

INFLUENCIA DE LA INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE SOBRE LA EXPRESION DE CARACTERES PRODUCTIVOS EN SOYA (*G. MAX* (L.) MERRILL)

LOURDES IGLESIAS

RESUMEN

Dieciocho variedades de soya fueron estudiadas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas durante tres años consecutivos (1982-1984), en las épocas de invierno y verano, con el objetivo de valorar la importancia de algunos factores ambientales (años y épocas de siembra) y sus interacciones sobre el genotipo en el comportamiento agronómico de la soya. Los resultados obtenidos revelaron la existencia de diferencias significativas, fundamentalmente entre los ambientes estudiados así como para las distintas fuentes de interacción genotipo-ambiente en algunos de los caracteres evaluados, siendo la época de siembra el factor que más contribuyó a la variabilidad detectada. Estos resultados sustentan la posibilidad de alcanzar producciones superiores en este cultivo, mediante un programa de mejoramiento genético dirigido hacia la obtención de variedades altamente productivas en cada época de siembra.

INTRODUCCION

Numerosos autores han indicado la presencia de valores significativos de interacción genotipo-ambiente para la mayoría de los caracteres productivos de la soya (Funnah y Mak, 1980; Salehuzzaman y Joarder, 1982).

Estudios previos, realizados en nuestras condiciones por Lourdes Iglesias, Iglesias y Abreu (1982) y Zoila Fundora (1984), denotaron asimismo la presencia de una variación sustancial en el comportamiento de diversos caracteres agronómicos en dependencia de la localidad y época de siembra.

Teniendo en cuenta estos resultados y basándonos en lo planteado por Whigham, Minar y Carmer (1978), acerca de que la utilización de la variabilidad detectada, en condiciones tropicales, requiere una mejor comprensión de como el ambiente y el manejo influyen en la obtención de niveles superiores de producción, es que se comprendió el siguiente trabajo, con el objetivo de valorar la importancia de algunos factores ambientales (años y épocas de siembra) y sus interacciones con el genotipo, con vistas al establecimiento de una estrategia de selección más adecuada en el cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Dieciocho variedades de soya (Tabla I) de diferentes procedencias y grupos de maduración fueron estudiadas sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (Instituto de Suelos, 1975) durante tres años consecutivos (1982-1984), en las épocas de siembra denominadas invierno: I (diciembre-marzo) y verano V (junio-septiembre).

Tabla I. Relación de variedades de soya estudiadas.

No. variedad	Nombre variedad	Procedencia	Grupo maduración
L-1	Abura	Brasil	VIII
L-5	Biloxi	EE. UU.	VIII
L-17	Vavilox 63-17	Cuba	II
L-20	Otootan	EE. UU.	VIII
L-28	Calzadilla 2-2	Cuba	VIII
L-32	Trip-San-Tep-e-dan	China	III
L-38	Cu-Zen 5311	Corea	III
L-40	Cribson	Africa	III
L-44	374220	URSS	III
L-50	5596	URSS	V
L-51	5950	URSS	V
L-66	INIFAT-112	Cuba	VIII
L-67	Júpiter	Méjico	IX
L-68	INIFAT-382	Cuba	VIII
L-70	INIFAT-70	Cuba	VII
L-71	Santa María	EE. UU.	VIII
L-72	Williams	EE. UU.	III
L-73	Pelican	EE. UU.	VIII

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y cuatro surcos de 5 m de longitud en cada parcela, espaciadas a 0,70 m entre sí.

Las evaluaciones de los caracteres: rendimiento (R:t/ha), rendimiento biológico (PP:g), rendimiento por planta (PS:g), peso de cien semillas (PC:g), peso de vainas por planta (PV:g), número de vainas por planta (NV), número de nudos fértiles (NF), número de nudos infértiles (NNF), número de nudos totales (NNT), número de ramas laterales (NR), número de semillas por plantas (NS), altura de la planta (AP:cm) y contenido proteico del grano (P:%) fueron efectuados en base a diez plantas por variedad, tomadas del área de cálculo de cada parcela experimental.

Las condiciones climáticas preponderantes durante el período evaluado se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Valores medios de variables climáticas durante los meses de diciembre-marzo y junio-agosto

Ambiente	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad relativa %	Precipitaciones (mm)	Horas luz
Invierno 1982	16,6	21,5	28,0	77,0	48,3	7,1
Invierno 1983	16,2	22,1	24,5	81,7	114,0	6,8
Invierno 1984	16,8	21,1	26,6	82,5	61,0	7,3
Rango variación	16,2-16,8	21,1-22,1	24,5-28,0	77,0-82,5	48,3-114,0	6,8-7,1
Verano 1982	21,7	26,0	31,0	80,0	370,0	7,9
Verano 1983	21,2	26,0	31,5	80,5	198,2	8,2
Verano 1984	21,1	25,3	31,2	87,7	142,9	7,9
Rango variación	21,1-21,7	25,3-26,0	31,0-31,5	80,0-81,7	142,9-370	7,9-8,2

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza trifactorial, $18 \times 3 \times 2$ (genotipo \times año \times época de siembra) y se controló, en todos los casos, el efecto de replicas en los ambientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza efectuados (Tabla III y IV) permitieron constatar la existencia de diferencias significativas, fundamentalmente entre los ambientes estudiados, así como para las distintas fuentes de interacción genotipo-ambiente, en algunos de los caracteres evaluados.

De hecho y como era de esperar, atendiendo al carácter fotoperiódico de la soya y la inclusión en este estudio de variedades pertenecientes a diferentes grupos de maduración, el factor que más contribuyó a la variabilidad detectada fue la época de siembra. Esto se revela al analizar el marcado efecto que la misma ejerció sobre la mayoría de los caracteres, con excepción solamente de las variables: peso de cien semillas y número de nudos infértiles.

Un análisis más detallado (Tabla V) reveló la presencia en general de valores medios más elevados, para la mayoría de los caracteres evaluados en la época de verano, lo cual se evidencia de modo particular al analizar un carácter tan importante en soya como es la altura de la planta.

Así, similar a lo encontrado por Ortega y Tesara (1977), Luedhers (1978) y Carbonell y Bartual (1983), se pudo apreciar (Tabla V) como la altura de la planta aumenta con el retraso de la época de siembra, alcanzando un valor promedio de 86,76 cm en las condiciones de verano.

De acuerdo con Shanmugasundaram (1979), la altura de la planta resulta ser uno de los caracteres más afectados por la duración del día, al igual que el rendimiento y el número de nudos reproductivos, que en nuestro estudio siguieron una tendencia similar a la altura (Tabla V).

La composición química de la semilla resultó asimismo afectada por la época de siembra, dada la presencia de valores más elevados de esta en la época de invierno. Resultados similares fueron obtenidos por Carbonell y Bartual (1983), quienes señalaron que las condiciones de bajas temperaturas de la época de invierno favorecen la acumulación de proteínas en la semilla.

De esta forma pudieran explicarse, en general, las diferencias detectadas en el comportamiento de los diversos caracteres evaluados en las dos épocas de siembra analizadas, sobre la base de las diferencias climatológicas observadas entre las mismas (Tabla II).

Ahora bien, conjuntamente con las diferencias estacionales observadas en el comportamiento agronómico de la soya, se puso de manifiesto en este estudio, la existencia de valores significativos de interacción genotipo-ambiente (genotipo \times año \times época) en la mayoría de las variables evaluadas (Tablas III y IV).

Algunos autores (Judy, 1979 y Funnah y Max, 1980) han confirmado los efectos comparativamente más elevados de las interacciones genotipo \times localidad \times época de siembra.

Aunque el número limitado de ambientes considerados en este estudio no nos permite dar una respuesta concluyente en ese sentido, se puede señalar, al menos, que la presencia de valores significativos de interacción genotipo \times ambiente, para la mayoría de los caracteres evaluados, brinda la posibilidad de alcanzar, en nuestras condiciones, altas producciones en soya fundamentalmente mediante un programa de mejoramiento genético, que permita disponer de variedades más productivas para cada una de las épocas de siembra y mediante el empleo de prácticas culturales mejoradas.

Tabla III. Análisis de varianza de los caracteres evaluados.

Fuentes de variación	R	FP	PS	FC	FV	NV	NS
Replicas dentro de años y épocas	0,50 *	99,09 *	22,45 **	3,99 NS	62,43 *	1,76 *	4,61 **
Tratamientos	2,04	334,32	67,70	41,04	195,69	4,61	9,95
Genotipo (A)	2,08 NS	370,86 NS	64,48 NS	71,98 *	228,88 NS	3,37 NS	6,55 NS
Años (B)	9,30 NS	448,21 NS	564,79 *	10,71-NS	958,80 NS	19,76 NS	66,70 **
Épocas (C)	47,70 **	4037,90 **	2190,45 **	318,94 NS	7081,44 **	165,38 **	413,82 **
A x B	1,39 NS	158,78 NS	34,50 NS	20,54 NS	84,36 NS	3,10 *	5,34 NS
A x C	2,13 *	217,93 NS	45,16 *	21,07 NS	148,34 *	3,06 *	6,66 *
B x C	2,32 NS	748,34 **	104,82 *	546,01 **	321,53 **	13,74 **	5,27 NS
A x B x C	0,83 **	115,67 **	19,92 **	19,97 **	59,30 **	1,37 NS	2,97 NS
Error	0,30	57,91	11,62	3,49	32,81	0,92	2,16
$\bar{x} \pm$ E.S.	1,65	20,09	8,95	14,59	15,27	34,33	7,78
	\pm 0,28	\pm 3,89	\pm 1,70	\pm 0,93	\pm 8,67	\pm 0,24	\pm 0,75

(* , **) Significación al 5 y 1 % de probabilidad.
NS No significativo.

Tabla IV. Análisis de varianza de los caracteres evaluados.

Fuentes de variación	AP	NF	NF	NNT	NR	P
Replicas dentro de años y épocas	152,44 *	0,35 NS	0,14 *	0,43 NS	0,51 NS	35,44 **
Tratamientos	891,68	1,80	0,46	1,66	0,52	28,46
Genotipo (A)	2189,76 **	2,04 NS	0,34 NS	1,72 NS	1,06 NS	35,44 NS
Años (B)	328,25 NS	4,36 NS	8,23 NS	4,28 NS	1,21 NS	379,43 **
Épocas (C)	3324,10 **	64,92 *	4,84 NS	64,82 *	9,35 **	480,62 **
A x B	319,53 NS	0,97 *	0,14 NS	0,82 NS	0,35 NS	17,68 NS
A x C	258,75 NS	1,16 **	0,26 NS	0,84	0,33 NS	11,63 NS
B x C	1144,31 **	8,38 **	3,91 *	8,36 *	0,71 NS	33,09 *
A x B x C	197,92 **	0,43 NS	0,15 **	0,48 NS	0,21 *	9,82 NS
Error	91,67	0,44	0,08	0,37	0,02	6,71
$\bar{x} \pm E.S.$	58,04	15,92	1,10	17,17	2,17	40,01
	$\pm 4,84$	$\pm 0,33$	$\pm 0,14$	$\pm 5,84$	$\pm 0,16$	$\pm 1,43$

(*, **) Significación al 5 y 1 % de probabilidad respectivamente.
NS No significativo.

Tabla V. Valores medios y errores típicos para los diversos caracteres evaluados por época de siembra y año.

Carácter	1982		1983		1984		Promedio	
	I	V	I	V	I	V		
R	1,32 - 0,13	2,28 - 0,32	1,07 - 0,22	1,63 - 0,38	1,77 - 0,29	2,06 - 0,26	1,31 - 0,20	1,99 - 0,30
FP	11,92 - 1,49	27,18 - 4,91	12,21 - 2,93	25,49 - 6,38	22,01 - 2,66	25,30 - 2,94	15,08 - 5,52	25,67 - 4,62
FS	7,64 - 3,21	12,05 - 2,18	5,29 - 1,49	8,10 - 1,90	8,86 - 1,48	13,76 - 1,73	6,70 - 1,13	11,20 - 0,98
FC	16,28 - 0,56	12,34 - 0,76	16,63 - 0,86	12,56 - 1,07	13,46 - 1,21	16,23 - 0,88	15,40 - 0,99	13,73 - 0,91
PV	9,76 - 1,25	21,32 - 3,62	9,12 - 2,47	15,99 - 4,05	16,67 - 2,59	20,66 - 2,68	11,38 - 2,20	19,09 - 3,21
NV	26,25 - 0,38	44,38 - 0,47	21,80 - 0,47	39,69 - 0,74	39,44 - 0,38	42,00 - 0,38	27,52 - 0,38	42,43 - 0,27
NS	46,95 - 0,44	87,42 - 0,95	36,46 - 0,72	63,14 - 0,94	63,46 - 0,52	82,43 - 0,59	46,25 - 0,57	77,92 - 0,71
NF	11,32 - 0,18	18,02 - 0,35	12,08 - 0,29	21,90 - 0,48	15,38 - 0,21	17,77 - 0,23	12,94 - 0,22	19,24 - 0,36
NMF	0,74 - 0,12	1,69 - 0,18	1,11 - 0,14	2,34 - 0,17	0,73 - 0,11	0,39 - 0,12	0,85 - 0,12	1,37 - 0,15
NNT	12,36 - 0,20	18,98 - 0,30	13,61 - 0,30	24,32 - 0,45	16,18 - 0,21	18,54 - 0,24	14,07 - 0,24	20,74 - 0,34
NR	1,58 - 0,22	1,99 - 0,23	1,58 - 0,14	2,97 - 0,20	2,05 - 0,09	2,90 - 0,14	1,73 - 0,14	2,68 - 0,01
AP	48,23 - 1,33	65,94 - 6,29	46,88 - 5,39	71,33 - 6,51	51,56 - 2,74	60,06 - 3,33	49,30 - 3,33	66,76 - 5,50
P	40,20 - 2,94	20,09 - 2,74	36,91 - 1,80	36,10 - 0,58	41,35 - 1,67	40,25 - 1,67	41,06 - 1,67	38,92 - 0,18

REFERENCIAS

- CARBONELL, E.A. Y BARTUAL. Valoración agronómica y clasificación de una colección de líneas de soya sembradas en dos fechas en el Bajo Guadalquivir. *Com. INIA Ser. Prod. Veg.* 57:1-56, 1983.
- FUNDORA, ZOILA. Análisis de la influencia de diversos factores en el rendimiento por m² en variedades de soya. Segundo Congreso de Ciencias Biológicas. La Habana, 1984. (Resúmenes).
- FUNNAH, S.M. AND C. MAK. Genotype x Environment Interactions on Grain Yield and Other Characters of Soybeans (*Glycine max*). *Exper. Agric.* 16 :269-273, 1980.
- IGLESIAS, LOURDES; A. IGLESIAS Y S. ABREU. Estimación de la interacción genotipo-ambiente en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Cultivos Tropicales* 4 (3) :587-597, 1982.
- INSTITUTO DE SUELOS. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos* (23) :25, 1975.
- JUDY, W.H. Yield Stability of Soybean Varieties Across Variable Environmental Conditions. *Plant Breed. Abstr.* (1), 1982.
- LUEDHERS, V.D. Effect of Planting Date on Natural Selection in Soybean Populations. *Cr. Sci.* 18 :943-944, 1978.
- ORTEGA, S. Y J. TESARA. Adaptability of Varieties of Soya Beans (*G. max.* (L.) Merrill) in Venezuela. I. Different Sowing Date in Maracay. *Agron. Tropical* 27 :89-102, 1977.
- SALEHUZZAMAN, O. AND I. JOARDER. Genotype-Environment Interaction in Yield and Yield Components of Soybeans (*G. max.* (L.) Merrill). *Acta Agron.* 31 :360-370, 1982.
- SHANMUGASUNDARAM, S. Variation in the Photoperiodic Response on Several Characters in Soybean. *Glycine max* (L.) Merrill. *Euphytica* 28 :495-507, 1979.
- WIGHAM, D.K.; A.C. MINAR AND S.G. CARMER. Effects of Environmental and Management on Soybean Performance in the Tropics. *Agron. J.*, 1978.

ABSTRACT

INFLUENCE OF GE INTERACTION UPON THE PRODUCTIVE CHARACTER EXPRESSION OF SOYBEAN (*G. max.* (L.) Merrill)

Eighteen soybean varieties were studied at the National Institute of Agricultural Sciences for three years (1982-1984), within Winter and Summer seasons, with the objective of evaluating the significance of some environmental factors (years and sowing seasons) as well as its genotypic interactions upon soybean agronomical performance. Results showed significant differences, mainly among every environment studied, as well as for all sources of GE interaction, concerning some characters studied, sowing season being the most contributing factor on the variability detected. Those results enabled to achieve higher crop productions by means of a genetical breeding program aimed to obtain highly-productive varieties in each sowing date.

Manuscrito recibido el 13/V/87.