

# ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE LINEAS

## Y CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO ( Phaseolus vulgaris L.)

### EN 124 ENSAYOS INTERNACIONALES

R. Alfaro <sup>1</sup>  
C. Vieira <sup>2</sup>  
O. Voysest <sup>3</sup>

#### INTRODUCCION

El fitomejorador de frijol persigue la selección de materiales genéticos de altos rendimientos. No obstante, la experiencia muestra que los agricultores, aunque no desdeñen las variedades de alto rendimiento, prefieren los cultivares que tengan un comportamiento más consistente a través del tiempo. Por lo tanto, la adaptabilidad y la estabilidad de rendimiento son dos conceptos importantes para un programa de mejoramiento.

La forma de medir y describir la respuesta de un cultivar a los ambientes no es una tarea fácil. La caracterización del ambiente basado en sus componentes, suelo, temperatura, humedad disponible etc, es difícil debido a que cada uno de ellos varía en el tiempo, intensidad y duración y también porque es complicado determinar el efecto individual de cualquiera de esos componentes sobre el comportamiento de los genotipos en estudio. De aquí que los métodos que miden el ambiente total, sin identificar los factores específicos, hayan alcanzado gran popularidad.

#### REVISION DE LITERATURA

FINLAY y WILKINSON (3), empleando la técnica de la regresión lineal, describieron el índice ambiental como el promedio del rendimiento de todos los cultivares, en cada ensayo. Partiendo de esa simple caracterización numérica del ambiente, surgieron nuevas ideas para perfeccionar el sistema. EBERHART y

---

1 Fitomejorador. Departamento de Agronomía. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

2 Fitomejorador. Departamento de Fitotecnia. Universidad Federal de Vicosa, MG, Brasil.

3 Agrónomo Programa de Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

RUSSELL (2), propusieron un modelo estadístico para definir parámetros de estabilidad y describir el comportamiento de las variedades en una amplia serie de ambientes diferentes. Este modelo usa el coeficiente y los desvíos de la regresión para medir la respuesta de los cultivares a los diversos ambientes. La variedad ideal sería aquella que tuviera alta producción, coeficiente de regresión igual a 1 y los menores desvíos de la regresión.

FREEMAN y PERKINS (4) sustentan que aparentemente, la mejor medida del efecto combinado de los factores ambientales es suministrada por los propios genotipos probados, pero sugieren alternativas para estimar el ambiente mediante el uso de uno o más genotipos "patrones" o empleando los progenitores para medir cualquier generación que se derive de ellos.

PLAISTED (8) describió otro método para estimar la estabilidad de genotipos. Sugirió hacer análisis de variancia combinados, omitiendo, en cada uno de ellos, una variedad. La estabilidad del genotipo omitido es proporcional a la magnitud de su contribución al componente de la interacción. Así, el material que contribuye menos es el más estable.

En el cultivo del frijol se han realizado varios trabajos con la finalidad de la estabilidad fenotípica del rendimiento. CANACHO (1) trabajó con dos grupos de líneas homocigotas en Colombia; HOMELER, GONZALEZ y VOYSEST (5) escogieron los datos de los Ensayos Uniformes y Regionales de Frijol del CIAT, en Colombia y Ecuador; LAING (6), en 1978, utilizó los datos del primer IBYAN. En Brasil, TUPINAMBA (10), MONTERO (7) y SANTOS (9) evaluaron el comportamiento de cultivares en diferentes localidades de Minas Gerais. En todos los casos se observó amplia variabilidad en la estabilidad y estabilidad fenotípica de los diversos cultivares.

---

#### MATERIALES Y METODOS

Los datos de rendimiento utilizados en este estudio provienen de 124 experimentos conducidos en 80 localidades de 20 países, durante los años de 1976, 1977, 1978 y 1979. Estos experimentos forman parte de la red internacional de ensayos de rendimiento y adaptación de variedades de frijol común (IBYAN), coordinados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Cali, Colombia. Los datos de rendimiento de los experimentos realizados en Colombia, Ecuador, Brasil y México, fueron proporcionados por los investigadores de los respectivos países.

(CIAT), como parte integrante de la metodología del mejoramiento genético utilizado por este Centro.

El material probado varió año con año, excepto las variedades Jamapa y Porrillo Sintético, que fueron mantenidos durante los cuatro años de investigación. Cada ensayo incluyó también variedades testigo, escogidas por cada cooperador, entre los mejores cultivares locales.

El estudio inicial consistió en hacer análisis de variancia separadamente para cada uno de los 145 experimentos recibidos, eliminándose los que presentaban un coeficiente de variación superior al 33 por ciento. Con los 124 ensayos seleccionados, se verificó la homogeneidad de las variancias de los errores experimentales. Posteriormente se hizo un análisis combinado con los datos de todas las localidades de cada año o ciclo de experimentación.

Los métodos usados para determinar la adaptabilidad y estabilidad de los materiales genéticos probados fueron los propuestos por PLAISTED (8) Y EBERHART y RUSSELL (2), éste último comparando dos alternativas para caracterizar numéricamente el ambiente: por el promedio de todos los cultivares de cada ensayo y por el promedio de las variedades Jamapa y Porrillo Sintético.

### RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1, muestra los rendimientos de los diversos materiales genéticos en relación al cultivar Porrillo Sintético, durante los cuatro ciclos de ensayos. Los resultados indican que, en general, los rendimientos de los diversos materiales poco difieren de los rendimientos de las variedades testigo Jamapa y Porrillo Sintético.

La productividad de Jamapa fue ligeramente superior, en forma consistente, lo que demuestra que, aparentemente, tiene una capacidad más amplia de adaptación que Porrillo Sintético.

En los Cuadros 2, 3, 4 y 5 aparecen las estimativas del componente residual de la interacción variedades por localidades según el método sugerido por PLAISTED. Cuanto mayor fuera la magnitud del componente residual, mayor será su estabilidad.

Seguidamente en los Cuadro 6, 7, 8 y 9 se ofrece el análisis de adaptabilidad y estabilidad de las variedades para cada año de IBYAN, según el método de EBERHART y RUSSELL.

Los valores de  $b_i$  fueron semejantes en dos métodos usados para determinar el ambiente, sin embargo cuando éste se definió por el promedio de todas las variedades, los materiales se diferenciaron más claramente en tres categorías de adaptabilidad aunque la mayoría de ellos presentó adaptabilidad intermedia. Los desvíos de la regresión ( $S_d^2$ ) siguieron un patrón común en los índices ambientes, aunque los valores obtenidos no son diferentes de cero.

CUADRO 1.- RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES PRBADOS CON RELACION AL CULTIVAR "PORRILLO SINTETICO.

Cultivar	Rendimiento	Cultivar	Rendimiento	Cultivar	Rendimiento	Cultivar	Rendimiento
Ano	1976		1977		1978		1979
ICA Pijao	1,04	Linea 29	1,10	ICA 10.103	1,14	BAT 58	1,10
Jamapa	1,03	BAT 2	1,02	BAT 7	1,11	BAT 304	1,08
P.I. 309.804	1,03	Pocho Amarillo	1,02	BAT 15	1,08	BAT 450	1,06
51.051	1,01	51.052	1,01	BAT 14	1,03	BAT 518	1,06
Porrillo Sintético	1,00	Jamapa	1,00	IAC Pijao	1,03	Jamapa	1,06
Venezuela 2	0,98	Porrillo Sintético	1,00	BAT 3	1,03	BAT 64	1,04
Porrillo 1	0,96	Colección 168-N	0,99	Jamapa	1,02	BAT 445	1,02
ICA Tui	0,94	S-182-N	0,97	BAT 10	1,01	ICA Pijao	1,02
Puebla 152	0,93	S.P. Pinula	0,96	Porrillo Sintético	1,00	BAT 448	1,01
S-166-A-N	0,92	BAT 1	0,96	BAT 13	0,99	Porrillo Sintético	1,00
		P.I. 313.868	0,96	BAT 12	0,99	BAT 240	0,99
		P.I. 201.333	0,95	BAT 17	0,99	DOR 15	0,97
		Jalpatagua	0,95	BAT 11	0,99	BAT 140	0,97
		Guatemala 2226	0,94	BAT 8	0,98	BAT 271	0,95
		N. 257 Sel. Rico	0,93	BAT 16	0,98	BAT 179	0,95
		P.I. 310.740	0,93	BAT 18	0,97	BAT 76	0,91
		Puebla 152	0,91	BAT 9	0,97	BAT 261	0,89
		ICA-Huasano	0,91	BAT 6	0,96	G.1753	0,80
		Trijillo 7	0,90	BAT 4	0,94		
		P.I. 310.724	0,89	Negro Argel	0,92		

CUADRO 2.- ESTABILIDAD RELATIVA, PRODUCTIVIDAD PROMEDIO Y ESTIMACION DE LA MAGNITUD DEL COMPONENTE RESIDUAL DE LA INTERACCION GENOTIPOS X AMBIENTES (  $\sigma^2_{VA}$  ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1976 SEGUN EL METODO DE PLAISTED.

N. <sup>o</sup>	Cultivar	Rend. ton/ha	$\hat{\sigma}^2_{VA}$	Estabilidad relativa (*)
1	Porrillo 1	1,732	0,068751	1,07
2	PI 309.804	1,758	0,067395	1,05
3	Venezuela 2	1,671	0,066641	1,03
4	S-166-A-N	1,563	0,065457	1,02
5	ICA-Pijao	1,769	0,064628	1,00
6	Jamapa	1,760	0,064484	1,00
7	ICA Tui	1,605	0,060527	0,94
8	Porrillo Sintético	1,703	0,060247	0,93
9	Puebla 152	1,577	0,058262	0,90
10	51051	1,720	0,055771	0,86

\* Tomando el cultivar "Jamapa" como patrón.

CUADRO 3.- ESTABILIDAD RELATIVA, PRODUCTIVIDAD PROMEDIO Y ESTIMACION DE LA MAGNITUD DEL COMPONENTE RESIDUAL DE LA INTERACCION GENOTIPOS X AMBIENTES ( $\sigma^2_{VA}$ ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1977, SEGUN EL METODO DE PLAISTED.

N. <sup>o</sup>	Cultivar	Rend. ton/ha	$\sigma^2_{VA}$	Estabilidad relativa (*)
1	San Pedro Pinula	1,679	0,053653	1,03
2	BAT 2	1,781	0,053512	1,03
3	N257 Sel. Rico de M.G.	1,620	0,053446	1,03
4	PI 201.333	1,652	0,053343	1,03
5	Pecho Amarillo	1,778	0,053267	1,03
6	Porrillo Sintético	1,743	0,053172	1,02
7	Jalpatagua	1,648	0,052506	1,01
8	PI 310.740	1,548	0,052276	1,01
9	Colección 168N	1,732	0,052263	1,01
10	ICA Huasano	1,580	0,052063	1,00
11	Jamapa	1,750	0,051958	1,00
12	BAT 1-	1,675	0,051889	1,00
13	Línea 29	1,912	0,051884	1,00
14	PI 313.868	1,670	0,051566	0,99
15	Guatemala 2226	1,637	0,049818	0,96
16	PI 310.724	1,548	0,049134	0,95
17	Sl.052	1,764	0,048011	0,92
18	S-182-N	1,690	0,047068	0,91
19	Puebla 152	1,591	0,043841	0,84
20	Trujillo 7	1,563	0,042021	0,81

\* Tomando la variedad "Jamapa" como patrón.

CUADRO 4.- ESTABILIDAD RELATIVA, PRODUCTIVIDAD PROMEDIO Y ESTIMACION DE LA MAGNITUD DEL COMPONENTE RESIDUAL DE LA INTERACCION GENOTIPOS X AMBIENTES (  $\frac{2}{VA}$  ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1978, SEGUN EL METODO DE PLAISTED.

N.º	Cultivar	Rend. ton/ha	$\frac{2}{VA}$	Estabilidad relativa (*)
1	BAT 17	1,531	0,054192	1,06
2	BAT 12	1,536	0,053609	1,04
3	BAT 9	1,608	0,053299	1,04
4	BAT 14	1,703	0,053291	1,04
5	Porrillo Sintético	1,652	0,052837	1,03
6	BAT 18	1,609	0,052447	1,02
7	BAT 16	1,612	0,052351	1,02
8	BAT 11	1,628	0,052276	1,02
9	BAT 8	1,624	0,052206	1,02
10	BAT 7	1,830	0,051910	1,01
11	Jamapa	1,685	0,051328	1,00
12	BAT 10	1,662	0,050907	0,99
13	BAT 4	1,560	0,050562	0,99
14	BAT 13	1,643	0,050161	0,98
15	BAT 6	1,579	0,050004	0,97
16	BAT 15	1,785	0,049778	0,97
17	BAT 3	1,694	0,049624	0,97
18	ICA COL 10103	1,887	0,049309	0,96
19	ICA Pijao	1,669	0,046536	0,91
20	Negro Argel	1,516	0,045634	0,89

\* Tomando el cultivar "Jamapa" como patrón.



CUADRO 5.- ESTABILIDAD RELATIVA, PRODUCTIVIDAD PROMEDIO Y ESTIMACION DE LA MAGNITUD DEL COMPONENTE RESIDUAL DE LA INTERACCION GENOTIPOS X AMBIENTES (  $\frac{2}{VA}$  ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN DE 1979, SEGUN EL METODO DE PLAISTED.

N. <sup>o</sup>	Cultivar	Rend. ton/ha	$\frac{2}{VA}$	Estabilidad relativa (*)
1	BAT 64	1,669	0,073489	1,06
2	BAT 448	1,614	0,073774	1,06
3	DOR 15	1,559	0,073773	1,06
4	Porrillo Sintético	1,604	0,073579	1,06
5	BAT 518	1,696	0,073489	1,06
6	BAT 140	1,554	0,073392	1,05
7	BAT 58	1,762	0,073173	1,05
8	BAT 450	1,703	0,072329	1,04
9	BAT 445	1,631	0,072240	1,04
10	ICA - Pijao	1,630	0,072152	1,04
11	BAT 261	1,420	0,071586	1,03
12	BAT 76	1,459	0,071344	1,03
13	BAT 179	1,519	0,070380	1,01
14	BAT 240	1,589	0,070208	1,01
15	G 1753	1,283	0,069949	1,01
16	Jamapa	1,693	0,069576	1,00
17	BAT 304	1,726	0,066788	0,96
18	BAT 271	1,523	0,057976	0,83

\* Tomando el cultivar "Jamapa" como patrón.

CUADRO 6.- RENDIMIENTO PROMEDIO, COEFICIENTES DE REGRESION (b), DESVIOS DE LA REGRESION ( $S_d^2$ ) Y COEFICIENTES DE DETERMINACION ( $r^2$ ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1976, UTILIZANDO DOS INDICES AMBIENTALES, SEGUN EL METODO DE EBERHART e RUSSELL.

N.º	Cultivar	Rend. ton/ha	IA1			IA2			Ordenamiento de los $S_d^2$	
			$\hat{b}$	$S_d^2$	$r^2$	$\hat{b}$	$S_d^2$	$r^2$		
1	ICA-Pijao	1,769	0,79*	0,0651	0,79	0,79*	0,0881	0,72	4	3
2	Jamapa	1,760	1,02	0,0821	0,83					
3	PI 309.804	1,758	1,10	0,0565	0,89	1,14	0,0704	0,87	2	1
4	SI.051	1,720	1,08	0,1310	0,77	1,00	0,2326	0,60	7	7
5	Porrillo Sintético	1,703	0,77*	0,0718	0,71					
6	Venezuela 2	1,671	1,07	0,0641	0,87	1,03	0,1368	0,73	3	4
7	Porrillo 1	1,632	0,98	0,0454	0,89	0,98	0,0793	0,61	1	2
8	ICA Tui	1,605	1,08	0,0303	0,83	1,05	0,1518	0,72	8	5
9	Puebla 152	1,577	1,17	0,1205	0,82	1,05	0,2679	0,59	6	8
10	S-166-A-N	1,563	0,97	0,0684	0,79	0,88	0,1575	0,64	5	6
Promedios		1,676	1,00	0,1655	0,82	0,99	0,1481	0,71		

\* Coeficientes de regresión estadísticamente diferentes de 1,00.

**CUADRO 7.- RENDIMIENTO PROMEDIO, COEFICIENTE DE REGRESION ( b ), DESVIOS DE LA REGRESION (  $s_d^2$  ) Y COEFICIENTES DE DETERMINACION (  $r^2$  ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1977, UTILIZANDO DOS INDICES AMBIENTALES SEGUN EL METODO DE EBERHART e RUSSELL.**

N.º	Cultivar	Rend. ton/ha	IA <sub>1</sub>			IA <sub>2</sub>			Ordenamiento de los $s_d^2$	
			b	$s_d^2$	$r^2$	b	$s_d^2$	$r^2$		
1	Línea 29	1,912	1,04	0,0704	0,91	0,97	0,1356	0,82	12	15
2	BAT 2	1,781	0,98	0,0337	0,95	0,94	0,0876	0,91	2	5
3	Pecho Amarillo	1,778	1,03	0,0438	0,94	0,98	0,0725	0,90	5	7
4	SI052	1,764	0,95	0,1354	0,81	0,87	0,2049	0,72	15	16
5	Jamapa	1,750	1,13*	0,0470	0,95					
6	Porrillo Sintético	1,743	0,89	0,0545	0,90					
7	Coloc. 168 N	1,732	0,99	0,0582	0,92	0,94	0,0984	0,86	9	10
8	S-182-N	1,600	1,14	0,1475	0,85	1,12	0,1351	0,86	16	14
9	S.P. Pinula	1,679	0,94	0,0648	0,90	0,88	0,1080	0,83	10	11
10	BAT 1	1,675	0,91	0,0508	0,91	0,88	0,0597	0,90	6	6
11	PI 313.868	1,670	0,99	0,0660	0,90	0,95	0,0784	0,89	11	9
12	PI 201.333	1,652	1,00	0,0377	0,94	0,97	0,0444	0,93	3	2
13	Jalpatagua	1,648	0,99	0,0557	0,92	0,97	0,0547	0,92	8	4
14	Guatemala 2226	1,637	0,90	0,0907	0,85	0,84	0,1327	0,78	13	13
15	N 257. Sel. Rico	1,627	1,09*	0,0275	0,97	1,05	0,0393	0,95	1	1
16	PI 310.740	1,617	1,01	0,0552	0,92	0,97	0,0738	0,90	7	8
17	Puebla 152	1,591	1,14	0,2030**	0,80	1,07	0,2626	0,75	17	17
18	ICA-Huasano	1,580	1,01	0,0434	0,94	0,98	0,0524	0,93	4	3
19	Trujillo 7	1,563	0,94	0,2524**	0,69	0,86	0,3282	0,60	18	18
20	PI 310.724	1,548	0,95	0,0999	0,85	0,92	0,1104	0,84	14	12
Promedios		1,682	1,00	0,0819	0,89	0,95	0,1139	0,85		

\* Coeficientes de regresión estadísticamente diferentes de 1,00.

\*\* Desvíos de regresión.

CUADRO 8.- RENDIMIENTO PROMEDIO, COEFICIENTES DE REGRESION (b), DESVIOS DE REGRESION ( $S_d^2$ ) Y COEFICIENTE DE DETERMINACION ( $r^2$ ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1978, UTILIZANDO DOS INDICES AMBIENTALES SEGUN EL METODO DE EBERHART e RUSSELL.

N.º	Cultivar	Rend. ton/ha	IA1			IA2			Ordenamiento de los $S_d^2$	
			$b_1$	$S_d^2$	$r^2$	$b_1$	$S_d^2$	$r^2$		
1	ICA 10103	1,887	0,89	0,1131	0,79	0,82	0,1023	0,75	15	13
2	BAT 7	1,830	1,08	0,0660	0,90	1,02	0,0726	0,87	8	7
3	BAT 15	1,785	1,08	0,1063	0,85	0,96	0,1734	0,76	13	16
4	BAT 14	1,703	1,13*	0,3305	0,95	1,04	0,0719	0,90	18	6
5	ICA Pijao	1,677	1,20*	0,1020	0,87	1,18	0,1853	0,82	16	17
6	BAT 3	1,674	0,96	0,1115	0,82	0,90	0,1228	0,80	14	12
7	Junapa	1,685	1,10	0,0765	0,89					
8	BAT 10	1,662	0,82*	0,0761	0,83	0,81*	0,0443	0,90	9	3
9	Porrillo Sintético	1,652	0,97	0,0425	0,92					
10	BAT 13	1,643	1,12	0,0880	0,88	1,02	0,1044	0,82	11	14
11	BAT 12	1,636	0,91	0,0416	0,91	0,84	0,0556	0,88	3	4
12	BAT 17	1,531	1,01	0,0341	0,94	0,95	0,0416	0,93	2	2
13	BAT 11	1,628	1,05	0,0589	0,91	1,00	0,0629	0,90	6	5
14	BAT 8	1,624	0,96	0,0625	0,89	0,86	0,1114	0,80	7	11
15	BAT 16	1,612	0,92	0,0522	0,90	0,84	0,0875	0,82	4	9
16	BAT 18	1,608	0,85*	0,0535	0,88	0,78*	0,0782	0,82	5	8
17	BAT 9	1,608	0,80*	0,0308	0,92	0,75*	0,0379	0,90	1	1
18	BAT 6	1,577	0,95	0,1027	0,83	0,85	0,1670	0,73	12	15
19	BAT 4	1,560	0,94	0,0785	0,85	0,87	0,0700	0,83	10	10
20	Negro Argel	1,516	1,17	0,1534	0,83	1,02	0,2532	0,71	17	18
Promedios		1,662	1,00	0,0710	0,88	0,83	0,0757	0,75		

\* Coeficientes de regresión estadísticamente diferentes de 1.00.

CUADRO 9.- RENDIMIENTO PROMEDIO, COEFICIENTE DE REGRESION (b) DESVIOS DE REGRESION ( $S_d^2$ ) Y COEFICIENTES DE DETERMINACION ( $r^2$ ) DE LOS CULTIVARES DEL IBYAN 1979, UTILIZANDO DOS INDICES AMBIENTALES, SEGUN EL METODO DE EBERHART e RUSSELL.

N.º	Cultivar	Rend. ton/ha	IA <sub>1</sub>			IA <sub>2</sub>			Ordenamiento de los $S_d^2$	
			$b_i$	$S_d^2$	$r^2$	$b_i$	$S_d^2$	$r^2$		
1	BAT 58	1,762	0,98	0,0724	0,85	0,89	0,0648	0,83	7	1
2	BAT 304	1,726	0,84	0,1518**	0,67	0,75	0,1754	0,62	15	10
3	BAT 450	1,703	0,98	0,0782	0,84	0,83	0,1444	0,71	8	8
4	BAT 518	1,696	1,16*	0,0528	0,92	0,95	0,1739	0,73	3	12
5	Jamapa	1,693	1,11	0,1212	0,82					
6	BAT 64	1,669	1,03	0,0514	0,90	0,87	0,1224	0,76	1	4
7	BAT 445	1,631	0,91	0,0954	0,79	0,80	0,1296	0,72	11	5
8	ICA Pijao	1,630	1,05	0,0718	0,87	0,80	0,1563	0,72	6	9
9	BAT 446	1,614	1,04	0,0555	0,90	0,92	0,0923	0,82	4	3
10	Porrillo Sintético	1,604	0,93	0,0564	0,87					
11	BAT 240	1,589	0,98	0,1101	0,79	0,83	0,1738	0,67	12	11
12	DOR 15	1,559	1,08	0,0579	0,90	0,86	0,0914	0,84	5	2
13	BAT 140	1,554	1,03	0,0515	0,90	0,85	0,1427	0,72	2	7
14	BAT 271	1,523	0,87	0,2344**	0,53	0,83	0,2742	0,56	16	16
15	BAT 179	1,519	1,04	0,1177	0,80	0,81	0,2085	0,57	14	15
16	BAT 76	1,457	1,00	0,0815	0,84	0,86	0,1399	0,73	9	6
17	BAT 261	1,420	1,03	0,0709	0,84	0,83	0,1799	0,64	10	13
18	G 1753	1,283	0,93	0,1165	0,76	0,74	0,2095	0,58	13	14
Promedios		1,591	1,00	0,0959	0,82	0,85	0,1610	0,70		

\* Coeficientes de regresión estadísticamente diferentes de 1,00.

\*\* Desvios de regresión.

La correlación entre los coeficientes de regresión en ambos índices fue positiva y significativa como se indica en el Cuadro 10.

CUADRO 10.- Coeficiente de regresión entre los b de las variedades por ciclo de IBYAN, cuando se usaron dos índices ambientales.

CICLO DE IBYAN	IA <sub>1</sub>			
	1976	1977	1978	1979
IA <sub>2</sub>	0,89**	0,97**	0,98**	0,78**

\*\* Significativo al nivel de 1% de probabilidad.

También se determinó la relación entre el rendimiento y el coeficiente de regresión de cada variedad. El Cuadro 11 indica que el rendimiento y la respuesta a los diversos ambientes son características diferentes y susceptibles de selección en forma separada.

CUADRO 11.- Correlación entre el rendimiento y los b de los cultivares probados durante los cuatro años de ensayos, usando dos índices ambientales.

INDICE AMBIENTAL		CICLO DE IBYAN			
		1976	1977	1978	1979
IA <sub>1</sub>		0,33 *	0,07 <sup>n.s.</sup>	0,11 <sup>n.s.</sup>	0,12 <sup>n.s.</sup>
IA <sub>2</sub>		0,06 <sup>n.s.</sup>	0,00 <sup>n.s.</sup>	0,16 <sup>n.s.</sup>	0,35 <sup>n.s.</sup>

\* Significativo al nivel de 5% de probabilidad.

n.s. No significativo al nivel de 5% de probabilidad.

En el Cuadro 12, se observa la correlación positiva y significativa entre los parámetros de estabilidad y propuestos por EBERHART y RUSSELL y por PLAISTED para cada uno de los años de IBYAN.

CUADRO 12.- Correlación entre los parámetros de estabilidad, según los métodos de EBERHART y R y el de PLAISTED.

	CICLO DE IBYAN			
	1976	1977	1978	1979
	$s^2_d$			
$F^2_{VA}$	0,92**	0,83**	0,79**	0,93**

\*\* Significativo al 1% de probabilidad (Según Spearman).

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es también una medida de la estabilidad pues mide el porcentaje de la variación total que es explicada por la regresión. Por tal razón se examinó la relación entre los  $r^2$  calculados en base a los dos índices ambiente (Cuadro 13), obteniéndose correlaciones positivas y significativas al nivel de 1% de probabilidad.

Finalmente se determinaron los coeficientes de adaptabilidad para las variedades Jamapa y Porrillo Sintético, con base a los 12<sup>4</sup> experimentos. Establecidas las diferencias de adaptabilidad entre estos dos materiales, se clasificaron todas las variedades probadas según los intervalos de confianza de los b de estos dos testigos de largo plazo. En la figura 1, se presenta la adaptabilidad relativa de todos los materiales genéticos, cuando se uso el promedio de Jamapa y Porrillo Sintético como índice ambiente.

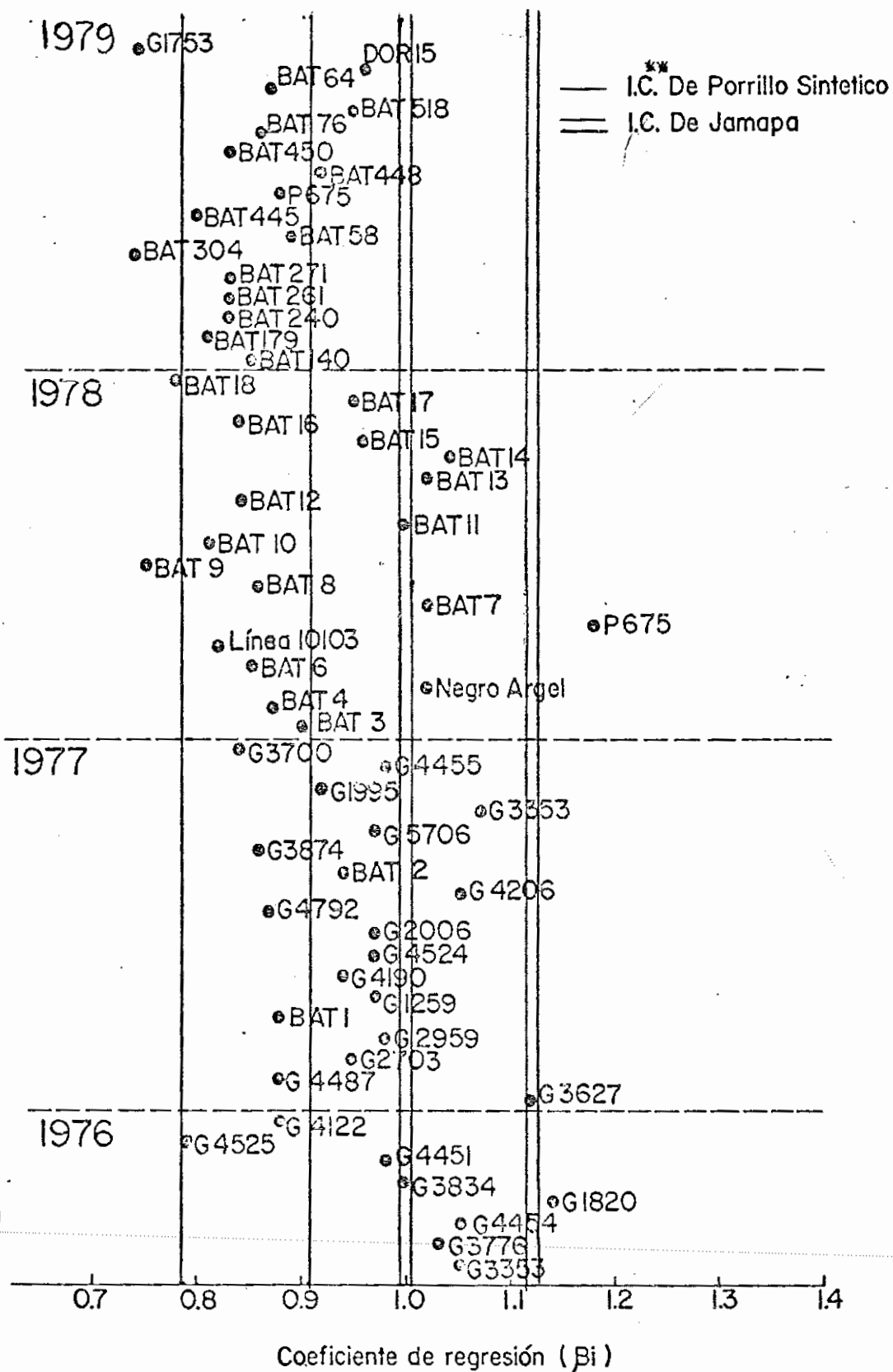


Figura 1. Valores de los coeficientes de regresión, calculados usando el IA2\* respecto al intervalo de confianza de las variedades Jamapa y Porrillo Sintético

\* Índice Ambiental 2 = Promedio de Jamapa y Porrillo - Promedio general

\*\* I.C. = Intervalo de Confianza



LITERATURA CITADA

- 1.- CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y su implicación en la selección por rendimiento. Agronomía Tropical, 18: 211-225, 1963.
- 2.- EBERHART, S.A. y RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40, 1966.
- 3.- FINLAY, K.W. y WILKINSON, G.M. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Aust. I. Agric. Res. 14:742-754, 1963
- 4.- FREEMAN, G.W. y PERKINS, J.M. Environmental and genotype environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grow in different environmental and measures of these environmental. Heredity 27: 15-23, 1971.
- 5.- HOWELER, R.H., GONZALEZ, C y VOYSEST, V.O. Rendimiento y estabilidad de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) ensayadas en Colombia y Ecuador. Cali, Colombia, CIAT, 1976. 16 p. (mimeo.)
- 6.- LAING, D.R. Adaptability and stability of performance in commons beans (Phaseolus vulgaris L.) Cali, Colombia, CIAT, 1978. 19p. (mimeo).
- 7.- MONTERO, R., R.A. Adaptabilidades e estabilidade de comportamento de doze cultivares de feijao (Phaseolus vulgaris L.) na Zona da Mata, Minas Gerais. Vicosá, UFV. 1978. 54 p. (Tese M.S.).
- 8.- PLAISTED, R.L. A shorted method for evaluating the ability of selections to yield consistantly over locations. Amer. Potato J. 37:166-172, 1960.
- 9.- SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijao (Phaseolus vulgaris L.) nas condicoes do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, USP, 1980. 100 p (Tese M.S.).
- 10.- TUPINAMBA, A.E. Analise de adaptacao de doze cultivares de feijao (Phaseolus vulgaris L.) a nove municipios da Zona de Mata de Minas Gerais. Vicosá, UFV, 1976. 34 p. (Tese M.S.).