

EVALUACION Y DISCRIMINACION DE ZONAS PARA LA SELECCIÓN DE VARIEDADES

J. Gerardo, Hilda Machado y Esperanza Seguí

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

Se evaluaron 17 cultivares en cinco localidades con el objetivo de caracterizarlas y determinar los indicadores del ambiente más influyentes en los cuatro caracteres estudiados (MS, % MS, % de hojas y % PB), así como el valor predictivo y discriminativo de cada localidad. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas durante 2 años, sin riego y con fertilización de 200, 100 y 100 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente. Se aplicaron los análisis matemáticos adecuados para estos fines. Las localidades formaron tres grupos: Guantánamo (grupo I); Indio Hatuey y Jovellanos (grupo II); Bayamo y Cascajal (grupo III) y todas mostraron un buen valor predictivo y discriminativo. Los factores más influyentes fueron la temperatura (máxima, mínima y media), la precipitación, la humedad relativa y los factores edáficos (P asimilable). Se concluye que la selección es efectiva en una o dos localidades cuando se tiene en cuenta los efectos de la época para seleccionar variedades con adaptabilidad amplia, así como que cualquiera de las localidades estudiadas puede ser utilizada para la selección por presentar buen valor predictivo y discriminativo y que la misma debe realizarse a partir del segundo año de evaluación o con la media de los 2 años estudiados.

Palabras claves: *Clasificación de ambientes, discriminación de zonas, selección*

Seventeen cultivars were evaluated in five localities in order to characterize and determine the most influencing environmental indicators upon four studied parameters (DM, DM %, leaf % and CP %) as well as to determine predictive and discriminative value of each locality. A randomized block design and three replications was used during two years. Irrigation was not used and fertilization (200, 100 and 100 kg of N, P₂O₅ and K₂O respectively) was supplied. Adequate mathematical analyses were applied. Three groups of localities were formed: Guantánamo (I); Indio Hatuey-Jovellanos (II) and Bayamo-Cascajal (III). Suitable predictive and discriminative values of the three groups were recorded. Temperature (maximum, minimum and medium) rainfall, relative humidity and edaphical factors (assimilable P) were the most influencing environmental indicators. It is concluded that selection is effective in one or two localities if seasonal effects are taken into consideration to select wide adaptive varieties. Thus, selection may be carried out after the second year of evaluation or with the mean average of the two years at any of the studied localities, because a good predictive and discriminative value was recorded.

Additional index words: *Environmental classifications, zones discrimination, selection*

El efecto del ambiente sobre el comportamiento de los caracteres de la planta es un fenómeno indiscutible para todo evaluador, por lo que es necesario escoger un rango amplio de ambientes donde se presenten las condiciones de la producción para la discriminación de variedades.

Sin embargo, esta problemática tiene implicaciones técnicas, ya que se requieren localidades capaces de discriminar adecuadamente las variedades y predecir su comportamiento en otras condiciones; este proceso a su vez debe ser económico, puesto que un rango demasiado amplio encarece considerablemente la investigación.

Por otra parte, la selección de variedades con un rango amplio de adaptación es un objetivo práctico, ya que la búsqueda de variedades para cada tipo de ambiente en particular, como recomendara Bray (1975), es casi imposible por la influencia que puede ejercer la variación de uno de los indicadores del ambiente.

Esta problemática ha sido tratada por diversos autores (Hamblin, Harry, Fisher, Helen y Ridings, 1980; Brown, Sorrells y Coffman, 1983), quienes difieren en sus criterios para definir las zonas ideales o representativas para la evaluación de variedades.

Sin embargo, en lo que todo investigador está de acuerdo es en la necesidad de estudiar los efectos del ambiente y seleccionar las mejores localidades para la evaluación de los genotipos. En este sentido, el estudio de la interacción $G \times A$ es un paso imprescindible para cualquier mejorador de plantas y ha sido utilizado en diferentes cultivos, como en los pastos (Seguí y Machado, 1986) o en caña de azúcar (Alfaro, Gálvez, Nardo, Morales y Calaña, 1987); también es importante la determinación de las mejores localidades para la discriminación de variedades (Morales, Gálvez, Nardo y Calaña, 1987),

con el fin de hacer más efectivo y económico el proceso de selección a través de la clasificación de las localidades.

El objetivo de este trabajo fue determinar los factores edafoclimáticos que más intervinieron en el comportamiento de los caracteres agronómicos de varios cultivares de pasto, así como la estimación del comportamiento discriminativo y predictivo de las localidades estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron sembrados cinco experimentos en las localidades de Guantánamo, Bayamo, Cascajal, Indio Hatuey y Jovellanos, cuyas características de suelo aparecen en la tabla 1. Las condiciones climáticas se pueden observar en la tabla 2.

Los 17 cultivares estudiados estuvieron representados por 6 géneros (tabla 3) y fueron previamente mejorados y/o seleccionados en Indio Hatuey por sus rendimientos de MS.

El diseño utilizado fue un bloque al azar con tres réplicas; para todos los casos la siembra se realizó a chorrillo en surcos espaciados a 50 cm.

Fertilización. Se fertilizó durante el período evaluativo con dosis de 200, 100 y 100 kg de N, P_2O_5 y K_2O /ha respectivamente. El nitrógeno se aplicó en el período lluvioso, fraccionado por corte. En el período poco lluvioso no se empleó riego.

La frecuencia de corte fue de 45 y 60 días para lluvia y seca respectivamente. Se evaluaron los caracteres rendimiento de MS, % MS, % PB y por ciento de hojas.

Las variables estudiadas fueron: variedades (17 cultivares), localidades (5), épocas (2), años (2), factores climáticos (temperatura máxima, mínima y media, precipitación total, humedad relativa y horas sol) y edáficos (pH, MO, N, P, P asimilable, K^+ , Mg^{++} , Na^+ y Ca^{++}).

Tabla 1. Características del suelo en diferentes localidades.

	pH ClK	MO %	P ppm	K ⁺ me/100 g	Na ⁺ me/100 g	Ca ⁺⁺ me/100 g	Mg ⁺⁺ me/100 g	Tipo de suelo	Categoría agropecuaria
Guantánamo	7,9	2,13	22,0	0,49	0,11	45,9	9,9	Aluvial diferenciado	III
Bayamo	7,0	1,64	15,0	0,57	0,24	23,0	1,9	Oscuro Plástico profundo	IV
Cascajal	5,0	2,5	24,7	0,30	0,31	27,6	2,9	Ferralítico Amarillo rojizo lixiviado	III
Indio Hatuey	6,0	3,0	25,0	0,42	0,08	24,6	2,9	Ferralítico Rojo profundo	II
Jovellanos	7,0	2,6	28,6	0,41	0,04	43,1	2,9	Pardo con Carbonatos poco profundo	III
Rangos	(5-8)	(1-3)	(15-29)	(0,3-0,6)	(0,04-0,3)	(23-45)	(1-10)		

pH (ClK): Relación suelo – solución nutritiva 1:2,5

MO (%): Método de Walkley-Black (colorimetría)

P (ppm): Por los métodos del Sistema Nacional Agroquímico

Na (me/100 g): Método de fotometría de llama

K (me/100 g): Método de fotometría de llama

Ca (me/100 g): Método de Schachtschabel

Mg (me/100 g): Método de Schachtschabel

Tabla 2. Comportamiento de los factores climáticos durante el período experimental por etapas y localidades.

Etapas	Localidades					Rangos
	Guantánamo	Bayamo	Casajal	Indio Hatuey	Jovellanos	
1er. año						
Temperatura \bar{x} (°C)	26,0	25,7	24,7	23,9	21,9	(21-26)
Horas sol	7,7	8,0	7,1	7,9	7,2	(7-8)
Precipitación total (mm)	779,3	1 112,3	1 404,1	1 033,7	1 293,9	(779-1404)
Humedad relativa (%)	75,0	70,8	80,4	84,3	81,9	(70-84)
2do. año						
Temperatura \bar{x} (°C)	24,9	24,8	23,7	23,2	23,2	(23-25)
Horas sol	7,7	8,0	7,3	8,2	7,2	(7-8)
Precipitación total (mm)	956,1	1 449,2	955,5	1 323,4	1 365,4	(955-1365)
Humedad relativa (%)	76,3	76,5	79,5	83,0	80,8	(76-83)

Los análisis estadísticos utilizados fueron los siguientes. Para la clasificación localidades se utilizó la metodología de Brown *et al.* (1983), cuyo procedimiento consistió en la aplicación de regresiones múltiples entre las variables ambientales (15) y los caracteres medidos (4), considerados estos últimos como variables dependientes, con el objetivo de identificar el conjunto de variables independientes (ambientales) más predictivas. Cuando los valores r^2 estaban por encima de 0,5 y mostraban significación, asignaron las ecuaciones de regresión para cada carácter.

Las variables independientes que mejor ajuste presentaron (predictivas) fueron estandarizadas a media cero y varianza 1 para eliminar las diferencias debidas a escala y agrupar por cluster análisis las variables más predictivas para cada carácter; de esta forma quedaron clasificadas las localidades.

La segunda parte de esta metodología fue la identificación de las mejores localidades para discriminar genotipos, que consistió en la sustitución del índice ambiental en el eje de las x del análisis Finaly y Wilkinson (1963) por el índice varietal (media de cada variedad en todas localidades), de tal forma que la línea de regresión resultante diera las respuestas del ambiente en vez de las del cultivar. Cuando $b_j = 1,00$ su valor discriminativo consideró regular; mientras que cuando $b_j > 1,00$ este ambiente fue el mejor para discriminar y si $b_j < 1,00$ el lugar fue poco apropiado. También el coeficiente (r^2) permitió conocer la seguridad relativa con que un ambiente podía discriminar.

Por otra parte, se utilizó el método de Hamblin *et al.* (1980) para determinar el valor predictivo de las localidades, que se basó en correlacionar los rendimientos de variedades de una localidad con el rendimiento medio de cada variedad en todas las localidades (índice varietal). Las correlaciones significativas se conside-

raron como localidades similares y las no significativas como localidades diferentes; por último, para confirmar la similitud entre variedades se utilizó el método de correlaciones dialélicas de Guitard (1960), para lo cual se tomaron los valores de los rendimientos de cada año y la media de los 2 años de evaluación.

También se sometió a cluster análisis los factores edafoclimáticos de las cinco localidades estudiadas y otros indicadores como localidad (índice ambiental de cada localidad), variedad (MS de cada variedad) y época (índice ambiental de cada época), haciendo un total de 17 variables con el objetivo de estudiar la distancia euclidiana de todas las variables y determinar la formación de grupos en base a estas.

Tabla 3. Cultivares evaluados preseleccionados en Indio Hatuey.

Cultivares	Especies
Likoni	<i>Panicum maximum</i> Jacq.
SIH-127	" " "
Gigante azul	" " "
Biloela	<i>Cenchrus ciliaris</i> (L.)
Molopo	" " "
Formidable	" " "
Rhodes gigante	<i>Chloris gayana</i> (Kunth.)
Rhodes común	" " "
Rhodes 161	" " "
Bermuda 67	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers
Bermuda 68	" " " "
Callie	" " " "
Cruzada-1	" " " "
Pasto Estrella Jamaicano	<i>Cynodon nlemfuensis</i> (Vanderyst)
Pangola común	<i>Digitaria decumbens</i> (Stent.)
PA-32	" " "
Basilisk	<i>Brachiaria decumbens</i> (Stapf.)

RESULTADOS

Determinación de las variables ambientales más predictivas y su agrupamiento

La aplicación del método de Brown *et al.* (1983) arrojó regresiones aceptables solamente entre el rendimiento de MS y las variables ambientales (temperatura media y máxima) y edáficas (contenido de fósforo); mientras que para el porcentaje de materia seca lo fueron con la temperatura media y el fósforo asimilable, no así para el por ciento de hojas, donde las regresiones resultaron aceptables solamente con la temperatura mínima, la precipitación y la humedad relativa. Sin embargo, para el PB las regresiones fueron significativas con las precipitaciones, la MO y el fósforo asimilable (tabla 4); no se encontraron regresiones significativas en los cuatro caracteres estudiados para la variable climática (horas sol) ni para las variables edáficas (N total, P asimilable, pH y Ca), por lo que estas no se consideraron predictivas.

Por otra parte, la aplicación del cluster análisis a las variables predictivas en cada carácter presentó los siguientes agrupamientos: para el carácter rendimiento de MS se formaron dos clases (fig. 1) a partir del nivel 3,5, por lo que se pudo observar que la separación de estas variables (temperatura media y mínima y contenido de fósforo en el suelo) estuvo representada fundamentalmente por las épocas de seca y lluvia, donde la clase I poseía la seca de cuatro localidades en el primer y segundo año, excepto Bayamo seca (primer y segundo año) que formó parte de la clase II, la cual contenía las lluvias de todas las localidades de ambos años menos Jovellanos en la lluvia del segundo año; la clase II se caracterizó por las más elevadas temperaturas máximas y medias y un contenido de P superior, lo

Tabla 4. Ajustes obtenidos para cada variable predictiva y los valores estimados de las precipitaciones.

Variables	Ecuaciones			
Rendimiento de MS =	$3,87 + 3,79$	$(0,75)$	$t \bar{x} - 3,77$	$(1,57)$ $t \text{ máxima} + 2,57$ $(0,99)$ P $r^2 = 0,74^*$
% de MS =	$58,76 - 1,02$	$(0,35)$	$t \bar{x} - 1,57$	$(0,51)$ P $r^2 = 0,53^*$
% de hojas =	$155,67 - 1,31$	$(0,35)$	$t \text{ mínima} + 0,001$	$(0,004)$ $\text{Precipitación} - 0,91$ $(0,34)$ HR $r^2 = 0,50^*$
% de PB =	$5,51 - 0,001$	$(0,0002)$	$\text{Precipitación} + 0,35$	$(0,15)$ $MO + 0,29$ $(0,07)$ P $r^2 = 0,71^*$

Según Brown, Sorrels y Confman (1983) las variables más predictivas son las que presentan $r^2 > 0,50$ y significativo $P < 0,05$
() Error standard de las variables

que favoreció el incremento de los rendimientos de MS en la lluvia (tabla 5).

Posteriormente se aplicó el cluster análisis a las variables predictivas del % de MS y se observó la formación de tres clases (fig. 2); a partir del nivel 4 la primera clase estuvo constituida por Bayamo en ambas épocas en el primer y

segundo año, con Cascajal en la seca del primer año y la lluvia del segundo; la segunda clase estuvo compuesta por el resto de las localidades en el primer y segundo año, excepto Cascajal en la lluvia del primer año que conformó la clase III.

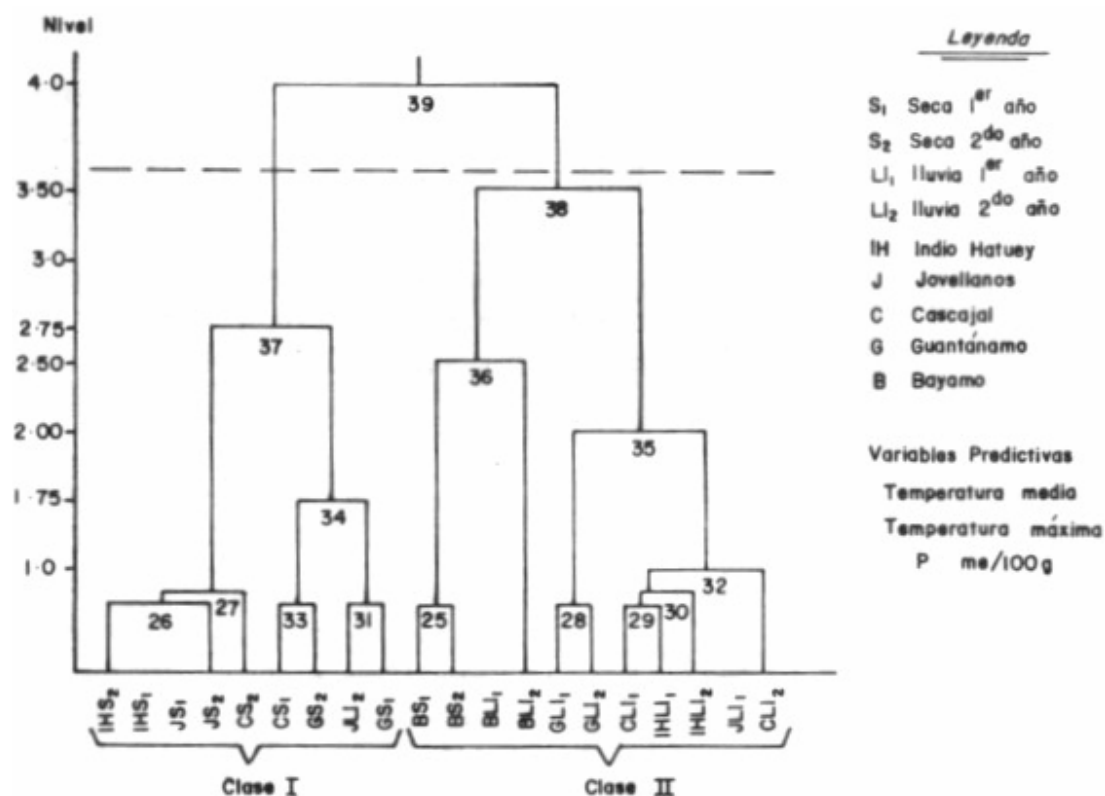


Fig. 1. Agrupamiento de las tres variables predictivas para el carácter rendimiento de MS.

Los componentes de la calidad, a pesar de que mostraron variables predictivas diferentes (% de hojas-temperatura mínima, precipitación y HR; % PB - precipitación, MO y P asimilable), contribuyeron de forma similar a las clases al estar constituidas por las mismas localidades y la época para ambos caracteres; al parecer esto estuvo influenciado por la precipitación, aunque todas las variables predictivas aportaron su influencia en la formación de las clases.

La clase II quedó conformada para el % de hojas por Bayamo y Jovellanos en los 2 años en la época de lluvia, incluyendo a Cascajal en el primer año e Indio Hatuey en el segundo para la misma época; mientras que para el % de PB la clase II estuvo formada por las mismas localidades y épocas mencionadas, pero incluyó a Cascajal en el segundo año e Indio Hatuey en el primero, más Guantánamo en el período lluvioso del segundo año (figs. 3 y 4).

Tabla 5. Comportamiento medio de las variables en cada clase en los cuatro caracteres evaluados.

	Rendimiento de MS				% de MS				% de hojas				% de PB			
	Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas		Variables predictivas	
	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}	t	\bar{x}
Clase I	22,6	32,7	1,9	24,3	6,4	13,6	60,4	79,4	246,8	2,3	3,8					
Clase II	25,9	34,7	2,9	24,4	1,8	18,6	177,1	81,5	925,0	2,5	3,8					
Clase III	-	-	-	29,8	8,3	-	-	-	-	-	-	-				
\bar{x}	24,4	33,8	2,5	24,7	3,6	15,1	95,4	80,0	518,1	2,4	3,8					

Con respecto al comportamiento medio de variables agrupadas según los caracteres estudiados (tabla 5), se observó que los valores más bajos, excepto P asimilable, se ubicaron en la clase I, donde se encontraban observaciones obtenidas en seca; los valores más altos se localizaron en la clase II, conformada por las observaciones en tomas de lluvia, lo que demostró el marcado efecto de la época para todas las variables.

Solo para el % de MS se formó una clase III, representada por Cascajal en la lluvia del primer año, la que mostró valores superiores al resto de las localidades estudiadas.

Determinación de la similitud entre localidades y el valor predictivo y discriminativo

Las matrices de correlaciones dialélicas mostraron la similitud entre localidades (tabla 6). En el primer año de evaluación fueron similares las localidades Cascajal, Indio Hatuey y Jovellanos y en el segundo las antes mencionadas más Guantánamo. Sin embargo, cuando se tomó el promedio de los 2 años de evaluación no se encontraron diferencias entre localidades.

Posteriormente se determinaron los valores discriminativos y predictivos de las localidades estudiadas por el método de Hamblin *et al.* (1980), cuyos resultados se muestran en la tabla 7. Como se puede observar, el primer año expresó que todas las localidades presentaban valor discriminativo regular y se destacaron Guantánamo y Jovellanos con los valores de b_j más altos, aunque no significativamente diferentes de uno; mientras que en el segundo año Guantánamo presentó significativamente el mejor valor discriminativo e Indio Hatuey el peor. Sin embargo, cuando se tuvo en consideración la media de los 2 años todas las localidades mostraron valor discriminativo regular, excepto Indio Hatuey que fue la de peor valor discriminativo.

Por otra parte, cuando se analizó el valor predictivo de las cinco localidades se observó que tanto los 2 años estudiados como la media estos, mostraban un buen valor predictivo; se destacó la media de los 2 años por poseer los valores más altos de r y r^2 .

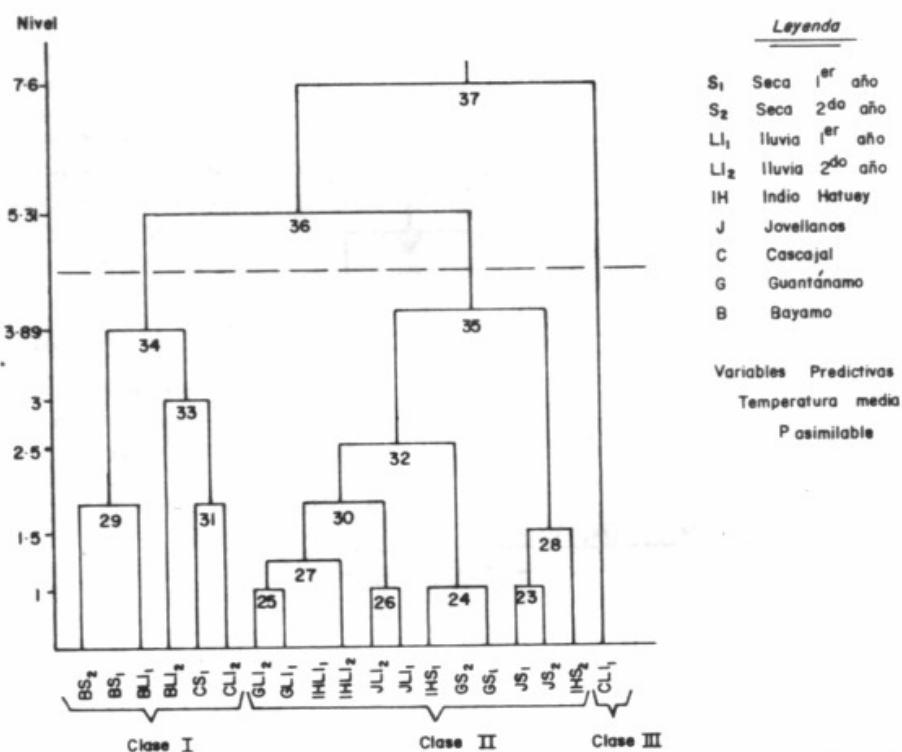


Fig. 2. Agrupación de las variables predictivas para el caracter % de MS.

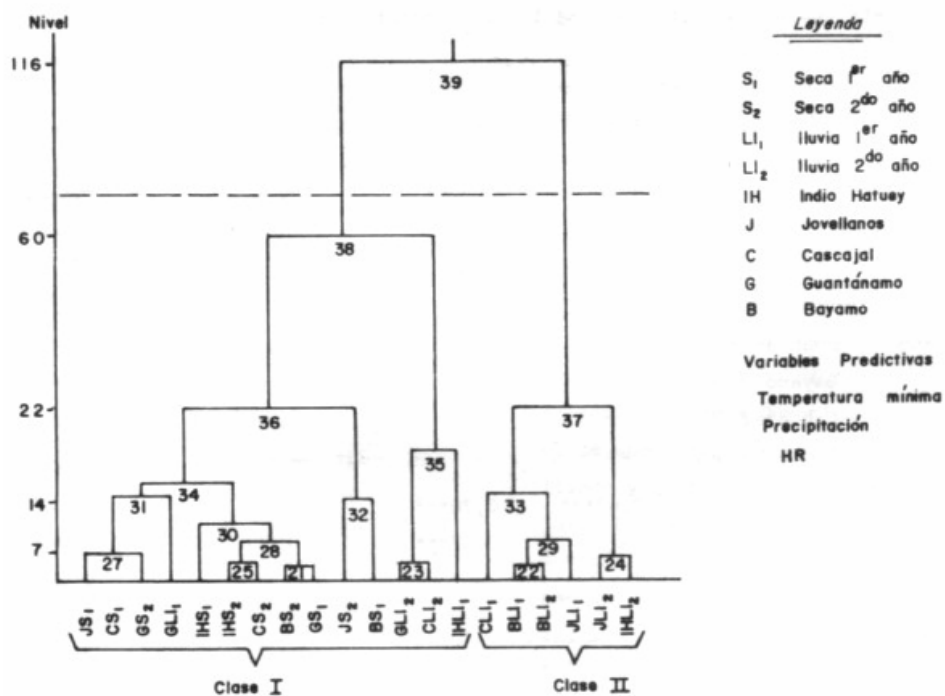


Fig. 3. Agrupación de las tres variables predictivas para el caracter % de hojas.

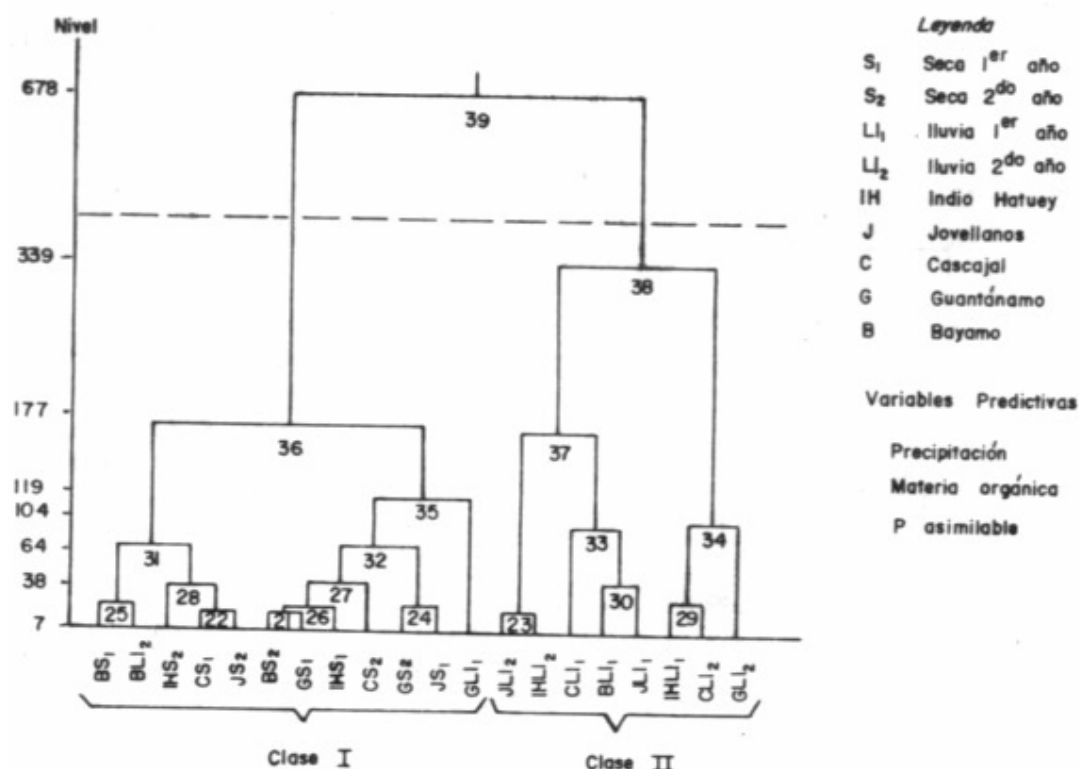


Fig. 4. Agrupación de las tres variables predictivas para el caracter % de PB.

Tabla 6. Matrices de correlaciones de los rendimientos de MS alcanzados entre localidades.

	Localidades	Bayamo	Cascajal	Indio Hatuey	Jovellanos
1er. año	Guantánamo	0,33	0,36	0,01	0,11
	Bayamo	-	0,37	0,35	0,29
	Cascajal	-	-	0,74***	0,84***
	Indio Hatuey	-	-	-	0,83***
2do. año	Guantánamo	0,39	0,57*	0,33	0,73*
	Bayamo	-	0,33	0,49	0,47
	Cascajal	-	-	0,54*	0,64*
	Indio Hatuey	-	-	-	0,37
\bar{x} de los 2 años	Guantánamo	0,63***	0,70***	0,58***	0,54***
	Bayamo	-	0,67***	0,70***	0,57***
	Cascajal	-	-	0,84***	0,87***
	Indio Hatuey	-	-	-	0,87***

*** $P < 0,001$

* $P < 0,05$

Coefficiente significativo – localidades similares

Coefficientes no significativos – localidades diferentes

Tabla 7. Comportamiento de las localidades según el valor discriminativo y predictivo.

Años	Localidades	bj valor discriminativo	r valor predictivo	r ² coeficiente de determinación
1er. año	Guantánamo	1,18	0,59*	0,34
	Bayamo	0,65	0,55*	0,30
	Cascajal	1,09	0,90***	0,80
	Indio Hatuey	0,72	0,72**	0,52
	Jovellanos	1,48	0,87***	0,75
2do. año	Guantánamo	1,88*	0,86***	0,73
	Bayamo	1,14	0,71**	0,50
	Cascajal	0,92	0,76***	0,57
	Indio Hatuey	0,36***	0,57*	0,32
	Jovellanos	0,80	0,87***	0,76
x̄ de los 2 años	Guantánamo	1,54	0,85***	0,73
	Bayamo	0,92	0,82***	0,68
	Cascajal	0,91	0,92***	0,85
	Indio Hatuey	0,73**	0,87***	0,76
	Jovellanos	1,08	0,89***	0,78

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05

bj= 1 (regular)

bj < 1 Sig. (peor)

bj > 1 Sig. (mejor)

El estudio de las 17 variedades analizadas a través del cluster análisis informó la formación de tres grupos: el primero separó a Guantánamo del resto, el segundo unió a Indio Hatuey con Jovellanos y el tercero a Bayamo con Cascajal. De forma general, el primer grupo mostró las mayores distancias euclidianas respecto a las restantes localidades, seguido del tercer y segundo grupo. La distancia euclidiana varió en seca de 28 a 735 y en lluvia de 29 a 937 (tabla 8).

Sin embargo, la distancia euclidiana (tabla 8) entre lluvia y seca en todas las localidades fue mayor que por época de forma separada, lo que expresa la marcada diferencia entre ambas a pesar

de que los factores edáficos fueron constantes en las dos épocas.

DISCUSIÓN

De las 15 variables edafoclimáticas analizadas sólo 7 (temperatura máxima y mínima; precipitación; horas sol; P total; P asimilable y MO) mostraron influencia en el comportamiento de los cuatro caracteres estudiados, donde el efecto de las temperaturas, de forma general, siempre estuvo presente, excepto para el carácter % de PB. Esto se debe a la marcada influencia de las temperaturas sobre el rendimiento de MS y sus componentes (% MS y % de hojas), lo que ha sido también demostrado por Wollner y Castillo (1968) y Pérez Infante

(1970); a la vez, la precipitación fue también otro de los factores del clima que mostró influencia para el % de hojas y el % de PB.

Entre los elementos del suelo estuvo siempre presente el fósforo asimilable para todos los caracteres, excepto para el 2 de hojas; resulta evidente que este elemento es básico para el crecimiento y desarrollo de las plantas y que desempeña un importante papel en el metabolismo vegetal como conductor de

la energía según fuera señalado por Mesa y Hernández (1989), por lo que es lógica su posición como variable predictiva entre los caracteres señalados; el resto de los elementos del suelo no resultó tan limitante por encontrarse en las proporciones necesarias para el desarrollo de los pastos, como fuera informado por Mesa (1980) y Nuviola, Labrada, Mesa, Alvarez, Gómez y Palacio (1987), para estos tipos de suelo.

Tabla 8. Comportamiento de las distancias euclidianas para las 17 variedades estudiadas.

	JS	JLl	GS	GLl	BS	BLl	IHS	IHLl	CS
Jovellanos seca (JS)	---								
Jovellanos lluvia (JLl)	870	---							
Guantánamo seca (GS)	696	1 162	---						
Guantánamo lluvia (GLl)	734	936	304	---					
Bayamo seca (BS)	155	913	544	607	---				
Bayamo lluvia (BLl)	765	194	978	745	780	---			
I. Hatuey seca (IHS)	28	871	697	735	155	765	---		
I. Hatuey lluvia (IHLl)	871	29 1 163	937	913	194	870	---		
Cascajal seca (CS)	260	839	463	476	142	688	261	839	---
Cascajal lluvia (CLl)	605	407	756	541	589	224	605	407	480
Formación de grupos según la distancia euclidiana entre localidades y para cada época									
Grupo 1	Guantánamo		Seca 463-697						
			Lluvia 541-937						
			Seca/lluvia 304-1 163						
Grupo 2	Indio Hatuey		Seca 28-697						
	Jovellanos		Lluvia 29-937						
			Seca/lluvia 605-871						
Grupo 3	Bayamo		Seca 142-735						
	Cascajal		Lluvia 194-745						
			Seca/lluvia 476-913						

Por otra parte, el agrupamiento de las variables predictivas para cada carácter se produjo fundamentalmente por la época sin que interviniera el efecto

localidad, excepto para el % de MS que formó una clase que incluyó a Bayamo en ambas épocas con Cascajal (seca del primer año y lluvia del segundo). Esto se

debe a que la época posee un efecto superior sobre los rendimientos de MS, % de hojas y % de PB como reflejo de los factores climáticos que interactúan entre sí, lo que dio como resultante los efectos expresados en estos caracteres y puso en un segundo plano los de otros indicadores del ambiente como los edáficos, los del manejo del pasto y otros. Similares conclusiones fueron formuladas por Seguí (1987) en hierba de guinea, quien incluyó factores ambientales como época, año, manejo (con y sin riego, frecuencia de corte) y determinó a través del análisis de componentes principales la distribución de los individuos, observando que el agrupamiento se producía fundamentalmente por la época (seca y lluvia) para el carácter rendimiento de MS. Esto también corrobora los resultados expuestos por Machado, Seguí, Martínez y Jácome (1986), quienes evaluaron 12 cultivares de guinea en tres localidades, dos épocas y 2 años y concluyeron que la mayor contribución de los efectos de interacción G y A fue expresada por la época; todos estos resultados conllevan a la afirmación de que entre los efectos ambientales el más contrastante es la época, por lo que para seleccionar cultivares con adaptabilidad general no es necesario evaluar en muchas localidades, ya que con la época en una o dos localidades se puede discriminar; además, se considera que para condiciones de estrés en el suelo (encharcamiento, salinidad y otros) habría que seleccionar desde generaciones tempranas en la localidad de interés, según fuera señalado por Machado y col. (1986).

Los resultados expuestos en la tabla 6 permiten conocer el comportamiento similar del conjunto de cultivares estudiados en las diferentes localidades; también se expresó la plasticidad de estos a través de la similitud entre

localidades (media de los 2 años) y a su vez se corroboró lo expuesto en el párrafo anterior, ya que las variedades evaluadas (tabla 3) fueron seleccionadas en Indio Hatuey antes de ser regionalizadas.

El hecho de que las épocas (seca y lluvia) resultaran ambientes contrastantes, no minimiza las diferencias entre las localidades, sino las enmascara, ya que al aplicar el cluster tomando como base las características físico químicas de las mismas y otros indicadores como índice ambiental y varietal, se observaron diferencias expresadas en la distancia euclidiana (tabla 8), donde se formaron tres grupos: Guantánamo (grupo 1), Indio Hatuey y Jovellanos (grupo 2) y Bayamo y Cascajal (grupo 3), de manera que la similitud mostrada en la tabla 6 estuvo dada por la adaptabilidad general de las variedades y no por los efectos edafoclimáticos entre localidades. Es decir, en cualquier lugar de Cuba las diferencias del clima entre el período seco y el lluvioso tienen un efecto mayor sobre las plantas que los efectos de las diferencias de los factores edafoclimáticos entre las localidades para las condiciones estudiadas.

Es importante señalar que los resultados no son consistentes cuando se toman los datos de un solo año para el análisis, lo cual es perfectamente lógico si se tiene en cuenta en cualquier localidad las diferencias climáticas entre un año y otro no se pueden predecir en el primer año, como fue planteado por Seguí, Machado y Martínez (1984), por lo que se debe seleccionar a partir del segundo año o teniendo en cuenta la media de los 2 años. Posteriormente se pudo comprobar que aunque las localidades fueran diferentes, según se

observa en la tabla 8, estas mostraron valores discriminativos similares (tabla 7); en el segundo año Guantánamo se comportó con el mejor valor discriminativo (1,88*) e Indio Hatuey con el peor (0,36*** y 0,7** - segundo año y media de los 2 años respectivamente), debido esto último a que en Indio Hatuey fue donde se seleccionaron previamente dichos cultivares y por lo tanto la variabilidad entre ellos fue más estrecha para esa localidad, ya que el objetivo y la presión de selección fueron los mismos para todos (altos rendimientos de MS).

Por otra parte, el valor predictivo de las localidades estudiadas fue eficiente, lo que indica la efectividad de estas localidades en el proceso de selección para su posterior recomendación a zonas con similares factores edafoclimáticos.

De los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que los factores más influyentes en la variabilidad de los cuatro caracteres estudiados fueron los climáticos, enmarcados en las dos estaciones del año en cualquier localidad, y que dentro de los edáficos lo fue el fósforo asimilable. Puede afirmarse que la época fue el factor ambiental más contrastante, por lo que no es necesario evaluar en varias localidades cuando se quiere seleccionar cultivares con adaptabilidad general; no obstante, consideramos que para obtener cultivares para condiciones específicas de estrés, la selección debe realizarse desde fases tempranas en la región a la que se quiera recomendar.

También se concluye que todas las localidades estudiadas poseen buenas características para la selección de variedades por sus condiciones discriminativas y predictivas, así como que cuando se realice el estudio de

determinación de zonas contrastantes a través del comportamiento del pasto deben ser utilizados cultivares que no hayan sido preseleccionados en una zona específica para que la plasticidad del material evaluado no enmascare la respuesta de las localidades; a la vez se confirma la baja efectividad del primer año para el proceso de selección y la eficiencia cuando se realiza a partir del segundo año o teniendo en consideración la media de los 2 años.

REFERENCIAS

- ALFARO, BEATRIZ; GALVEZ, G.; NARDO, A.; MORALES, C. & CALAÑA, J.M. 1987. *Cultivos tropicales*. 9:64
- BRAY, R.A. 1975. *Trop. Grassl.* 9:109
- BROWN, K.D.; SORRELLS, M.E. & COFFMAN, W.R. 1983. *Crop Sci.* 23:889
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. 1963. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742
- GÜITARD, A.A. 1960. *Can. J. Plant Sci.* 40:645
- HAMBLIN, J.; HARRY, M.; FISHER, H.M.; HELEN, I. & RIDINGS, H.I. 1980. *Euphytica*. 29:161
- MACHADO, HILDA; SEGUI, ESPERANZA; MARTINEZ, J. & JACOME, A. 1986. *Pastos y Forrajes*. 9:103
- MESA, A. 1980. *Pastos y Forrajes*. 3:415
- MESA, A. & HERNANDEZ, MARTA. 1989. *Pastos y Forrajes*. 12:1
- MORALES, C.; GALVEZ, G.; HARDO, A. & CALAÑA, J.M. 1987. *Cultivos tropicales*. 9:70
- NUVIOLA, A.; LABRADA, ALEIDA; MESA, A.R.; ALVAREZ, C.; GOMEZ, URBICIA & PALACIO, ZOILA. 1987. *Pastos y Forrajes*. 10:233
- PÉREZ INFANTE, F. 1970. *Rev. cubana Cienc. agric.* 4:145

SEGUI, ESPERANZA. 1987. Estudios genéticos para la selección de hierba de guinea en Cuba (*Panicum maximum* Jacq.). Tesis presentada en opción al grado de C.Dr.C. ISCAH, La Habana

SEGUI, ESPERANZA & MACHADO, HILDA. 1986. ***Pastos y Forrajes***. 9:210

SEGUI, ESPERANZA; MACHADO, HILDA & MARTINEZ, J. 1984. ***Pastos y Forrajes***. 7:331

WOLLNER, H. & CASTILLO, J.L. 1968. ***Rev. cubana Cienc. agric.*** 2:227

Recibido el 28 de diciembre de 1990