 genotipos de frijol. CEVAMEX, Méx., 1994.

Genotipo	Días a		Rend. (gm ⁻²)			Rend.(%)	li ^{1/}	Índice cosecha
	flor.	Mad.	+P	-P	Prom.	-P/+P		
G 1323	60	112	235	170	202	72	1,03	45,2
G 3585	57	113	257	217	237	84	1,45	46,1
G 4482	57	118	187	140	164	75	0,68	38,5
G 4637	61	121	87	152	120	174	0,34	34,0
G 5141	61	114	232	292	262	126	1,76	48,8
G 6113	63	112	162	145	154	89	0,61	41,2
G 18257	62	113	177	157	167	89	0,72	42,3
BAT 1467	60	114	237	262	250	110	1,61	47,4
Rio Tibagi	61	115	232	207	220	89	1,25	48,4
Negro INIFAP	61	115	272	197	235	72	1,39	51,4
G 2340	65	116	192	112	152	58	0,56	36,5
G 2351	65	114	157	125	141	79	0,51	45,6
G 3513	62	114	210	175	192	83	0,95	42,3
G 3593	63	115	227	135	181	59	0,79	37,0
G 4639	71	121	180	105	142	58	0,49	42,7
G 4691	71	125	137	97	117	71	0,35	31,3
G 4698	71	118	247	172	210	70	1,10	43,3
G 5150	69	118	200	142	171	71	0,74	43,9
G 8259	63	119	205	145	175	71	0,77	46,5
G 17717	65	127	185	167	176	90	0,80	40,5
G 7434	70	127	165	122	144	74	0,52	42,8
G 12539	78	135	142	145	144	102	0,53	34,7
G 14016	72	130	97	107	102	110	0,27	35,1
G 16140	72	128	103	85	94	82	0,23	38,6
G 19428	69	123	195	232	214	119	1,18	38,8
G 19839	73	130	80	90	85	112	0,19	30,9
G 19857	73	130	135	110	122	81	0,38	33,4
Pinto Villa	51	106	284	310	297	109	2,28	63,5
A 800	53	112	270	340	305	126	2,38	58,7
Bayo Zac.	51	112	345	272	309	79	2,43	55,3
Bayo Zac. II	53	112	290	347	319	120	2,61	59,8
Negro Perla	51	103	315	245	280	77	2,00	56,5
Saquía 12	54	110	267	277	272	104	1,92	58,2
Sequía 23	54	113	257	270	264	105	1,80	61,7
PV RR-2	54	115	190	255	222	134	1,25	49,7
Bayo Mec.	54	105	250	215	232	86	1,39	57,5
Promedio	63	117	206	187	197	92	1,36	45,0
DMS 0,05	5,1	6,0	107	90	99	-	-	-

^{1/} Ver texto

obtengan los valores más altos con este índice, ya que en términos prácticos lo que más les importa los agricultores es el rendimiento.

Bajo ambas dosis de fertilización fosfatada, el rendimiento e índice de cosecha mostraron asociaciones negativas significativas con la fenología del cultivo, floración ($r = -0,62^{**}$ y $-0,60^{**}$, respectivamente) y madurez ($r = -0,68^{**}$ y $-0,63^{**}$, respectivamente). Esta respuesta puede deberse a la inclusión de materiales introducidos no adaptados, los cuales se caracterizaron por producir abundante biomasa, la que no fue redistribuida hacia las estructuras reproductivas. El rendimiento de grano sólo mostró una asociación positiva significativa con el índice de cosecha ($r = 0,80^{**}$). Los días a la floración y madurez fisiológica como era de esperarse, mostraron un alto grado de asociación positiva entre ellos ($r = 0,75^{**}$).

1995.

Los análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre genotipos y en la interacción dosis por genotipo para la acumulación de materia seca en la etapa R6. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$) para los efectos de dosis, genotipos y para la interacción para el rendimiento de grano, índice de cosecha y peso de 100 granos.

Los genotipos G 3585 y Amarillo de Calpan fueron de los materiales que mostraron la mayor producción de materia seca en la dosis de 0 fósforo y estuvieron entre los primeros en la dosis alta y por ello exhibieron los más altos valores del índice de eficiencia (Cuadro 3). Se registró una relación positiva entre la producción de materia seca y los días a la floración ($r = 0,58^{**}$), lo cual sugiere que genotipos tardíos acumulan mayor cantidad de biomasa de la

parte aérea en esa etapa. Para pruebas posteriores sería conveniente agrupar el material experimental de acuerdo a su fenología y hábito de crecimiento.

Con respecto al rendimiento de grano en la dosis baja de fósforo, los genotipos Pinto Villa, Manzano y G 3585 obtuvieron los más altos rendimientos y también los más altos índices de eficiencia, lo que indica que también estuvieron entre los de máximo rendimiento en la dosis alta de fósforo (Cuadro 4).

Bajo ambas dosis de fósforo, no se detectó relación entre la acumulación de materia seca en la etapa R6 y el rendimiento de grano. Esto se debió a que algunos genotipos introducidos tardíos acumularon bastante materia seca, pero su rendimiento e índice de cosecha fueron reducidos. Por ejemplo, los valores de la asociación negativa entre la floración y la madurez con el rendimiento ($r = -0,59^{**}$ y $-0,34^*$, resp.) e índice de cosecha ($r = -0,72^{**}$ y $-0,76^{**}$, resp.) observadas en el tratamiento sin fósforo fueron altos. Valores similares se observaron en el tratamiento con fósforo.

Durante el desarrollo del cultivo se registraron 421 mm de precipitación, con dos períodos de sequía, uno en la etapa de prefloración y otro durante el llenado de grano. Sin embargo, durante el mes de Agosto se presentaron abundantes precipitaciones las cuales favorecieron la presencia de diversas enfermedades. Los genotipos resultaron resistentes (calificación < 3) o intermedios en su reacción a las enfermedades (Cuadro 3) y no se encontró relación significativa entre la acumulación de materia seca y la severidad de las enfermedades.

De las enfermedades que se presentaron, la roya y la mancha redonda fueron las de mayor severidad y la antracnosis la de menor daño. Entre los genotipos, el de mayor

Cuadro 3. Características fenológicas, producción de materia seca y reacción a enfermedades de 36 genotipos de frijol. Chapingo, Méx., 1995.

Genotipo	Días a		MST ¹ (gm ⁻²)		MST -P/+P (%)	II ²	Reacción a ³				
	flor.	Mad.	+P	-P			R	A	TC	V	C
G 1323	56	109	290	275	95	0,73	4	1	2	1	3
G 3585	61	104	550	418	76	2,11	4	1	3	2	4
G 5141	56	103	413	365	88	1,38	3	1	2	2	3
BAT 1467	59	109	432	352	81	1,39	2	1	2	2	3
Rio Tibagi	55	102	352	352	100	1,13	3	1	3	2	3
Negro INIFAP	60	106	358	293	82	0,96	2	1	3	1	3
G 3513	58	105	275	297	108	0,75	4	1	2	1	2
G 4698	63	112	238	267	112	0,58	1	1	3	2	3
G 5150	62	106	375	347	92	1,19	2	1	3	1	3
G 8259	59	103	253	267	105	0,62	2	1	3	2	4
G 17717	66	107	418	328	78	1,25	3	1	3	2	4
G 19428	69	107	342	343	100	1,07	1	1	2	1	2
Pinto Villa	44	103	268	345	129	0,85	3	1	2	3	3
A 800	44	102	297	200	67	0,54	3	1	3	2	2
Bayo Zac.	46	101	295	260	88	0,70	1	1	2	3	3
Bayo Zac. II	47	111	278	187	67	0,48	2	1	3	3	4
Negro Perla	47	119	467	213	46	0,91	2	1	3	1	3
Sequía 12	45	105	285	195	68	0,51	2	1	2	1	3
Sequía 23	49	99	377	225	60	0,77	3	1	3	2	3
Pastilla T.	59	100	380	322	85	1,16	3	1	3	2	3
A 774	50	107	327	293	90	0,88	2	1	3	2	3
Bayo Dgo.	50	104	305	250	82	0,69	3	2	3	1	4
Amarillo 153	55	104	298	337	113	0,92	3	2	2	1	3
Negro Qro.	55	97	390	372	95	1,33	3	3	3	2	4
Amarillo 169	54	103	405	355	88	1,32	3	2	3	2	4
Bayo Bco. S.	52	109	352	290	82	0,94	3	1	3	2	3
Puebla 152	56	105	482	340	70	1,50	2	1	2	1	4
Garb. Serdan	56	107	405	353	87	1,30	4	2	2	2	3
Garb. Supremo	50	113	378	292	77	1,01	2	2	2	2	3
Manzano	51	113	408	298	73	1,11	4	1	3	2	3
Bayo 400	48	107	377	360	95	1,25	2	1	3	2	3
Carioca	54	104	303	260	86	0,72	1	1	2	2	4
Hidalgo 67	52	105	318	250	79	0,72	4	1	3	2	4
Tlaxcala 475	52	101	577	258	45	1,36	2	1	2	2	3
Amar. Calpan	66	111	477	450	94	1,96	3	1	3	2	3
C. Small White	59	103	292	317	108	0,85	2	1	2	3	3
Promedio	54	106	360	303	86	1,02	3	1	3	2	3
DMS 0,05	-	-	97	104	-	-	-	-	-	-	-

^{1/} MST= Materia seca total de la parte aérea en la etapa R6.^{2/} Ver texto.^{3/} R = Roya, A= antracnosis, TC= tizón común, V= Virosis y C= Cercospora (mancha foliar). Escala 1= sin síntomas visibles, 9= plantas severamente dañadas (Shoonhoven y Pastor-corrales, 1987).

Cuadro 4. Rendimiento, índice de eficiencia e índice de cosecha de 36 genotipos de frijol. Chapingo, Méx., 1995.

Genotipo	Rend.(gm ²)		li ^{1/}	Índice Cosecha (%)		Peso 100 Granos	
	-P	+P		-P	+P	-P	+P
G 1323	77	102	0.47	59	38	18	20
G 3585	209	211	2.61	52	48	25	27
G 5141	125	153	1.13	56	48	16	16
BAT 1467	173	158	1.62	62	51	20	14
Rio Tibagi	123	149	1.09	51	46	14	15
Negro INIFAP	101	93	0.47	49	34	17	17
G 3513	90	131	0.59	46	49	18	18
G 4698	94	87	0.41	46	37	22	18
G 5150	113	112	0.64	43	45	15	16
G 8259	81	66	0.27	39	33	18	18
G 17717	112	82	0.46	36	29	18	19
G 19428	56	58	0.16	26	16	19	20
Pinto Villa	221	248	2.77	70	63	32	33
A 800	143	186	1.34	53	59	27	28
Bayo Zac.	169	229	1.95	57	59	37	41
Bayo Zac. II	142	154	1.10	56	50	42	41
Negro Perla	102	166	0.86	55	52	22	21
Sequía 12	160	232	1.87	56	59	16	17
Sequía 23	157	194	1.52	56	59	22	20
Pastilla T.	78	119	0.47	43	46	40	44
A 774	152	213	1.64	50	52	21	21
Bayo Dgo.	134	154	1.04	59	50	45	49
Amarillo 153	150	177	1.34	45	44	29	31
Negro Qro.	95	168	0.80	45	52	16	18
Amarillo 169	163	148	1.22	47	39	25	27
Bayo Bco. S.	112	155	0.88	53	53	29	33
Puebla 152	122	173	1.07	52	58	26	23
Garb. Serdan	137	167	1.15	40	42	24	26
Garb. Supremo	178	185	1.66	55	53	18	17
Manzano	213	208	2.25	59	60	29	29
Bayo 400	191	180	1.73	58	42	30	34
Carioca	122	187	1.31	49	54	18	17
Hidalgo 67	98	107	0.53	57	45	39	41
Tlaxcala 475	127	183	1.18	48	51	30	32
Amar. de Calpan	37	46	0.08	7	8	30	35
C. Small White	101	107	0.54	42	33	13	13
Promedio	130	152	1.12	49	46	24	25
DMS 0.05	34.7	51.2	—	8.4	12.5	4.1	3.9

^{1/} MST= Materia seca total de la parte aérea en la etapa R6.^{2/} Ver texto.

resistencia a enfermedades fue el material andino G19428.

En conclusión, los resultados anteriores señalan la existencia de variación genética importante entre los materiales de frijol estudiados para el rendimiento de grano y materia seca a niveles moderados de fósforo en el suelo. La identificación de genotipos de diferentes orígenes y acervos genéticos, podría permitir la acumulación de diferentes genes de adaptación a las deficiencias nutrimentales y resistencia a enfermedades.

LITERATURA CITADA

- BEEBE, S.; YAN, X.L.; OCHOA, I.; LYNCH, J. 1994. *Phaseolus vulgaris* germplasm resources to phosphorus deficiency. pp. 358-361 In: W. Roca, J.E. Mayer, M.A. Pastor-Corrales and J. Tohme, Proceedings of the Second International Scientific Meeting "Phaseolus" Bean Advanced Biotechnology Research Network, CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT. 1987. Programa de frijol. Informe anual 1987. Cali, Colombia.
- CLARK, R.B.; DUNCAN, R.R. 1991. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. *Field Crops Res.* 27:219-240.
- FAWOLE, I.; GABELMAN, W.H.; GERLOFF, G.C. 1982a. Genetic control of root development in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under phosphorus stress. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 98-100.
- GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. 1983. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. *Plant and Soil* 72:335-350.
- GRAHAM, R.D. 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Advances in Plant Nutrition* 1:57-102.
- SCHOONHOVEN A. VAN; PASTOR CORRALES, M. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia, p.56
- SINGH, S.P.; TAKEGAMI, J.C.; MUÑOZ, C.G. 1995. Screening common bean for sources of tolerance of low soil fertility. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 38:54-55.
- WORTMANN, C.S. 1994. The Africa network for screening beans for tolerance to edaphic stresses - an overview. In: C.S. Wortmann (ed.). *Bean Improvement for Low Fertility Soils in Africa: Proceedings of a Working Group Meeting, Kampala, Uganda, 23-26 May, 1994. Network on Bean Research in Africa.*