

# Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica

M. Villarreal\*

## Introducción

Las evaluaciones de gramíneas forrajeras en el trópico húmedo de América Latina indican que *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *Panicum maximum* presentan buena adaptación y aceptable producción de forraje (Vallejos et al., 1989a y 1989b).

Por otra parte, las instituciones nacionales de investigación están evaluando la calidad de nuevo germoplasma forrajero, con el objeto de brindar alternativas para los productores. Los resultados sobre la adaptación y la producción de materia seca (MS) de varias gramíneas y leguminosas en San Carlos, Costa Rica, indican que en la zona es posible establecer con éxito varias especies forrajeras, provenientes del germoplasma disponible en el CIAT.

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar, por su valor nutritivo, varias especies forrajeras que resultaron promisorias en ensayos previos realizados entre junio de 1988 y octubre de 1989 en San Carlos, Costa Rica (Villarreal y Chávez, 1991).

## Materiales y métodos

**Localización y suelos.** El ensayo se realizó en un Entisol de la hacienda La Balsa, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, a 10° 20' de latitud norte y 84° 34' de longitud oeste, a 172 m.s.n.m., dentro del ecosistema bosque húmedo tropical. La precipitación, promedio anual, es de 3062 mm; la temperatura media de 26.7 °C y la humedad relativa de 85%.

\* Profesor asociado e investigador en pastos tropicales, Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), San Carlos, Costa Rica; 223 Ciudad Quesada, 4400 Alajuela, Costa Rica.

Los suelos son de textura media, tienen drenaje imperfecto y presentan rocas en la superficie. En los primeros 20 cm tienen un pH de 6.0, 5.6 de MO, 5.5 ppm de P, y 0.55, 8.6, 3.2 y 0.25 meq/100 g de K, Ca, Mg y Al, respectivamente.

**Establecimiento.** Se evaluaron 17 accesiones de gramíneas; 10 de éstas fueron suministradas por la sección de Recursos Genéticos del CIAT y las restantes fueron variedades locales; y 30 accesiones de leguminosas suministradas por la misma Sección y una variedad local.

Para la siembra, el suelo se preparó con una arada y dos rastrilladas. Las gramíneas suministradas por el CIAT y todas las leguminosas se sembraron por semillas, mientras que las variedades locales se sembraron con material vegetativo. A las gramíneas y a las leguminosas se les aplicaron a la siembra 22 kg/ha de P, 20 kg/ha de Mg y 20 kg/ha de S. En el segundo año, las gramíneas se fertilizaron en dos ocasiones con 50, 15 y 25 kg/ha de N, P y K, respectivamente.

La producción de MS se midió en períodos de máxima (Mx) y de mínima precipitación (Mn) de acuerdo con la metodología propuesta por la RIEPT para los ensayos B (Toledo, 1982). En cada frecuencia de corte (3, 6, 9 y 12 semanas) se tomaron muestras de forraje de cada accesión y variedad para determinar su calidad nutritiva en términos de proteína cruda (PC) y DIVMS.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar en parcelas divididas con tres repeticiones, en el cual las parcelas principales eran las accesiones y las variedades y las subparcelas las frecuencias de corte.

## Resultados y discusión

Se presentan los resultados obtenidos con las accesiones y las variedades que persistieron a través del tiempo experimental.

### Gramíneas

**Digestibilidad in vitro de la MS.** En el período de máxima precipitación se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la DIVMS de las gramíneas. Estas diferencias fueron mayores en los cortes realizados a las 6, 9 y 12 semanas de edad (Cuadro 1). Los pastos "limpo" (*Hemarthria altissima*) y "gramalote" (*Axonopus micay*) presentaron la mayor DIVMS a través de las edades de corte. *Panicum maximum* CIAT 673, 622 y 6299 (cv. Tobiatá) presentaron una alta DIVMS a las 3 semanas de edad ( $> 66\%$ ), pero posteriormente ésta disminuyó a medida que la edad al corte aumentó.

"Ratana" (*Ischaemum indicum*), una especie ampliamente propagada en el trópico húmedo de Costa Rica y que tiene baja producción de MS (Villarreal, 1992), presentó los menores valores de DIVMS ( $< 50\%$ ).

Varias accesiones presentaron la menor DIVMS a partir de las 12 semanas de edad, pero en otras como *P. maximum* CIAT 673, 622 y 6299, *B. ruziziensis*, *Setaria sphacelata* y *C. nlemfuensis*, estos valores ocurrieron a partir de las 9 semanas de edad.

Durante el período de mínima precipitación, igualmente ocurrieron diferencias ( $P < 0.05$ ) en la DIVMS entre las accesiones (Cuadro 1). En este período, *A. micay* nuevamente presentó la mayor DIVMS, siendo los valores relativamente constantes a través del tiempo experimental. *Ischaemum indicum* y *C. nlemfuensis* presentaron la DIVMS más baja y *P. maximum* 622 y 673 y *Andropogon gayanus* CIAT 621 y

Cuadro 1. Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) de gramíneas y leguminosas forrajeras cosechadas a diferentes edades en períodos de máxima (Mx) y de mínima precipitación (Mn). San Carlos, Costa Rica.

Especie	Ecotipo CIAT No.	3 semanas		6 semanas		9 semanas		12 semanas	
		Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn
<b>Gramíneas</b>									
<i>A. micay</i>	—	73.5	66.2	67.0	71.6	62.6	68.3	63.1	68.8
<i>P. maximum</i>	6299	70.7	57.5	54.6	55.1	54.4	54.2	50.6	50.7
<i>P. maximum</i>	673	69.1	62.5	47.0	57.4	45.8	55.0	43.7	53.1
<i>P. maximum</i>	622	66.9	64.4	55.1	53.4	51.8	52.4	52.8	49.4
<i>S. sphacelata</i>	—	66.1	64.6	63.9	64.8	55.3	58.1	46.9	58.7
<i>B. ruziziensis</i>	—	65.5	54.8	63.1	61.7	60.2	62.6	53.3	58.9
<i>C. nlemfuensis</i>	—	65.5	50.6	57.4	55.1	48.5	50.0	55.3	46.8
<i>H. altissima</i>	—	65.2	55.9	69.3	62.0	65.3	67.2	64.1	66.5
<i>B. decumbens</i>	Local	63.3	41.2	62.2	64.7	60.1	62.4	55.7	57.4
<i>B. decumbens</i>	606	62.2	46.9	60.1	56.3	53.0	58.0	55.1	55.3
<i>B. brizantha</i>	6387	61.3	58.1	61.6	54.1	53.1	53.6	55.3	59.2
<i>B. humidicola</i>	6369	59.7	60.9	61.9	59.9	58.9	56.3	57.4	55.8
<i>B. brizantha</i>	6780	59.6	56.8	62.0	52.8	57.3	56.0	57.4	59.8
<i>A. gayanus</i>	621	58.9	60.1	58.8	49.5	60.3	45.5	53.3	43.1
<i>A. gayanus</i>	6053	58.5	61.3	56.5	52.5	54.4	52.0	54.3	52.1
<i>B. dictyoneura</i>	6133	58.2	59.9	64.5	54.6	58.0	57.5	53.8	56.1
<i>I. indicum</i>	—	50.2	50.9	40.0	47.6	45.9	41.5	48.1	50.2
<b>Leguminosas</b>									
<i>C. acutifolium</i>	5568	58.1	—	49.3	—	46.3	—	46.3	—
<i>C. macrocarpum</i>	5065	59.2	—	48.6	58.2	43.3	49.2	49.1	51.4
<i>C. macrocarpum</i>	5737	58.1	—	50.0	63.3	51.5	58.0	48.2	44.9
<i>C. macrocarpum</i>	5740	64.8	—	51.8	64.4	46.8	65.8	51.1	48.2
<i>C. macrocarpum</i>	5744	—	—	—	61.5	—	54.4	—	56.5
<i>C. plumieri</i>	Local	63.7	—	45.9	—	49.7	—	51.2	—
<i>D. ovalifolium</i>	350	—	—	—	41.6	—	43.5	—	47.8
<i>P. phaseoloides</i>	9900	58.8	—	52.6	62.0	52.6	58.2	52.8	57.0
<i>Z. latifolia</i>	728	69.0	—	61.8	—	62.6	—	52.3	—
<i>C. macrocarpum</i>	5713	—	—	—	59.3	—	57.1	—	53.5
Gramíneas:	D.E. =	5.3	5.2	1.9	4.0	2.3	3.2	2.7	3.6
Leguminosas:	D.E. =	2.2	—	3.2	2.6	2.8	2.5	3.7	2.4

6053 presentaron un rápido descenso en la DIVMS después de las 3 semanas de edad.

**Contenido de PC.** Tanto en el período de máxima como en el de mínima precipitación, el contenido de PC fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre las gramíneas (Cuadro 2).

En el período de máxima precipitación se presentó en la mayoría de las gramíneas una fuerte reducción en el contenido de PC al avanzar la edad al corte de 3 a 6 semanas. Sin embargo, *I. indicum* y *C. niemfuensis* aún tenían un contenido aceptable de PC a las 12 semanas de edad. Es importante notar cómo la mayoría de las variedades locales presentaron valores aceptables de PC, independientemente de la edad al corte.

Durante el período de mínima precipitación se presentó una tendencia similar a la observada en

el período de máxima precipitación. Aunque *Setaria sphacelata* sobresalió por su alto contenido de PC, *B. decumbens* CIAT 606 e *I. indicum* por su bajo contenido, que coincidió con la época de floración de esta última especie.

Durante este mismo período, ocurrió una ligera disminución en el contenido de PC de las gramíneas, pero ésta fue menos marcada que la observada en la época de máxima precipitación. Esto puede explicarse debido a que el mayor crecimiento de las plantas en este último período favorece la dilución de los nutrimentos en un mayor volumen de biomasa verde.

## Leguminosas

Únicamente 11 de las leguminosas evaluadas persistieron durante el tiempo que duró el ensayo.

Cuadro 2. Contenido de PC (%) de gramíneas y leguminosas forrajeras cosechadas a diferentes edades en períodos de máxima (Mx) y de mínima precipitación (Mn). San Carlos, Costa Rica.

Especie	Ecotipo CIAT No.	3 semanas		6 semanas		9 semanas		12 semanas	
		Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn
<b>Gramíneas</b>									
<i>A. micay</i>	—	13.8	8.9	8.8	9.2	6.3	13.6	4.7	6.3
<i>P. maximum</i>	6299	16.8	12.9	7.1	7.0	5.6	9.2	5.3	6.2
<i>P. maximum</i>	673	13.6	11.9	5.7	7.7	5.2	9.3	5.7	6.3
<i>P. maximum</i>	622	15.7	11.6	7.7	7.7	5.0	8.2	5.1	5.7
<i>S. sphacelata</i>	—	17.0	16.4	9.8	10.6	7.4	7.7	6.3	7.1
<i>B. ruziziensis</i>	—	14.0	11.9	8.9	10.1	6.7	8.7	4.5	6.5
<i>C. niemfuensis</i>	—	15.2	9.7	8.9	8.5	6.7	8.2	7.4	7.0
<i>H. altissima</i>	—	11.2	6.6	6.6	7.2	4.7	7.3	4.2	5.6
<i>B. decumbens</i>	Local	10.1	6.8	7.7	8.0	5.6	8.4	4.7	5.1
<i>B. decumbens</i>	606	12.1	6.1	6.3	6.6	5.3	6.4	4.7	5.0
<i>B. brizantha</i>	6387	13.8	10.5	6.2	7.3	4.7	6.6	4.1	5.7
<i>B. humidicola</i>	6369	9.7	9.5	7.6	9.2	5.8	8.6	5.9	8.3
<i>B. brizantha</i>	6780	15.9	8.5	6.4	8.8	5.6	7.0	4.6	5.3
<i>A. gayanus</i>	621	16.4	13.2	8.6	6.6	8.1	8.0	5.9	4.2
<i>A. gayanus</i>	6053	16.7	12.4	6.4	6.9	6.8	7.2	4.7	6.3
<i>B. dictyonera</i>	6133	9.7	8.5	7.3	5.8	5.6	8.4	4.5	6.5
<i>I. indicum</i>	—	8.1	7.2	5.7	5.7	8.1	6.2	9.7	7.5
<b>Leguminosas</b>									
<i>C. acutifolium</i>	5568	26.2	—	22.1	—	23.6	—	24.5	—
<i>C. macrocarpum</i>	5065	26.4	—	18.9	26.1	20.4	25.7	21.8	21.3
<i>C. macrocarpum</i>	5737	27.2	—	22.2	26.6	23.2	24.0	22.6	16.9
<i>C. macrocarpum</i>	5740	27.2	—	20.5	26.6	20.7	24.6	20.6	18.7
<i>C. macrocarpum</i>	5744	—	—	—	21.2	—	21.1	—	22.2
<i>C. plumieri</i>	Local	26.3	—	23.7	—	23.0	—	24.8	—
<i>D. ovalifolium</i>	350	—	—	—	13.5	—	13.4	—	15.1
<i>P. phaseoloides</i>	9900	21.5	—	16.1	23.9	18.2	25.3	17.9	20.9
<i>Z. latifolia</i>	728	22.7	—	20.4	—	19.4	—	14.8	—
<i>C. macrocarpum</i>	5713	—	—	—	21.3	—	19.5	—	19.4
<i>S. guianensis</i>	184	—	—	—	19.5	—	22.2	—	16.2
Gramíneas: D.E. =		2.0	1.6	0.9	1.1	0.9	1.2	1.2	1.0
Leguminosas: D.E. =		1.7	—	1.4	0.7	2.5	2.2	2.2	2.2

**Digestibilidad in vitro de la MS.** La DIVMS de las leguminosas presentó una menor variación entre períodos de evaluación que las gramíneas (Cuadro 1). En el período de máxima precipitación, *Zornia latifolia* CIAT 728 fue la leguminosa de mayor digestibilidad. En este período, la DIVMS de las leguminosas disminuyó hasta las 6 semanas de edad al corte, y después permaneció aproximadamente constante hasta las 12 semanas de edad.

En el período de mínima precipitación, la tendencia en la DIVMS de las leguminosas fue similar a la del período de máxima precipitación. Hasta las 6 semanas, las diferencias entre especies fue pequeña, pero a las 12 semanas ocurrió una notable disminución en la DIVMS.

**Contenido de PC.** El contenido de PC de las leguminosas fue alto hasta las 3 semanas de edad. En el período de máxima precipitación, *P.*

*phaseoloides* CIAT 9900 presentó bajos niveles de PC en todas las edades de corte de la planta. Los mayores niveles de PC se encontraron con las accesiones de *Centrosema*. Por otra parte, en el período de mínima precipitación, las leguminosas mostraron comportamientos diferentes en relación con el contenido de PC y su edad al corte; así, mientras que *C. macrocarpum* CIAT 5740 y 5737 presentaron valores muy bajos de PC al avanzar la edad, *C. macrocarpum* CIAT 5065 y *P. phaseoloides* CIAT 9900 presentaron en estas mismas edades valores de PC más constantes (Cuadro 2).

**Tasa de cambio diario en la DIVMS y en la PC.** Como era de esperarse, en todas las accesiones y variedades evaluadas ocurrió un descenso en la DIVMS y en la PC, a medida que aumentó la edad al corte; sin embargo, en la mayoría de ellas esta disminución no fue significativa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tasa de cambio diario (b) de la DIVMS y la PC de varias gramíneas y leguminosas forrajeras cosechadas a diferentes edades en períodos de máxima (Mx) y de mínima precipitación (Mn). San Carlos, Costa Rica.

Especies	Ecotipo CIAT No.	DIVMS (b)		PC (b)	
		Mx	Mn	Mx	Mn
<b>Gramíneas</b>					
<i>A. micay</i>	—	-1.19 **	0.15 ns	-1.00 **	-0.12 ns
<i>P. maximum</i>	6299	-2.01 **	-0.70 **	-1.21 **	-0.60 *
<i>P. maximum</i>	673	-2.60 *	-1.01 **	-0.81 *	-0.51 *
<i>P. maximum</i>	622	-1.53 *	-1.53 **	-1.15 **	-0.57 **
<i>S. sphacelata</i>	—	-2.20 **	-0.82 *	-1.16 **	-1.02 **
<i>B. ruziziensis</i>	—	-1.32 ns	0.44 ns	-1.03 **	-0.59 *
<i>C. nlemfuensis</i>	—	-1.31 ns	-0.55 ns	-0.85 *	-0.28 **
<i>H. altissima</i>	—	-0.24 ns	1.23 *	-0.76 **	-0.10 ns
<i>B. decumbens</i>	Local	-0.83 ns	1.54 ns	-0.61 **	-0.16 ns
<i>B. decumbens</i>	606	-0.94 *	0.89 ns	-0.78 **	-0.11 ns
<i>B. brizantha</i>	6387	-0.88 *	0.10 ns	-1.01 **	-0.50 *
<i>B. humidicola</i>	6369	-0.33 ns	-0.62 ns	-0.44 **	-0.14 ns
<i>B. brizantha</i>	6780	-0.38 ns	0.41 ns	-1.15 *	-0.38 *
<i>A. gayanus</i>	621	-0.50 ns	-1.83 **	-1.07 **	-0.85 **
<i>A. gayanus</i>	6053	-0.50 *	-0.93 ns	-1.18 **	-0.60 *
<i>B. dictyoneura</i>	6133	-0.65 ns	-0.29 ns	-0.58 **	-0.11 ns
<i>I. indicum</i>	—	—	-0.27 ns	-0.11 ns	0.04 ns
<b>Leguminosas</b>					
<i>C. acutifolium</i>	5568	-1.29 *	—	-0.12 ns	—
<i>C. macrocarpum</i>	5065	-1.19 ns	-1.13 ns	-0.41 ns	-0.80 ns
<i>C. macrocarpum</i>	5737	-0.94 *	-3.07 ns	-0.43 ns	-1.62 *
<i>C. macrocarpum</i>	5740	-1.54 *	-2.71 *	-0.65 ns	-1.32 *
<i>C. macrocarpum</i>	5744	-0.64 ns	-0.83 ns	0.17 ns	0.17 ns
<i>C. plumieri</i>	Local	-1.12 ns	—	-0.18 ns	—
<i>D. ovalifolium</i>	350	-0.72 ns	1.04 *	0.02 ns	0.27 ns
<i>P. phaseoloides</i>	9900	-0.60 *	-0.84 ns	-0.29 ns	-0.49 ns
<i>Z. latifolia</i>	728	-1.64 *	—	-0.82 **	—
<i>C. macrocarpum</i>	5713	—	-0.97 ns	—	-0.32 ns
<i>S. guianensis</i>	184	—	-0.76 ns	—	-0.55 ns

\* = P < 0.05, \*\* = P < 0.01, ns = no significativo.

Durante el período de máxima precipitación, el contenido de PC de las gramíneas presentó una relación lineal con la edad al corte; las tasas de reducción semanal variaron desde 0.44% hasta 1.21%. Durante el período de mínima, esta relación fue menor.

La reducción semanal en la DIVMS de las leguminosas varió desde 0.6% hasta 1.64% en el período de mayor precipitación, y desde 0.76% hasta 3.07% en el período de menor precipitación.

Las variaciones del contenido de PC de las leguminosas a través del tiempo sólo fueron significativas en *Z. latifolia* CIAT 728 en el período de máxima precipitación, y en *C. macrocarpum* CIAT 5737 y 5740 en el período de mínima precipitación.

## Conclusiones

Los resultados de este ensayo permiten concluir lo siguiente:

- (1) *Panicum maximum* CIAT 622, 673 y 6299 presentaron niveles aceptables de DIVMS, aunque tendieron a disminuir con la edad al corte. Por el contrario, *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6780 y *B. dictyoneura* CIAT 6133 presentaron valores medios de PC que permanecieron constantes a través del tiempo experimental.
- (2) Tanto en gramíneas como en leguminosas, la disminución más notoria en la calidad del forraje, medida en términos de DIVMS y PC, ocurrió entre 3 y 6 semanas de edad al corte.
- (3) La DIVMS y la PC de las leguminosas fue más constante a través del tiempo que en las gramíneas. Se destaca el alto contenido de PC de aquéllas, aun en las mayores edades al corte.
- (4) La diferencia en la calidad del forraje cosechado no fue significativa entre los períodos de máxima y de mínima precipitación, aunque en el primero la disminución en calidad fue mayor al avanzar la edad.

## Summary

Several promising accessions of forage grasses and legumes were evaluated for their quality in a

tropical humid forest ecosystem. The trial was conducted in an Entisol at the Technological Institute at San Carlos, Costa Rica (10° 20' N, 84° 34' W; 172 m.a.s.l.). Evaluations were carried out during the wettest and driest seasons of June 1988 to October 1989, when plants were 3, 6, 9, and 12 weeks old. Results indicated that *Panicum maximum* CIAT 622, 673, and 6299 had acceptable levels of IVDMD, even though they tended to diminish with cutting age. In contrast, *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6780, and *B. dictyoneura* CIAT 6133 had medium values of CP that were constant throughout the experiment. Although the IVDMD and CP in legumes were more constant over time than in grasses, in both the largest reductions occurred between the third and sixth weeks. CP contents were also high, even in later cuttings.

## Agradecimientos

El autor agradece al Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT) y a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del ITCR, la colaboración brindada para la ejecución del presente trabajo.

## Referencias

- 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.; Chávez, C.; Pezo, D.; y Ferreira, P. 1989a. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 1: Ecotipos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales 11(2):2-9.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1989b. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica; 2: Ecotipos de *Panicum maximum*. Pasturas Tropicales 11(2):10-15.
- Villarreal, M. y Chávez, O. 1991. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales 13(2):31-38.
- \_\_\_\_\_. 1992. Evaluación comparativa de Ratana (*Ischaemum indicum*) como especie forrajera. Agron. Costarric. 16(1):37-40.