

ESTUDIO DE LA INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE DE LA CAÑA DE AZUCAR EN GRANMA. II. USO DEL ANALISIS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA CLASIFICAR AMBIENTES

C. MORALES¹, G. GALVEZ¹, A. NARDO¹ y J.M. CALAÑA¹

RESUMEN

Se tomó un grupo de variedades de caña de azúcar (C. 87-51, B. 63118, C. 187-68, Ty. 7616 y Ja. 60-5) plantadas en experimentos de regionalización de frío y de primavera, en 8 localidades de la provincia Granma para clasificarlas. Para ello se efectuaron análisis de varianza factorial y de componentes principales; para este último, se tomaron 5 variables, las t caña/ha, el por ciento de pol en ca

ña, las t pol/ha, promedio de lluvia mensual y la edad de la cepa. Se pudo observar que hubo interacción genotipo-ambiente. Con respecto a los resultados hallados en el análisis de componentes principales, se detectó que el mayor porcentaje de contribución lo aportó las toneladas caña/ha, en tanto que la edad en meses fue el menos importante.

INTRODUCCION

El comportamiento de las plantas tiene de reflejar la relación entre los factores genéticos y no genéticos para muchos caracteres, por lo que el grado relativo de mérito de los genotipos puede variar en ambientes diferentes. Este fenómeno es llamado interacción genotipo-ambiente (Comstock y Moll, 1963). La interacción genotipo-ambiente puede incluir cambios en el genotipo, en el ambiente o en ambos y en los últimos años una gran proporción de la investigación biológica ha estado relacionada con el fenómeno de la interacción genotipo-ambiente (Byth, 1981).

Para estudiar este asunto, han habido fundamentalmente dos enfoques, el llamado enfoque del análisis de varianza, donde se estudian muchos genotipos en diversos ambientes, unido a los métodos de regresión lineal para clasificar los genotipos (Eberhart y Russell, 1966). Este enfoque podemos clasificarlo como univariado. El

segundo enfoque es el llamado multivariado y comprende el uso de diversas técnicas para tratar de dar respuesta o descubrir los patrones de comportamiento de los genotipos y de los ambientes (De Lacy, 1981).

En la caña de azúcar no han abundado los estudios de interacción genotipo-ambiente, a pesar de la importancia de esta materia (George, 1962; Gálvez, 1978 y Pollock y Byth, 1984) y mucho menos, el uso del análisis multivariado para clasificar ambientes y genotipos (Gálvez y col. 1984).

En el presente trabajo se han escogido 8 lugares contrastantes de la provincia Granma, utilizados en las últimas fases de selección para realizar estudios de componentes principales y clasificar ambientes; con ello se pretende conocer los componentes que mayor influencia tienen en el rendimiento, así como las localidades más adecuadas para montar los experimentos de regionalización en la provincia.

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ISCAH, La Habana.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron ocho localidades en la provincia Granma, en dos fechas de plantación, frío y primavera, donde se estudiaron 5 cultivares (C. 87-51, B. 63118, C. 187-68, Ty. 7616 y Ja. 60-5) en experimentos de regionalización, realizados entre los años 1981-1985.

En las localidades se encontraron diferentes tipos de suelos (Tabla I) y precipitaciones que oscilan entre 700 y 1 400 mm anuales (Tabla II). Todos los experimentos fueron de bloques al azar, con 3 réplicas y parcelas de 48 m². En el momento de la cosecha se calculó el rendimiento por el peso de la parcela completa y se estimaron también el porcentaje de

pol en caña y el rendimiento agroazucarero. Los experimentos (de secano) se cosecharon tres veces.

Los datos se sometieron a análisis de varianza factorial 5 x 8 x 3 (5 variedades x 8 localidades x 3 cepas) con cada fecha de plantación (frío y primavera), para conocer el efecto de la interacción genotipo-ambiente. Posteriormente se sometieron al análisis de componentes principales (Anderson, 1958), para clasificar los ambientes. En los datos se incluían: t caña/ha, por ciento de pol en caña, t pol/ha, el promedio de lluvia mensual de la localidad y el número de meses de la cosecha en cuestión.

Tabla I: Localidades y tipos de suelos de los experimentos.

Complejo Agro-Industrial	Tipos de suelos
1 Luis E. Carracedo	Pardo con Carbonatos
2 Luis E. Carracedo	Aluvial
3 Roberto Ramírez	Oscuro Plástico
4 Roberto Ramírez	Ferralítico Rojo
5 Juan M. Márquez	Oscuro Plástico
6 La Demajagua	Oscuro Plástico
7 La Demajagua	Pardo con Carbonatos
8 Ranulfo Leiva	Oscuro Plástico

Tabla II: Promedio de lluvia mensual por etapa en los experimentos.

Localidad	Suelo	Frío			Primavera		
		Caña planta	1er. retoño	2do. retoño	Caña planta	1er. retoño	2do. retoño
L.E. Carracedo	(1)	83,5	236,2	169,7	80,1	108,0	250,0
L.E. Carracedo	(2)	71,8	91,7	70,1	87,2	83,6	82,0
Roberto Ramírez	(3)	118,2	90,4	90,0	116,0	94,6	94,0
Roberto Ramírez	(4)	140,6	100,2	100,0	135,2	103,6	103,6
Juan M. Márquez	(5)	108,8	126,9	159,5	102,5	118,1	123,0
La Demajagua	(6)	77,5	74,7	111,3	118,1	84,0	106,2
La Demajagua	(7)	72,0	59,1	65,3	85,9	50,0	96,4
Ranulfo Leiva	(8)	92,8	109,9	38,8	102,0	102,0	38,8

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla III se puede ver el resultado del análisis de varianza para los caracteres estudiados (por ciento de pol en caña, t caña/ha y t pol/ha) en los dos grupos. Se encontró que no hubo diferencias significativas entre las interacciones (G x L y G x C) para el por ciento de pol en caña en ambos, por

lo que se cumplió la premisa necesaria para la aplicación del análisis de estabilidad.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gálvez, Espinosa y y Ortiz (1979) mediante otros cultivares en la provincia Habana.

Tabla III: Análisis de varianza factorial de los caracteres estudiados. Cuadrados medios.

Fuentes de variación	Primavera			Frío		
	caña t/ha	% pol caña	pol t/ha	caña t/ha	% pol caña	pol t/ha
Cultivares 4	5231,5 **	3,404 **	139,908 **	7968,00 **	5,365 **	246,711 **
Localidades 7	15901,3 **	18,945 **	329,282 **	13405,714**	20,179 **	378,665 **
Cosechas 2	8936,75 **	186,41 **	129,879 **	117345,5 **	36,547 **	2964,005 **
G x L 28	1284,02 **	2,2126**	36,594 **	1235,66 **	1,218	31,773 *
G x C 8	1318,94 **	3,6973	26,497 *	1718,25 **	1,010	35,696 *
L x C 14	9000,79 **	19,853 **	175,017 **	5940,57 **	4,3499**	169,655 **
G x L x C 56	444,562	1,985 **	11,094 **	561,38 **	0,782	16,664 **
Error 192	309,867	0,74	2,545	91,972	0,4349	2,389

** Diferencias estadísticas con $P < 0,01$.

En la Tabla IV se observa el resultado de los componentes principales. Se encontró que entre los 3 primeros componentes se extrajo un valor de 78,67 %. El comportamiento de forma individual es como sigue: $C_1 = 39,82$ %, $C_2 = 20,02$ y $C_3 = 18,83$. Se puso de manifiesto que C_1 y C_2 tuvieron un peso importante en el estudio, casi un 60 % del valor. Se observó que el primer componente se explica fundamentalmente

por la edad con que fueron cosechados (meses) y las t pol/ha, en tanto que el segundo componente se explica fundamentalmente por las t caña/ha, lo que expresa la importancia que tiene un buen manejo varietal (fecha de corte) para la obtención de altos rendimientos y así se corroboran algunos resultados obtenidos en la provincia (Morales, Nardo y Beatriz Alfaro, 1985).

Tabla IV: Análisis de los componentes principales.

	Componentes principales		
	C_1	C_2	C_3
Valor propio	1,99	1,00	0,94
% contribución	39,82	20,02	18,83
Suma	39,82	59,84	78,67
t caña/ha	0,0125	0,9948	0,0870
pol caña	-0,3068	0,0013	-0,4004
t pol/ha	-0,6456	0,0476	-0,0801
Lluvia	0,2468	0,0903	-0,9057
Meses	-0,6542	0,0055	-0,0730

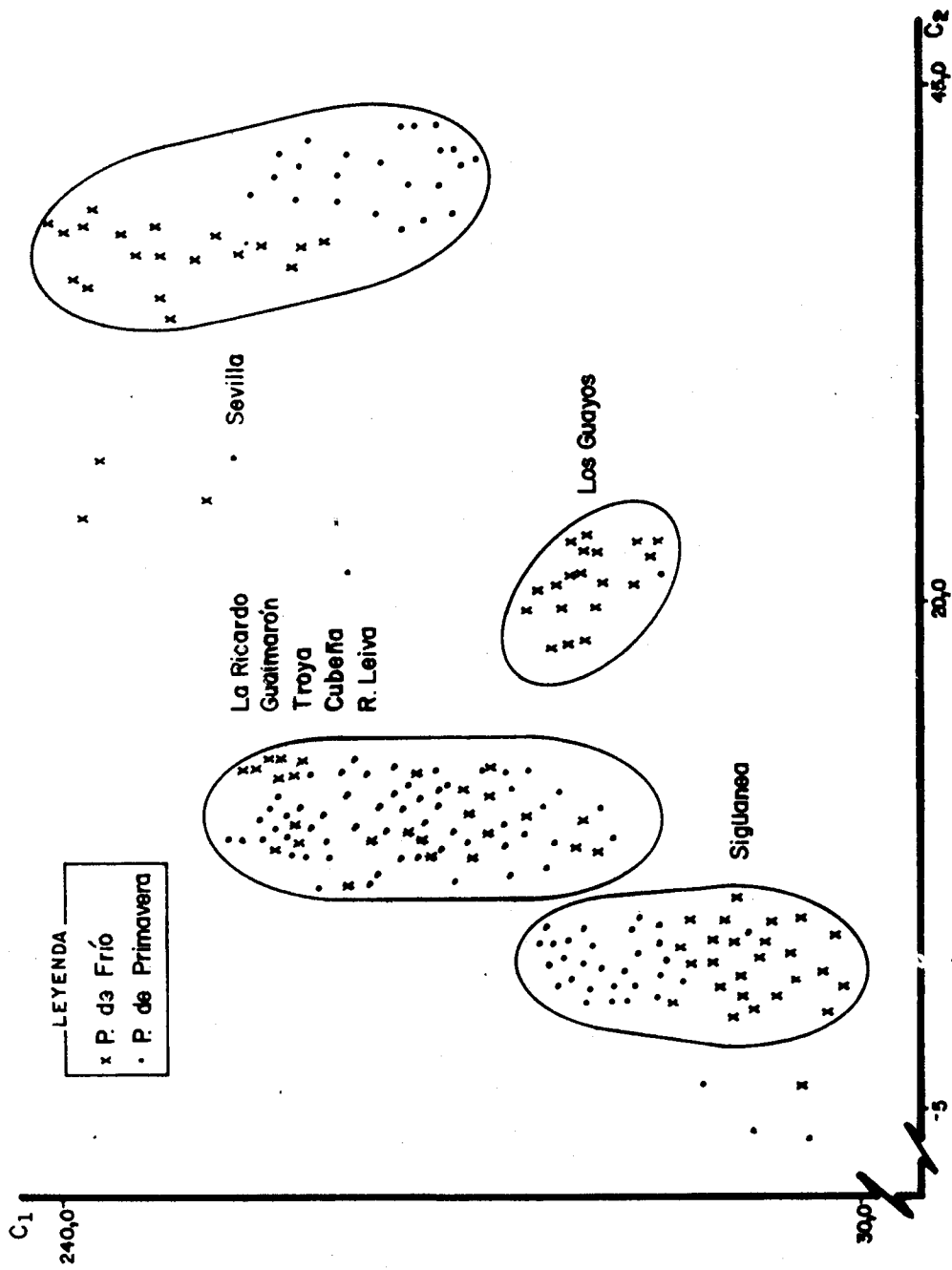


Figura 1: Grupo de genotipos y localidades de acuerdo a los componentes principales C₁ y C₂.

En la Figura 1 se puede ver cómo los individuos se agrupan de acuerdo a los meses y a las t pol/ha, eje vertical y a las t caña/ha, eje horizontal. En ella se observa una tendencia a ofrecer mayor rendimiento; la localidad Sevilla (Pardo con Carbonato), contrasta con la de Sigüanea (Aluvial), lo que consideramos se deba fundamentalmente a las diferencias entre la cantidad y distribución de las precipitaciones. También se pudo ver que en estos grupos hubo una diferenciación ligeramente apreciable de acuerdo a la plantación de frío (septiembre) y de primavera (abril), ya que se halló un resultado inverso en Sigüanea, lo que consideramos se haya debido a que la plantación de frío de Sevilla se cosechó en un ciclo de 16, 13 y 12 meses de edad (caña planta, primer y segundo retoño), lo que permitió un mejor desarrollo vegetativo que la de primavera (11, 12 y 12)

en el mismo lugar. Se encontraron condiciones ambientales adecuadas (suelo y precipitaciones) mientras que en Sigüanea, por ser tan drástica las condiciones de sequía, todo parece indicar que fue favorable el ciclo corto (11, 12 y 12), lo que concuerda con lo reportado por Morales y Nardo (1985).

También se pudo observar que hubo diferencias apreciables en los resultados encontrados en la cepa de frío de Juan M. Márquez, la que ofreció rendimientos agrícolas bajos. Se observó, de forma general, un comportamiento similar en los resultados ofrecidos en el resto de las localidades (La Ricardo, Guaimarón, Cubaña, Troya y Ranulfo Leyva). Estos resultados corroboran los encontrados por Morales y col. (1985), quienes reportaron resultados diferentes entre los suelos y fechas de plantación estudiados en la provincia. Este resultado nos muestra, prácticamente, que no es necesario plantar los experimentos de regionalización en los 8 lugares probados, ya que se pueden utilizar, para ello de forma adecuada, las 4 zonas que se diferenciaron en la figura anterior.

Los resultados obtenidos nos hacen afirmar que, en las zonas estudiadas, la interacción genotipo-ambiente fue un componente esencial de la varianza, lo que concuerda con Gálvez (1984), además que el análisis de los componentes principales puede ser un complemento importante en el estudio de los fenómenos de interacción genotipo-ambiente (Miriam Alvarez y María M. Hernández, 1984).

REFERENCIAS

- ALVAREZ, MIRIAM y MARIA M. HERNANDEZ. 1982. Estudio de los componentes principales en un grupo de variedades de plátano. *Cultivos Tropicales*, 4 (2): 227-240.
- ANDERSON, T. 1958. *An Introduction on to Multivariate Statistical Analysis*. New York. John Wiley and Sons.
- BERNAL, N.; E. LOPEZ y L. GUARDARRAMA. 1984. Interacción Genotipo-ambiente en caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) en tres localidades de la provincia de Matanzas. Mem. 44 Conf. ATAC. *Biol.* pág. 105-116.
- BYTH, D.E. 1981. Genotype x Environment Interaction and Environmental Adaptation in Plant Improvement. A Review. In: Byth D.E. Ed. and V.E. Mungomery. *Interpretation of Plant Response and Adaptation to Agricultural Environments*. p. 2-11.
- CALAÑA, J.M.; G. Gálvez; C. MORALES Y A. NARDO. 1984. Estudio de la interacción genotipo-ambiente. Análisis de la relación de varianza y estabilidad en 5 cultivares de la caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) en la provincia Granma. Mem. 44 Conf. ATAC. *Biol.* pág. 96-104.
- COMSTOCK, R.E. AND R.H. MOLL. 1963. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. N.A.S. - N.R.C. pág. 982.
- EBERHART, S.A. AND W.A. RUSSELL. 1966. *Stability Parameters for Comparing Varieties*. *Crop Science* 6: 36-40.
- GALVEZ, G. 1978. Estudio de la interacción genotipo-ambiente y métodos de estabilidad en experimentos de variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido). Tesis para optar por el grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, INCA.

- GALVEZ, G.; R. ESPINOSA y R. ORTIZ. 1979. *Estimación de la interacción genotipo-ambiente en caña de azúcar. I. Efecto de la interacción sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en dos localidades del occidente de Cuba. VI Cong. ATAC, pág. 61.*
- GALVEZ, G. 1984. *Uso de la regresión lineal y del análisis de componentes principales para clasificar los genotipos y los ambientes en experimentos de variedades de caña de azúcar (Saccharum sp. híbrido). Mem. 44 Conf. ATAC. Biol. pág. 117-128.*
- GALVEZ, G.; R. ORTIZ, VIVIAM ALONSO, ANA ESTEVEZ Y SILVIA MONTES. 1984. *Análisis de la variación entre ambientes y genotipos en experimentos de variedades de caña de azúcar (Saccharum sp. híbrido). Primer Congreso de Genética. Resúmenes. p. 275.*
- GEORGE, E.F. 1962. *A Further Study of Saccharum Progenies in Contrasting Environments. Proc. ISSCT, XI Congress 487-497.*
- MORALES, C. Y A. NARDO. 1985. *Estudio de 6 cultivares de caña de azúcar en diferentes épocas de plantación en el CAI Luis E. Carracedo en la provincia Granma. V Seminario Científico, INCA. Resúmenes. 421.*
- MORALES, C.; A. NARDO Y BEATRIZ ALFARO. 1985. *Estudio de seis cultivares de caña de azúcar en diferentes suelos, cepas y épocas de plantación en la provincia Granma. Boletín INICA (3): 53-60.*
- POLLOCK, J. Y D.E. BYTH. 1984. *Variety x Environment Interactions in Sugarcane. I. Variance Components. Aust. J. Agric. Sci.*

ABSTRACT

A STUDY ON THE G x E INTERACTION OF SUGARCANE CROP IN GRANMA. II. THE USE OF MAIN COMPONENT ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL SCREENING

A group of sugarcane varieties (C.87-51, B. 63118, C. 187-68, Ty. 7616 and Ja. 60-5), planted in eight locations of Granma province, within Winter and Spring

seasons, were selected for screening. Thus, both the factorial variance and main component analyses were performed. Five variables were chosen for the latter: cane t/ha, Pol % cane, Pol t/ha, average monthly rainfall and stool age. A G x E interaction was observed. Results from the main component analysis showed the highest percentages on cane t/ha, crop age being the least important.

Manuscrito recibido el 3/IX/86.