

INTERACCION G X A DE VARIEDADES DE PASTOS DE ALTOS RENDIMIENTOS

R. Hernández, I. Hernández y A. Gómez

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Se evaluaron genotipos de alto rendimiento de MS, de diferentes especies de pastos en cuatro localidades en dos épocas para determinar la interacción genotipo x ambiente de los mismos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se evaluaron 10 cultivares de las especies *Panicum maximum* (2), *Pennisetum purpureum* (1), *Cynodon dactylon* (2), *Digitaria decumbens* (2), *Chloris gayana* (1), *Cynodon nlemfuensis* (2), en condiciones de secano. Se estimó la adaptabilidad y estabilidad por el método de Eberhart y Russell. Se determinó una alta interacción genotipo x ambiente donde la mayor contribución a la varianza total estuvo dada por la época y por la interacción genotipo x localidad en lo relativo a las interacciones de primer orden. Todos los cultivares estudiados fueron estables, excepto Likoni y Común de *P. maximum* y PA-32 de *D. decumbens*. Los cultivares más adaptables fueron los dos primeros que presentaron un índice varietal superior al índice ambiental. Se recomienda continuar este tipo de estudio aumentando el rango ambiental a fin de crear un patrón de respuestas predecibles extrapolables a otros ambientes.

Palabras clave: *Interacción G x A, pastos tropicales*

High DM yield genotypes from different pasture species were evaluated in four locations during two seasons in order to determine their genotype x environment interaction. A randomized block design and three replications was used. Ten cultivars were evaluated under the dry condition (*Panicum maximum* (2), *Pennisetum purpureum* (1), *Cynodon dactylon* (2), *Digitaria decumbens* (2), *Chloris gayana* (1), and *Cynodon nlemfuensis* (2). Adaptability and stability were estimated using Eberhart and Russell method. A high genotype x environment interaction was determined where the season and the genotype x location interaction provided the highest contribution to the total variance in regard with first order interactions. All studied cultivars were stable with the exception of *P. maximum* cv. Likoni, *P. maximum* cv. Común and *D. decumbens* cv. PA-32. The two first cultivars were the most adaptable ones which presented a higher varietal index than environmental. It is recommended to continue this type of study with the increment of the environmental range in order to create a predictable response pattern extrapolable to other environments.

Additional index words: *Genotype x environment interaction, tropical pastures*

El proceso de introducción y evaluación de pastos en Cuba ha dado como resultado un grupo de variedades que han sido recomendadas para su generalización en el país. Sin embargo, el aumento de la producción ganadera tomando como base estas variedades depende de su grado de adaptabilidad a diferentes condiciones, así como de la estabilidad de sus rendimientos, aspecto que es de primerísima importancia en el proceso de selección como ha sido demostrado por numerosos investigadores en diversos cultivos (Breese, 1969; Estévez, 1981).

Es por ello que se realizó este experimento con el objetivo de conocer el de interacción genotipo x ambiente así como la adaptabilidad y estabilidad de un grupo de variedades recomendadas para la producción por sus altos rendimientos.

MATERIALES Y METODOS

Localización, suelo y clima. El estudio se realizó en cuatro localidades ganaderas del país: Empresa Genética de Matanzas, Cascajal, Seibabo y Sur del Jíbaro, cuyas características de suelo y clima se describen en la tabla 1 y en la figura 1.

Tabla 1. Principales características de los suelos en las localidades estudiadas.

Localidad	Clasificación del suelo**	Textura	pH (CIK)	Valor T	V (%)	MO (%)	P*	K*
Empresa Genética (Matanzas)	Pardo con carbonato	Arcilloso	7,0	44,3	100	2,3	2,80	7,0
Cascajal (Villa Clara)	Ferralítico Cuarcítico amarillo rojizo lixiviado	Loam	5,3	21,0	91	2,4	0,89	6,3
Seibabo (Villa Clara)	Aluvial	Arcilloso	6,0	45,0	83	2,0	0,92	-
Sur del Jíbaro (Sancti Spíritu)	Ferralítico Cuarcítico amarillo rojizo	Loam arenoso	5,2	8,1	11	1,2	0,48	5,0

* Asimilable, mg/100 g

** Clasificación ACC (1979)

Diseño y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloque al azar con tres repeticiones. Los tratamientos aparecen agrupados en la tabla 2.

Procedimientos. Las mediciones del rendimiento se realizaron en secano durante un año. Se fertilizó en la época lluviosa con una dosis anual de 270, 150 y 200 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha. El N se fraccionó por corte y el fósforo y el potasio se distribuyeron al inicio y final de la época lluviosa. Se utilizó una frecuen-

cia de corte de 30 a 35 días en lluvia y de 42 a 45 días en seca. Se cortaron las plantas a una altura de 10 a 12 cm para las cespitosas y de 12 a 15 cm para las macollosas.

Se realizó el análisis matemático del rendimiento de MS según los modelos de Searle (1971) para el análisis de varianza y de Eberhart y Russell (1966) para el estudio de la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos estudiados.

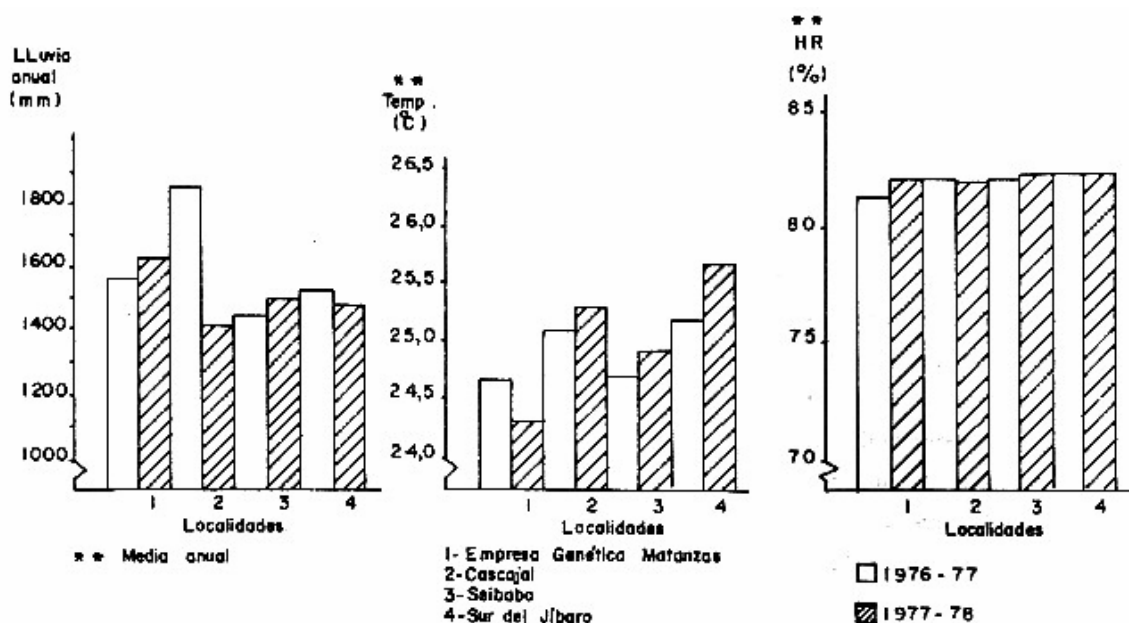


Fig. 1. Datos climáticos de las localidades durante el período experimental.

Tabla 2. Cultivares estudiados.

Cultivar	Especie
Guinea likoni	<i>Panicum maximum</i>
Guinea común	<i>Panicum maximum</i>
Bermuda de costa	<i>Cynodon dactylon</i>
Bermuda cruzada-1	<i>Cynodon dactylon</i>
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>
Pangola PA-32	<i>Digitaria decumbens</i>
Rhodes callide	<i>Chloris gayana</i>
Pasto estrella tocumen	<i>Cynodon nlemfuensis</i>
Pasto estrella jamaicano	<i>Cynodon nlemfuensis</i>
King grass	<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>

RESULTADOS

El análisis de varianza mostró que las tres fuentes de variación: genotipo, ambiente y genotipo x ambiente (tabla 3), son significativas ($P < 0,001$).

El análisis factorial combinado determinó que todas las fuentes de variación resultaron altamente significativas

($P < 0,001$) aunque se encontró que el cuadrado medio de la época (E) y la localidad (L) fueron las que mayor contribución tuvieron a la varianza total, resultando superiores que los genotipos. De igual forma la interacción de la localidad por época (L x E) resultó superior que las demás interacciones (tabla 4).

Tabla 3. Análisis de varianza

Fuentes de variación	GL	CM
Genotipo (G)	9	42,5***
Ambiente (A)	7	935,4***
G x A	63	15,9***
Error	158	2,5
CV = 14,1 %		

*** P<0,001

Tabla 4. Análisis de factorial combinado.

	GL	CM
Réplica en época y localidad	16	9,5***
Genotipo (G)	9	42,5***
Localidad (L)	3	63,7***
Epoca (E)	1	6 173,4***
G x L	27	23,7***
G x E	9	11,5***
L x E	3	70,4***
G x L x E	27	9,6***
Error	142	3,2
CV = 11,3 %		

*** P<0,001

El análisis de la estabilidad y la adaptabilidad (tabla 5 y figura 2) mostró que solamente las guineas likoni y común y la pangola PA-32 representaron valores de bi significativamente diferentes en la unidad.

Las desviaciones de la linealidad ($f^2_{ij}/n-2$) encontradas no fueron diferentes de 0 en ningún cultivo, dando un indicador de la alta estabilidad mostrada por la mayoría de los pastos considerados en el estudio, aunque su valor absoluto fue alto para PA-32 y king grass.

Por otro lado se puede observar que los rendimientos medios de las guineas likoni y común en todos los ambientes (\bar{y}) fueron superiores a la media del rendimiento de todos los pastos en todos los ambientes (\bar{x}).

Tabla 5. Resultados del análisis de la estabilidad genotípica y de la adaptabilidad.

Cultivares	bi	ES bi	$f^2_{ij}/n-2$	\bar{y}^1	\bar{x}^2
Guinea likoni	1,37*	0,18	6,76	9,56	
Guinea común	1,25*	0,11	4,18	8,66	
Bermuda de costa	1,14	0,13	4,60	8,31	
Bermuda cruzada-1	1,08	0,07	0,90	7,85	
Pasto estrella jamaicano	1,19	0,10	5,02	8,45	
Pasto estrella tocumen	1,05	0,07	1,07	8,14	
Pangola común	0,87	0,15	6,12	5,65	
Pnagola PA-32	0,89*	0,25	14,43	6,44	
Rhodes gigante	0,82	0,15	3,01	7,01	
King grass	0,96	0,22	11,69	9,13	8,02

¹ Media general de cada genotipo sobre todos los ambientes

² Media general de todos los experimentos

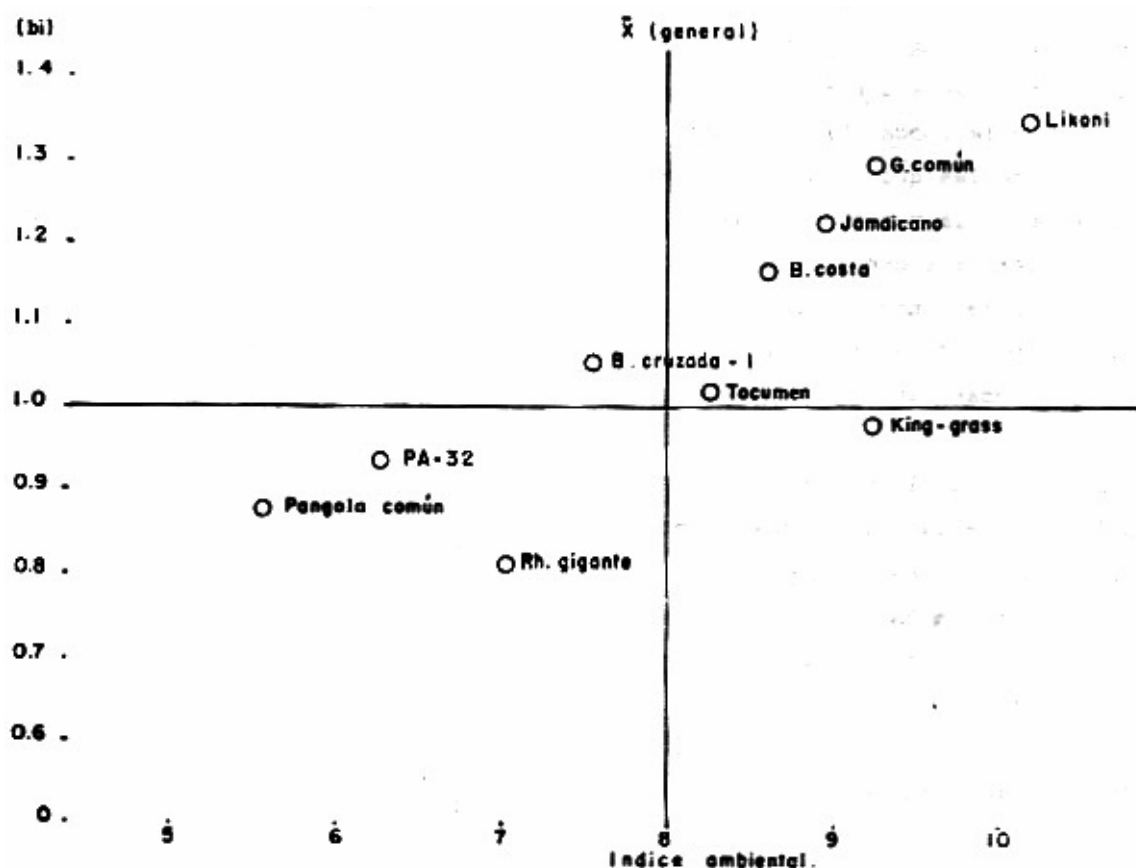


Fig. 2. Análisis gráfico de adaptabilidad.

DISCUSION

Los resultados mostraron que las condiciones ambientales ejercen influencia, y de forma diferencial, en el rendimiento de los genotipos.

Como se observa en el análisis de varianza y el análisis factorial combinado, la parte de la varianza correspondiente al genotipo es menor que la varianza debida al ambiente (época y localidad) y que la interacción de estos dos factores ambientales entre sí, pero es mayor que la varianza de la interacción del genotipo con estos, lo que nos permite asegurar que existe suficiente variación entre los

genotipos, no enmarcada por el ambiente para su selección con adaptación amplia. La repetibilidad encontrada por Gerardo (1983) en un estudio de interacción G x A en pastos reafirma el criterio anterior.

Al estudiar la interacción genotipo por ambiente en pastos, Breese (1969) demostró que el comportamiento de genotipos individuales en un rango de ambientes es una función lineal del valor de los ambientes en los que se cultivan y que la regresión lineal de los valores genotípicos individuales (según Finlay y Wilkinson, 1963 y Eberhart y Russell, 1966), provee una medida de la respuesta de cada variedad que puede ser

usada para predecir el comportamiento relativo de esta sobre un rango de condiciones ambientales.

El comportamiento de los pastos estudiados corrobora, en general, las conclusiones de Breese (1969). El rendimiento de las variedades se comporta como una función lineal del valor ambiental, lo que está dado por la regresión lineal del rendimiento individual sobre el rendimiento medio de todos los genotipos en cada localidad, cuya desviación de la linealidad no difiere de cero en ningún caso, es decir, la línea de regresión se ajusta perfectamente a la recta. Resultados similares fueron informados por Estévez (1981) trabajando con otros cultivos en las condiciones de Cuba.

Las variedades utilizadas fueron seleccionadas por sus altos rendimientos en numerosos estudios realizados (Ramos, 1983; Hernández, 1984) durante varios años en las condiciones del trópico. Lo anteriormente expuesto puede ser un elemento importante para explicar la estabilidad genotípica mostrada por los mismos.

Sin embargo, aunque los valores b_i sólo en tres variedades resultaron diferentes de 1, nos indican que hay diferencias en el grado de respuesta de estas variedades a las condiciones de cambio hacia un ambiente más favorable.

Los valores de b_i de las variedades de *Panicum maximum*, en especial de Likoni, así como sus rendimientos medios, nos indican que estas variedades se adaptan mejor a ambientes favorables y que su nivel de respuesta a una mejora del ambiente será mayor que en el resto de los pastos estudiados, lo que coloca a esta especie en uno de los lugares cimeros en cuanto a su uso en la

estructuración de la base alimentaria del ganado vacuno en Cuba. Igual conclusión fue encontrada por Gerardo y col. (1981), Machado y Muñoz (1982), Machado, Seguí, Martínez y Jácome (1986) y Gerardo y Rodríguez (1987).

El caso opuesto resulta el de las variedades de Digitaria, en especial la PA-32, que presentó adaptación para ambientes específicos al mostrar b_i por debajo de la unidad y una media baja. Esto nos pudiera conducir a afirmar que dicha especie se adapta a condiciones desfavorables y que este comportamiento responde a una característica genética de la especie que le permite enfrentar alguna deficiencia del ambiente, quizás del suelo. Lo anterior debe ser objeto de un estudio minucioso ya que Gerardo (1983) recomienda la PA-32 para ambientes favorables, lo cual difiere de nuestros resultados; en todo caso esta variedad mostró la mayor desviación de la linealidad y el mayor error estándar, lo que nos conduce a pensar que presenta adaptación a condiciones específicas.

Un análisis global del estudio de la estabilidad y la adaptabilidad de los diferentes cultivares nos indica que:

- La mayoría de los pastos considerados son estables genotípicamente en todos los ambientes donde se desarrollaron los experimentos; sin embargo, la guinea común, la guinea likoni y la PA-32 no muestran ser adaptables a todos los ambientes.
- Mientras la likoni y la guinea común parecen más adaptables a condiciones favorables, la PA-32 mostró adaptación a ambientes específicos que fueron desfavorables al resto de los genotipos.

Este resultado sugiere que para el estudio de una gama de genotipos tan diversa se requiere un rango de

ambientes también diverso, que nos permita crear un patrón de respuestas predecibles, útiles para ser extrapoladas a otros ambientes.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana
- BREESE., E.L. 1969. *Heredity*. 24:27
- EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. 1966. *Crop Sci.* 6:36
- ESTEVEZ, ANA. 1981. *Cultivos tropicales*. 2:2
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. 1963. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742
- GERARDO, J. 1983. *Pastos y Forrajes*. 6:161
- GERARDO, J.; MENENDEZ, J.; HERNANDEZ, R.; MACHADO, R.; MIRET, R. & HERNANDEZ, N. 1981. IV Foro Científico, Academia de Ciencias de Cuba
- GERARDO, J. & RODRIGUEZ, O. 1987. *Pastos y Forrajes*. 10:26
- HERNANDEZ, R. 1984. Evaluación agromónica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis en opción al Grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba
- MACHADO, HILDA & MUÑOZ, D. 1982. *Pastos y Forrajes*. 5:297
- MACHADO, HILDA; SEGUI, ESPERANZA; MARTINEZ, J. & JACOME, A. 1986. *Pastos y Forrajes*. 9:103
- RAMOS, N. 1983. Contribución al estudio de la evaluación de especies y variedades del género *Cynodon* para la producción de forrajes de corte. Tesis en opción al Grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba
- SEARLE, S.R. 1971. *Biometrics*. 27:1