

Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 2. Ecotipos de *Panicum maximum**

A. Vallejos*, E. A. Pizarro**, C. Cháves***, D. Pezo*** y P. Ferreira***

Introducción

En América tropical existen más de 500 millones de hectáreas de bosques húmedos en los cuales, durante los últimos años, se han introducido varias especies de gramíneas y leguminosas forrajeras cuya producción de forraje es aceptable mediante aplicación mínima de insumos. Dentro de las gramíneas introducidas en este ecosistema sobresale *Panicum maximum* por su producción de forraje, valor nutritivo y tolerancia a plagas y enfermedades (Pizarro, 1988). La producción anual de materia seca (MS) de esta especie puede llegar hasta 30 t/ha (Edye y Miles, 1976) y su contenido de proteína cruda (PC) hasta 20% (Laredo y Ardila, 1984).

Debido al potencial de *P. maximum* para la producción animal en Centroamérica y el Caribe, entre octubre de 1987 y septiembre de 1988, en la estación experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, se evaluaron su producción de MS, su

tolerancia al ataque de insectos y enfermedades, su valor nutritivo y características fenológicas de 52 ecotipos de esta especie.

Materiales y métodos

Localización y suelos. El ensayo se realizó en un Inceptisol Typic Distropepts franco arenoso de mediana acidez y buena fertilidad (Vallejos et al., 1989) de la estación experimental Los Diamantes, localizada en Guapiles, Costa Rica, a 10° 13' de latitud norte y 83° 47' de longitud oeste, a 250 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 24.6 °C y la precipitación promedio de 4390 mm. La zona se encuentra en el ecosistema de bosque tropical lluvioso (Cochrane, 1986).

Establecimiento y manejo del ensayo. Los ecotipos se establecieron en octubre de 1987 utilizando material vegetativo, a una distancia de 1 m entre plantas y 2 m entre surcos, a razón de 6 plantas/parcela experimental. Al momento de la siembra se aplicaron 50 kg/ha de N, 10 kg/ha de P, 20 kg/ha de K, 10 kg/ha de S y 2 kg/ha de Cu. Ocho semanas después de la siembra se realizó un corte de uniformización a 15 cm del suelo. Las evaluaciones de producción de MS, daños por insectos y enfermedades, y altura de plantas se hicieron cada 4 semanas, siguiendo la metodología propuesta por la RIEPT (Toledo, 1982). Durante la época de mínima precipitación se determinaron la relación hoja/tallo (H/T), el contenido de proteína cruda (PC) y la

* Resumen del segundo estudio del trabajo presentado por el autor principal para obtener el grado de MSc. Universidad de Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Dirección actual: Estación experimental Chipiriri, IBTA, Apartado postal 4067, Cochabamba, Bolivia.

** Coordinador de la RIEPT para Centroamérica y el Caribe hasta diciembre de 1988. Dirección actual: CIAT-CPAC, EMBRAPA, Planaltina-DF, CEP 73.300 CP 70.0023, Brasilia, Brasil.

*** Profesores e investigadores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) de hojas, tallos y de la planta entera. Se hicieron además mediciones del diámetro basal, ancho de hojas y crecimiento de los ecotipos.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones y los ecotipos se agruparon de acuerdo con sus características utilizando el análisis de conglomerados (Cluster) (Ward, 1963; Clifford y Williams, 1973; SAS, 1985).

Resultados y discusión

Significancia de las variables de respuesta. La significancia de las características evaluadas se presenta en el Cuadro 1. En todos los parámetros se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre ecotipos. Con excepción de la longitud de la hoja, las demás variables presentaron bajo coeficiente de variación (CV), lo cual indica que éstas proporcionaron una buena diferenciación de los ecotipos.

Cuadro 1. Significancia (F) de las características evaluadas en 52 ecotipos de *Panicum maximum*.

Característica	Valor de F	CV (%)
Producción de MS	13.43**	11
Relación hoja/tallo	50.97**	14
PC en hojas	7.78**	5
PC en tallos	7.02**	10
PC en planta	7.07**	6
DIVMS en hojas	5.66**	3
DIVMS en tallos	6.74**	4
DIVMS en planta	8.44**	2
Altura de planta	46.34**	4
Diámetro basal	5.29**	6
Largo de hoja	21.00**	48
Ancho de hoja, base	9.42**	14
Ancho de hoja, medio	27.79**	9
Ancho de hoja, ápice	6.08**	16
Adaptación	84.01**	1
Tolerancia a plagas	3484.62**	1
Tolerancia a enfermedades	164.78**	2
Floración	8342.55**	1

Grados de libertad: repetición = 1, ecotipos = 51, error = 51.
** = $P < 0.01$.

Producción de MS. La producción de MS/corte varió entre 0.66 y 4.38 t/ha, con un rendimiento promedio de 2.92 t/ha de MS (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio general, rango y coeficiente de variación para las características evaluadas en 52 ecotipos de *Panicum maximum*.

Característica	Promedio	Rango	CV (%)
Producción de MS* (kg/ha)	2917.0	659-4377	28
Relación hoja/tallo (%)	1.3	0.4-5.5	72
PC en hojas (%)	17.8	13.1-21.3	10
PC en tallos (%)	10.1	6.5-16.3	17
PC en plantas (%)	14.0	10.4-16.5	11
DIVMS en hojas (%)	63.4	55.6-69.5	5
DIVMS en tallos (%)	60.2	45.8-70.7	7
DIVMS en planta (%)	61.7	49.9-68.0	5
Adaptación**	2.9	1.0-4.0	25
Tolerancia a plagas	1.1	0.6-2.3	35
Tolerancia a enfermedades	0.2	0.0-1.6	204
Floración***	37.0	0.0-91.7	80
Altura (cm)	84.6	43.4-113.1	21
Diámetro basal (cm)	42.3	31.6-55.0	11
Largo de hoja (cm)	47.8	20.0-74.0	27
Ancho de hoja, base (cm)	1.0	0.4-1.7	32
Ancho de hoja, medio (cm)	2.0	0.8-4.0	35
Ancho de hoja, ápice (cm)	1.0	0.5-1.6	29

* Promedio de producción de MS en 10 cortes.

** Grado de adaptación: 1 = mala, 4 = excelente.

*** Floración: 0 = sin floración, 4 = 75% de floración.

Veintisiete ecotipos (48% de la colección) presentaron rendimientos de MS superiores al promedio general, siendo *P. maximum* CIAT 16051, 16017, 16028 y 16011 los más productivos con 4.38, 4.36, 4.35 y 4.09 t/ha de MS, respectivamente. En general, estos rendimientos son altos si se comparan con los resultados de otros estudios (Hanna et al., 1986; Ara y Schaus, 1985). La mayor producción de MS en este ensayo se debió a la mayor fertilidad natural de los suelos y a la presencia de ecotipos más productivos, los cuales no fueron incluidos en los estudios citados.

La relación H/T varió entre 0.4 y 5.5; los ecotipos *P. maximum* CIAT 6969, 16020, 16051, 16061 y 16028 presentaron mayor cantidad de hojas en relación con los tallos.

Contenido de PC y DIVMS. Los valores más altos de PC, en paréntesis, los presentaron los ecotipos *P. maximum* CIAT 6180 (21.3%), 6114 (20.8%) y 6554 (20.5%). El contenido de PC en las hojas varió entre 17% y 19% y en tallos entre 6% y 16%; la DIVMS presentó una variación mayor, siendo entre 56% y 70% en las hojas y en tallos entre 46% y 71%. En general, la PC y la DIVMS encontradas en este ensayo son altas, lo

cual se debió a la edad temprana en que se cortaron las plantas.

Tolerancia a plagas y enfermedades. La mayoría de los ecotipos de *P. maximum* presentaron ataque leve de insectos comedores, raspadores y chupadores; se exceptúan *P. maximum* CIAT 6115 y 6180, que presentaron ataque moderado. La mancha foliar, ocasionada por *Cercospora fusimaculans*, se presentó en forma severa en *P. maximum* CIAT 604 y en la variedad local, y en forma leve en *P. maximum* CIAT 6094, 6109, 6115, 6215, 6536, 6828, 6872, 6875, 6907 y 6974.

frecuentemente para caracterizar ecotipos de *Panicum*, se ha observado que presentan alta variabilidad, lo cual puede atribuirse a diferencias genéticas entre ecotipos. En los ecotipos incluidos en este ensayo la longitud de las hojas varió entre 20 y 74 cm y la altura de las plantas presentó variaciones hasta de 300% (Cuadro 2); esto confirma las observaciones de Bogdan (1977) con esta especie.

Características fenológicas

Longitud y ancho de hojas y diámetro basal. Aunque estas mediciones no se utilizan

Agrupamiento de los ecotipos según el análisis de conglomerados

Con base en el rendimiento de MS, tolerancia a plagas y enfermedades y características fenológicas, los 52 ecotipos se agruparon en siete conglomerados (Figura 1). La mayoría de

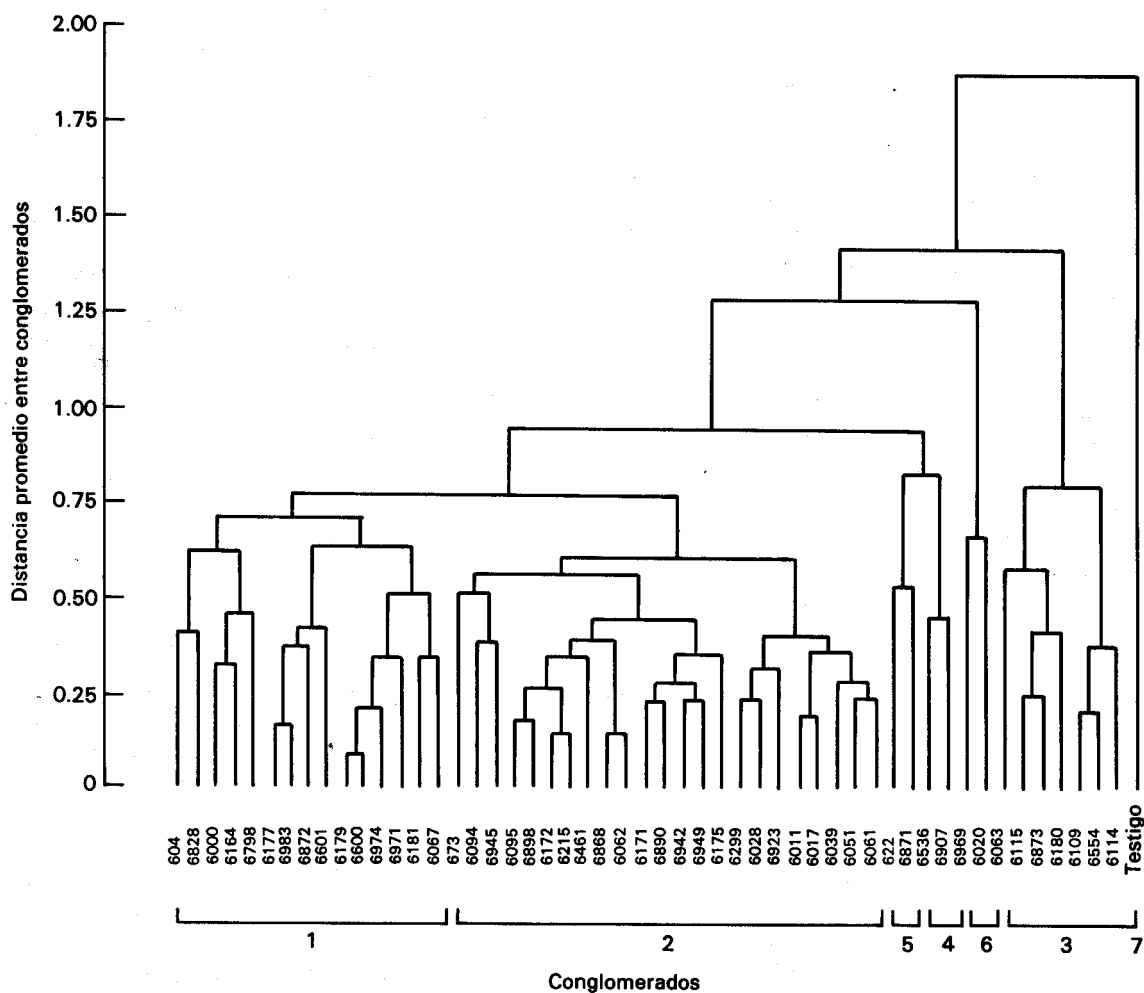


Figura 1. Agrupamiento de 52 ecotipos de *Panicum maximum* con base en su producción de MS, calidad nutritiva y características fenológicas.

los ecotipos promisorios se agruparon en el conglomerado 2, siendo su producción promedio de MS de 3.42 t/ha, el contenido de PC de 18% en hojas y de 10% en tallos, y su DIVMS superior a 60%; igualmente presentaron altos valores para la relación H/T y buena tolerancia a plagas y enfermedades. El conglomerado 1 comprende ecotipos con producción de MS similar al promedio, alto contenido de PC y alta DIVMS, abundante floración y tolerancia moderada al ataque de plagas y enfermedades. Los ecotipos del conglomerado 4 se caracterizan por su buen rendimiento de MS, contenido medio de PC y DIVMS. En el conglomerado 6 sobresalen los ecotipos *P. maximum* CIAT 6969 y 16020 por su alta relación H/T (> 4.5) y su tolerancia al ataque de plagas y enfermedades. Los ecotipos del conglomerado 5 se caracterizan por su excelente producción de MS, tolerancia a plagas y enfermedades, y por una relación H/T, contenido de PC y DIVMS similares al promedio de todos los ecotipos evaluados. El conglomerado 7 comprende la variedad local, con características similares a las del conglomerado 5, pero con un ataque severo de *Cercospora*. El conglomerado 3 comprende la mayoría de los ecotipos provenientes de la estación experimental Pichilingüe, Ecuador, y de la Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Brasil, caracterizados por su baja producción de MS, un ataque severo de plagas, pero con un valor nutritivo aceptable.

El Cuadro 3 presenta el análisis de varianza entre conglomerados para las características evaluadas. Se encontraron diferencias ($P < 0.01$) para la mayoría de los caracteres con excepción de la PC en los tallos y área del diámetro basal. Lo anterior indica que las variables incluidas en este ensayo fueron adecuadas para la separación de los grupos por medio del análisis de conglomerados.

Ecotipos promisorios

Por su alta producción de MS, buena relación H/T, calidad nutritiva y tolerancia a plagas y enfermedades se seleccionaron como ecotipos más promisorios para la zona los siguientes: *P. maximum* CIAT 6299, 6868, 6923, 6969, 16011, 16028, 16020, 16051, 16061 y 16062 (Cuadro 4). Con excepción de *P. maximum* CIAT 6969, que provino del Centro Nacional de

Cuadro 3. Significancia (F) entre grupos de conglomerados de las características evaluadas en 52 ecotipos de *Panicum maximum*.

Característica	Valor de F	CV (%)
Producción de MS	10.35**	19
Relación H/T	17.84**	42
PC en hojas	4.95**	8
PC en tallos	1.75 ns	16
PC en planta	3.14*	10
DIVMS en hojas	7.68**	3
DIVMS en tallos	4.40**	6
DIVMS en planta	7.07**	4
Altura de planta	12.44**	14
Diámetro basal	0.31**	11
Largo de hoja	15.55 ns	16
Ancho de hoja, base	7.18**	24
Ancho de hoja, medio	7.61**	26
Ancho de hoja, ápice	12.80**	18
Adaptación	9.34**	18
Tolerancia a plagas	24.59**	18
Tolerancia a enfermedades	8.89**	147
Floración	6.50**	62

Grados de libertad: repetición = 1, conglomerados = 6, error = 45.
* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$. ns = No significativo.

Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA/CNPGC), Brasil, los demás ecotipos provinieron de la Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM), Francia; estos ecotipos tienen comportamiento similar a cultivares de las variedades Typica y Trichoglume.

Conclusiones

Los resultados de este ensayo permiten concluir lo siguiente: 1) por su producción de MS, tolerancia a plagas y enfermedades, alta relación H/T y alto valor nutritivo, los ecotipos más adaptados en las condiciones de Guapiles, Costa Rica, fueron: *P. maximum* CIAT 6299, 6868, 6923, 6969, 16011, 16028, 16020, 16051, 16061 y 16062. 2) Con excepción de *P. maximum* CIAT 6115 y 6180, los demás ecotipos no presentaron daños de importancia por insectos comedores o chupadores. El 23% de los ecotipos presentó ataque por *Cercospora*, siendo *P. maximum* CIAT 604 y la variedad local los más atacados.

Cuadro 4. Rendimiento de MS, relación hoja/tallo (H/T) y calidad nutritiva de los ecotipos de *Panicum* mejor adaptados en el ensayo.

Conglomerado (no.)	Especie	Ecotipo CIAT No.	MS* (t/ha)	H/T	PC (%)		DIVMS (%)	
					H	T	H	T
2	<i>P. maximum</i>	6299	3.75	1.5	17.5	10.5	62.3	65.0
		6868	3.29	2.2	18.4	10.3	65.0	62.8
		6923	3.67	2.0	17.4	9.3	65.0	68.2
		16011	4.09	1.3	17.0	7.2	64.6	62.7
		16028	4.35	2.1	17.2	9.6	61.6	65.0
		16051	4.38	2.6	17.4	9.3	64.0	59.8
		16061	3.60	2.5	17.1	9.4	61.4	56.9
		16062	3.18	2.2	18.4	10.0	64.1	59.2
6	<i>P. maximum</i>	6969	2.75	5.5	17.0	10.8	60.7	63.4
		16020	2.52	4.2	16.0	8.7	62.7	61.3
Promedio			3.55	2.63	17.3	9.5	63.1	62.4
S \bar{x}			0.63	1.29	0.7	1.0	1.6	3.3

* Promedio de producción de MS en 10 cosechas cada 4 semanas.
S \bar{x} = Desviación estándar.

Summary

Fifty two *Panicum maximum* ecotypes were evaluated on an Inceptisol of the "Los Diamantes" experimental station (10° 13' N, 83° 47' W; 250 m.a.s.l., tropical rain forest) of the Costa Rican Ministry of Agriculture and Cattle Farming, between October 1987 and September 1988. These evaluations, to measure adaptation of the ecotypes in the area, included dry matter (DM) production, crude protein (CP) content, in vitro DM digestibility (IVDMD), and pest and disease tolerance. Vegetative material (roots) of the ecotypes was planted at a distance of 1 x 2 m, at the rate of 6 plants/plot, and laid out in randomized blocks with two replications. Evaluations were made every 4 weeks by utilizing the F test and cluster analysis to group the ecotypes according to their characteristics.

Differences ($P < 0.01$) were found in all the ecotypes for the characteristics evaluated. DM production varied between 0.66 and 4.38 t/ha; the leaf/stalk relationship varied between 0.4 and 5.5 g/g, with this relationship being greater in *P. maximum* CIAT 6969, 16020, 16051, 16061, and 16028. The highest values of CP, in parentheses, were presented by *P. maximum* CIAT 6180 (21.34%), 6114 (20.8%), and 6554 (20.5%). IVDMD varied between 56% and 70% in the leaves and between 46% and 71% in the

stems. Leaf spot (*Cercospora fusimaculans*) attacked 23% of the ecotypes.

According to the cluster analysis, the most promising ecotypes for the area are: *P. maximum* CIAT 6299, 6868, 6923, 6969, 16011, 16028, 16020, 16051, 16061, and 16062.

Referencias

- Ara, M. A. y Schaus, R. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. En: Pizarro, E. A. (ed.). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia. Resultados 1982-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 1017-1032.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pastures and fodder plants. Grasses and legumes. Tropical agricultural series. Longman, London. 475 p.
- Clifford, H. T. y Williams, W. T. 1973. Classificatory dendograms and their interpretation. Aus. J. of Bot. 21(1):151-162.
- Cochrane, T. T. 1986. Soils, climate and vegetation in rangeland of tropical América. En: Kalmbacher, R. S. (ed.). Tropical American Lowland Range Symposium 38, Kissimmee, Fla. Proceedings. 1986. Society for Range Management. p. 1-10.
- Edye, L. A. y Miles, J. F. 1976. A comparison of sixty *Panicum* introductions in southeastern Queensland. Trop. Grassl. 10(2):79-87.

- Hanna, W. W.; Monson, W. G.; Dobson, J. W. y Duncan, R. R. 1986. Dry matter yield and in vitro dry matter digestibility of winterhardy *Panicum maximum* Jacq. selections. *Trop. Agric.* 63(2):101-103.
- Laredo, M. A. y Ardila, G. A. 1984. Variación nutricional en pastos guinea y angleton de la zona ganadera del Cesar, Colombia. *Rev. ICA* 19(1):131-140.
- Pizarro, E. A. (ed.). 1988. Primera reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Centroamérica y el Caribe. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), México. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia. Noviembre 17 a 19, Veracruz, México. p. 201-210.
- SAS (Statistical Analysis Systems). 1985. SAS user's guide: Statistics. 5a ed., Cary, N.C., E.U. 956 p.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 168 p.
- Vallejos, A.; Pizarro, E. A.; Chaves, C.; Pezo, D. y Ferreira, P. 1989. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 1. Ecotipos de *Brachiaria*. *Pasturas tropicales* 11(2):2-9.
- Ward, J. H. Jr. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. of Amer. Statistical Assoc.* 58(301):236-244.