

Interacción genotipo-ambiente y heredabilidad en algunos caracteres de importancia en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

María J6 García y René Hernández Gonzalo.

Universidad "Hermanos Saiz Montes de Oca" de Pinar del Río

RESUMEN. Se realizaron experimentos con 12 variedades de frijol en dos localidades, dos años y dos épocas de siembra en la provincia de Pinar del Río, para evaluar la interacción genotipo-ambiente, la cual fue altamente significativa para el rendimiento t/ha, rendimiento/planta, número de vainas/planta, número de semillas/planta y vainas/nudo, así como el análisis de las interacciones entre todos los factores estudiados. Se exponen los resultados de los coeficientes de variación genotípica (CVG) y coeficientes de variación fenotípica (CVF) y los estimados de heredabilidad los cuales fueron para el rendimiento de 0,32 t/ha, rendimiento por plantas 0,52, número de vainas por plantas 0,81, número de semillas por planta 0,65 y vainas por nudo 0,26. Los avances genéticos y el avance genético en por ciento de la media fueron moderados para todos los parámetros estudiados.

Palabras clave: Genotipo, ambiente, frijol, *Phaseolus vulgaris*, heredabilidad.

ABSTRACT. There were done experiments with 12 varieties of beans in two localities, two years, two sowing epochs in Pinar del Río province to evaluate the interactions genotype x environmental, which was highly significant to the t/ha efficiency, yield/plant, number of sheath/ plant, number of seeds/plant and sheath/nakes as well as the analysis of the interactions among all the studied factors. There are showed the results of the GVC (genotype variation coefficient), FVC (phenotypic variation coefficient), the estimators of inheritabilidation, which were of 0,32 t/ha efficiency, 0,52 yield/plant, 0,81 sheaths/plant, 0,65 seeds/plant and 0,26 sheets/nakes. The genetic advantages and the genetic advantages in percentage of the medium were moderate for all the studied parameters.

Key words: Genotype, environmental, beans, *Phaseolus vulgaris*, heredability.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de variedades de frijol, obtenidas a través de diferentes métodos de mejora, lográndose un avance notable en cuanto a adaptación y otras cualidades que las hacen sobresalir. En muchos casos estas líneas son seleccionadas en ambientes diferentes a su hábitat definitivo, lo cual tiene el riesgo de que su adaptabilidad a las áreas definitivas resulte un fracaso (García Barrios, 1985).

El muestreo ambiental es un factor importante para el éxito de las recomendaciones de un cultivar para ser una especie comercial (Duarte, 1991).

Los avances genéticos de la selección dependen de tres factores fundamentales según Allard (1967): de la variabilidad genética entre los

diferentes individuos, del efecto de enmascaramiento del ambiente y sus componentes de interacción sobre esta variabilidad y de la intensidad de selección aplicada.

Para hacer efectiva la selección, hay que recurrir a métodos que permitan diferenciar el efecto del medio ambiente del efecto hereditario, tomándose en cuenta la forma de reproducción de las plantas y la heredabilidad del carácter o caracteres a seleccionar.

El objetivo de este trabajo es evaluar la interacción genotipo-ambiente en un grupo de variedades de frijol durante dos años en dos localidades y dos épocas de siembra; así como la heredabilidad y el avance genético para el rendimiento y algunos de sus componentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la CPA “Capitán San Luis” en Los Palacios y el Polígono docente de la

Universidad de Pinar del Río. Las características de los suelos y condiciones climáticas se reflejan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características físicas y químicas de los suelos

	Arena Gruesa, %	Arena Fina, %	Limo, %	Arcilla M, %	Porosidad, %	Materia Orgánica, %	pH H ₂ O	pH KCl	Mmol/100g		Mg/100g	
									K ⁺	Na ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O
PR	43,3	79,9	6,7	9,2	44	0,53	6,6	6	0,06	0,4	19,1	15
LP	2,03	20,8	38	39	68	1,17	6	5,9	1,95	-	3,43	4,37

PR – Pinar del Río

LP – Los Palacios.

Tabla 2 Comportamiento climático

	Pinar del Río				Los Palacios			
	Temp. Media (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Pp Total (mm)	Temp. Media (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Pp total (mm)
Mayo 00	27,47	33,23	22,17	303,8	27,51	33,58	21,55	248,1
Agos 00	26,26	31,81	20,97	561,31	26,41	32,44	20,61	426,6
Mayo 01	26,53	32,17	21,17	706,9	26,59	32,64	21,05	580,9
Agos 01	25,44	30,83	20,99	788,7	26,12	31,64	21,85	566,7

El estudio se efectuó durante los años 2000 y 2001 y comprendió cuatro campañas, dos en los meses abril-julio y dos en los meses agosto-noviembre, teniendo presente que las siembras no se deben realizar después del 10 de mayo.

Se sembraron 12 líneas de frijol, procedentes de un trabajo de selección a partir de 50 variedades, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de cinco metros de largo sembrándose cuatro surcos por parcela y utilizando para las mediciones los surcos centrales. La distancia de siembra fue de 0,70 x 0,07 m según lo recomendado por Valdés (1990).

Se realizaron las atenciones al cultivo según lo recomendado por Cuba (1984), haciéndose las

observaciones siguientes: rendimiento agrícola en t/ha, rendimiento por planta, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de vainas por nudo. Las variables que no cumplían el principio de normalidad fueron transformadas y se sometieron los datos al procesador estadístico Statwin utilizando un cuatro factorial aplicándose la Dócima de Duncan cuando existieron diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis de varianza cuatrifactorial efectuado nos indican según se muestra en la tabla 3 la existencia de diferencias significativas entre las variedades, localidades, años y épocas de siembra.

Tabla 3. Significación de los cuadrados medios de la selección de genotipos de frijol

1

Fuentes de variación	Rend t/ha		Rend/pl. g		Vainas /plt.		Semilla/plt.		Vainas/nudo	
	CM	sig	CM	sig	CM	sig	CM	sig	CM	sig
Variedad (V)	5,2312	***	228,75	***	1,7993	***	18,358	***	0,2031	***
Localidad (L)	0,8407	***	40,472	***	1,0525	***	4,735	***	0,2634	***
Epoca (E)	6,5221	***	278,01	***	2,7086	***	18,885	***	0,6344	***
Años (A)	1,0609	***	38,028	***	0,0972	***	3,738	***	0,0009	NS
V x L	0,0951	***	4,0923	***	0,0229	**	0,408	**	0,0076	**
V x E	0,0537	***	2,0706	***	0,0295	**	0,309	**	0,008	**
V x A	0,0714	***	2,9544	***	0,0079	NS	0,297	**	0,008	**
L x E	0,0203	*	0,857	NS	0,0023	NS	0,274	**	0,0048	**
L x A	0,0748	***	2,952	**	0,0001	NS	0,004	NS	0,0176	***
E x A	0,1522	***	6,787	***	0,0129	NS	0,008	NS	0,0054	**
V x L x E	0,0299	***	1,519	***	0,046	**	0,154	**	0,0073	**
V x L x A	0,0239	***	1,228	***	0,012	NS	0,111	**	0,0011	NS
V x E x A	0,0496	***	2,236	***	0,0223	**	0,242	**	0,0018	*
L x E x A	0,644	***	25,265	***	0,000054	***	2,031	**	0,0137	**
V x L x E x A	0,0368	***	1,512	***	0,0093	NS	0,205	**	0,0036	*
Residuos	0,0048		0,2353		0,007199		0,0879		0,000848	

En relación con el comportamiento de las variedades todas mostraron valores altamente significativos para todos los parámetros estudiados, lo que indicó una alta variabilidad genotípica por lo que esto permitió realizar selecciones entre las mismas.

Los efectos de los componentes localidad, época y años manifestaron elevados valores, fundamentalmente el componente época, aunque todos presentaron diferencias altamente significativas para los caracteres estudiados, excepto el factor año para el número de vainas por nudo, donde no se manifestaron diferencias significativas. Estos resultados evidencian la importancia que revisten los factores ambientales en el desarrollo del cultivo del frijol. Resultados similares en cuanto al efecto de estos factores fueron obtenidos por García (1985), Orozco (1989), Duarte (1991) y Roman (1992), todos en el cultivo del frijol.

Al analizar las interacciones de primer orden se destacó que las mismas presentaron significación en la mayoría de los caracteres estudiados excepto para el número de vainas por planta, aunque con valores menores que los obtenidos por los factores independientes. Se observó que la interacción variedad por localidad y época fue altamente significativa para todos los caracteres evaluados, no siendo así la interacción variedad por años para el número de vainas/planta que no tuvo diferencias significativas. Esto evidencia un comportamiento diferencial de las variedades frente a las localidades y en las diferentes épocas y la necesidad de que los

efectos debidos a estos factores deben ser considerados a la hora de orientar estudios de variedades.

El comportamiento que se reflejó en la interacción variedad contra años evidencia la necesidad de replicar en años de estudio. Esta interacción no fue significativa para el número de vainas por planta lo que demuestra un comportamiento similar de las variedades en ambas campañas en cuanto a este carácter.

Cuando se analizaron las interacciones de segundo orden se pudo apreciar que aunque los valores presentados en sentido general fueron más bajos, hay diferencias altamente significativas para la mayoría de los caracteres, este comportamiento muestra que el frijol tiene una respuesta diferencial cuando se cultiva en diferentes ambientes. Resultados similares han obtenido IBYAN (1987), Hartana (1986), Orozco (1989) y Roman (1992).

Las observaciones sobre las condiciones ambientales y las respuestas que presentaron las variedades en cada experimento sugieren que el tipo de suelo y las variaciones climáticas fueron el factor primario que determinó el comportamiento diferencial de las variedades en las localidades y épocas estudiadas.

Por otra parte, el comportamiento de las variedades en las localidades y épocas infiere la necesidad de tener en cuenta estos aspectos en el momento de

seleccionar las variedades. En las siembras realizadas en mayo, en comparación con las realizadas en agosto, se manifiesta una reducción en el ciclo del cultivo y en correspondencia menor rendimiento.

Es de destacar que las líneas seleccionadas se comportaron como de días neutros, o sea, no presentaron respuestas a la duración del día, hecho que según plantean Cuba (1984) y Álvarez (1987) es una de las limitantes para la producción de frijol de verano en Cuba y también las temperaturas elevadas que provocan el atraso en la floración y aborto de las mismas. Por otra parte, la producción de frijol en algunos países de América latina se realiza en períodos de temporal con temperaturas que oscilan entre 30,5 y 36 °C, temperaturas medias entre 22 y 26 °C y mínimas entre 13,8 y 20 °C según refieren Apolitano en Perú, Ríos en Guatemala y Anguno en

Colombia (1987). Los experimentos se desarrollaron bajo condiciones climáticas parecidas excepto las temperaturas mínimas que no fueron inferiores en el período a 18 °C.

Heredabilidad

El coeficiente de heredabilidad no es solo la propiedad de un carácter, sino más bien la expresión del mismo en determinadas condiciones ambientales, Falconer (1987). Como se muestra en la tabla 4, los coeficientes de variación fenotípica (CVF) en su mayoría son más elevados que los coeficientes de variación genotípica (CVG), esto es corroborado por Ustimenko (1982), quien obtuvo CVF más elevados que los CVG en el frijol, obteniendo similares resultados Lourdes Iglesias en el cultivo de la soya.

Tabla 4. Coeficientes de variación genéticos y fenotípicos. Heredabilidad y avance genético

	Rend. t/ha	Rend./planta	Vainas/planta	Semillas/vaina	Vainas/nudo
CVG	12,63	16,69	5,37	3,52	5,06
CVF	22,05	23,01	5,00	4,38	4,18
H	0,32	0,52	0,81	0,65	0,26
AG 5%	0,41	2,88	0,40	0,49	0,49
AG 10%	0,35	2,46	0,34	0,42	0,42
AG en 5% de la media	1,6	0,21	2,02	0,01	0,05
AG en 10% de la media	1,5	0,18	1,7	0,01	0,05

Como se puede apreciar el coeficiente de heredabilidad para el rendimiento en t/ha es de 0,32; para el rendimiento por plantas de 0,52; vainas por planta 0,81; semillas por planta 0,65 y vainas por nudo 0,26, destacándose el número de vainas por planta como el de mayor heredabilidad.

Estos resultados coinciden con los de Aggarwal (1987) quien obtuvo altos valores de heredabilidad para el peso de 100 semillas y el número de vainas por planta, así como Ramalka (1982), Mattpk (1982), Mezquita (1990), Singh (1991) y Srafi (1992). Es de señalar que varios autores como Voyset (1970), Vaid (1986) consideran que el componente del rendimiento más importante tanto directa como indirectamente es el número de vainas

por planta con lo cual coincidimos teniendo presente los resultados obtenidos en la heredabilidad.

En cuanto al avance genético o ganancia teórica expresada en función del por ciento con respecto a la media inicial, los valores obtenidos indican en cada caso bajos incrementos del comportamiento promedio del rendimiento total, y teniendo en cuenta el valor solamente comparativo de ganancia, sus estimados proporcionan criterios valiosos sobre las posibilidades de resultados prácticos de la selección, (Kohle, 1971).

Como se muestra, los mayores valores los presentan el rendimiento (t/ha) y el número de vainas por planta, mientras que los otros parámetros tienen valores más moderados, por lo que se pueden incrementar estos parámetros por selección.

CONCLUSIONES

1. Las interacciones variedad-localidad y variedad-años indican que es necesario realizar estudios de variedades en diferentes localidades y repetirlos en los diferentes años.
2. Las siembras realizadas en mayo mostraron una reducción en el ciclo del cultivo y en los rendimientos en comparación con las realizadas en agosto; pero no sobrepasándose de la media nacional por lo que podemos recomendar estas dos épocas de siembra.
3. Los valores de heredabilidad para el número de vainas por planta y rendimiento por planta con los discretos valores del avance genético para el 5 % permiten indicar estos caracteres para realizar selecciones efectivas en el frijol.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwad J.; S. P. Singh (1973): "Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney bean (*P. vulgaris* L.)". *Indian Agronomic Science* 43 (9): 845-848.
- Álvarez M.y R. Matte (1987): Frijol Arbustivo IBYAN International Bean Yield and Adaptation. Nursety, CIAT, Colombia.
- Angulo, N. (1987): Frijol Arbustivo IBYAN International Bean Yield and Adaptation. Nursety, CIAT, Colombia.
- Apolitano C. (1987): Segundo vivero internacional de Rendimiento y Adaptabilidad INIA, Estación Experimental La Platina, Chile.
- Cuba (1984): *Instructivos técnicos del frijol*. Minagri.
- Duarte, J. B. and M. J. Zimmerman (1991): "Selection of locations for common bean (*P. vulgaris* L.)". *Revista Brasileira de Genética* 14 (3): 765-770.
- García Barrios, C. M. (1985): Interacción genotipo x ambiente en el frijol común (*P. vulgaris* L.). Tesis de Maestría, Mexico.
- Hartana, A. (1986): Components of variability for seed protein of common bean. Ph D. Thesis. Madison University of Wisconsin, 118 pp.
- Mattpk A. A. (1982): "Constructions of selection indices on dry beans (*P. vulgaris* L.)". 52 (4): 312.
- Mesquita I. A. M. A. Ramalho; J. B. Santos (1990): "Efeito materno na determinacao do tamanho da semente do feijoeiro". *Ciencia e Prática* 14 (3): 283-290.
- Orozco S.; S. H. Herrera y C. A. Pérez (1989): Vivero Centroamericano de Adaptación y rendimiento del frijol. VCAR Cali, Colombia, 131 pp.
- Ramalka M. A.; J. B. Santos y M. A. Andrade (1992): "Selection of the progeny of the French bean and estimates of genetic and phenotypic parameters". 52 (12): 1001.
- Román V. A. (1992): Evaluación de líneas mejoradas y la interacción genotipo x ambiente. Centro de Investigación La Salva, Instituto Colombiano Agropecuario, 25 pp. Resúmenes sobre el frijol, Vol. XVIII, p. 15.
- Sarafi A.; B. Vazdi; A. Samadi; A. Zali (1992): Heterosis and heretability for yield and components in F1 and F2 generations of a bean cross. Resúmenes sobre el frijol, Vol. XVII.
- Scully B. T.; D. N. Wallace; D. R. Viands (1991): Heredability and correlation of biomes growth rates and phenology to the yields of common beans. Resúmenes analíticos del frijol Vol. XVII (1): 46.
- Singh S. P.; H. Teran; A. Molina; J. A. Gutierrez (1991): "Genetic of seed yield and its components in common beans (*P. vulgaris* L.)". *Plant Breeding* 107: 254-257, Cali, Colombia.
- Vaid K.; R. M. Singh (1986): "Interrelationship of yield and its components in dry beans (*P. vulgaris* L.)". *Crop Improvements* 13 (2): 164-169.
- Voyset O. V. (1970): Correlation among yield components in bean Ph. D. Thesis East Lousing Michigan State University, 111 pp.

