

Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica

M. Villarreal* y O. Chávez**

Introducción

La zona de San Carlos, Costa Rica, comprende aproximadamente 982,000 ha, de las cuales 43% están en pasturas (SEPSA, 1989; SEPSA-CNP, 1990). En estas pasturas se produce el 60% de la leche, y una parte significativa de la carne, que se consumen en el país. En los últimos años las especies mejoradas *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria ruziziensis* y *B. decumbens* cultivadas en la región, han sido desplazadas por *Ischaemum ciliare*, una gramínea introducida y muy invasora, pero de baja calidad nutritiva (Hunter, 1987).

Por otra parte, las investigaciones de Argel (1990) demostraron que las gramíneas y las leguminosas forrajeras adaptadas son una alternativa adecuada para mejorar la productividad de las pasturas en las zonas húmedas de Costa Rica.

Estos antecedentes han motivado la evaluación de germoplasma promisorio dentro del Convenio Cooperativo del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), el CIAT e instituciones nacionales.

En este artículo se presentan los resultados de un ensayo realizado entre junio de 1988 y octubre de 1989 en San Carlos, Alajuela, Costa Rica, sobre la adaptación y producción de varias gramíneas y leguminosas forrajeras en condiciones de trópico húmedo.

Materiales y métodos

Localización y suelos. El ensayo se realizó en 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 del 85%.

Los suelos son Entisoles de textura moderadamente pesada, drenaje imperfecto, y con presencia de rocas en la superficie. En los primeros 20 cm de profundidad 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 suministradas por la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT y siete variedades locales; y 30 accesiones de leguminosas suministradas por la misma Unidad de Recursos Genéticos y una variedad local (Cuadro 1).

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

** Graduado en Agronomía, ITCR.

Cuadro 1. **Accesiones de gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en San Carlos, Costa Rica. 1988-1989.**

Especie	Accesión CIAT No. o cultivar
Gramíneas	
<i>A. gayanus</i>	621 cv. Veranero, 6053
<i>B. humidicola</i>	6369
<i>B. dictyoneura</i>	6133
<i>B. brizantha</i>	6387, 6780 cv. Marandú
<i>P. maximum</i>	622, 673, 6299 cv. Tobiata
<i>B. decumbens</i>	606 cv. Basilisk
<i>B. decumbens</i>	Local
<i>B. ruziziensis</i>	Local cv. Congo
<i>S. sphacelata</i>	Local cv. San Juan
<i>C. nlemfuensis</i>	Local cv. Estrella africana
<i>A. micay</i>	Local cv. Gramalote
<i>I. ciliare</i>	Local cv. Ratana
<i>H. altissima</i>	Local cv. Limpo
Leguminosas	
<i>A. pinto</i>	17434
<i>C. brasilianum</i>	5234, 5657, 5178
<i>C. macrocarpum</i>	5713, 5065, 5740, 5744, 5737
<i>C. plumieri</i>	sp. (local)
<i>C. pubescens</i>	438, 5189, 442
<i>C. acutifolium</i>	5277, 5568
<i>D. heterophyllum</i>	349, 3782
<i>D. ovalifolium</i>	350, 3788, 3793
<i>P. phaseoloides</i>	9900
<i>S. capitata</i>	10280, 1097
<i>S. guianensis</i>	136, 184, 10136, 1280
<i>Z. glabra</i>	7847, 8283
<i>Z. latifolia</i>	728, 9199

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. Al momento de la siembra a las gramíneas y a las leguminosas se les aplicaron en el surco 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 kg/ha de N, 15 kg/ha de P y 25 kg/ha de K.

Durante el establecimiento de las accesiones y en las épocas de producción las mediciones se hicieron de acuerdo con la metodología propuesta por la RIEPT para los ensayos regionales B (Toledo, 1982).

Mediciones. En el establecimiento, tanto en las gramíneas como en las leguminosas, se determinaron la altura de las plantas, la cobertura del suelo, y el ataque de patógenos. Estas mediciones se hicieron a las 4, 9 y 14 semanas después de la siembra.

En la fase de producción, además de las evaluaciones anteriores, se midió la producción de MS a las 3, 6, 9 y 12 semanas en las épocas de máxima (3018 mm) y mínima precipitación (570 mm).

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 o variedades y las subparcelas las frecuencias de corte.

Resultados y discusión

Gramíneas

Establecimiento. Las accesiones que presentaron el mayor cubrimiento del suelo (17%) a las 4 semanas después de la siembra fueron *B. brizantha* CIAT 6387 y 6780, y *Panicum maximum* CIAT 673, mientras que *Andropogon gayanus* CIAT 621 y 6053 presentaron la menor cobertura del suelo (10%) a la misma edad. Al finalizar el período de establecimiento, 12 semanas después de la siembra, todas las accesiones presentaron una cobertura superior a 75%, excepto *B. humidicola* CIAT 6369, cuya cobertura fue de 27%. A esta edad de crecimiento, *B. brizantha*, *B. decumbens* y *P. maximum* presentaban 100% de cobertura del suelo.

Durante el establecimiento no se presentaron daños por insectos; sin embargo, se presentó un ataque leve del complejo pulgilla-homóptera en algunas gramíneas, mancha de color crema en *Brachiaria* y clorosis en *P. maximum*.

Producción de MS. En el período de mínima precipitación, todas las accesiones presentaron rendimientos de MS ascendentes hasta las 12 semanas de edad del pasto; se exceptúa *P. maximum* CIAT 622 y *A. gayanus* CIAT 6053, que disminuyeron sus rendimientos a partir de la novena semana, y *B. humidicola* CIAT 6369 que presentó una producción de MS escasa a través del tiempo experimental. La gramínea menos productiva fue *I. ciliare* (0.5 t/ha de MS) (Figura 1).

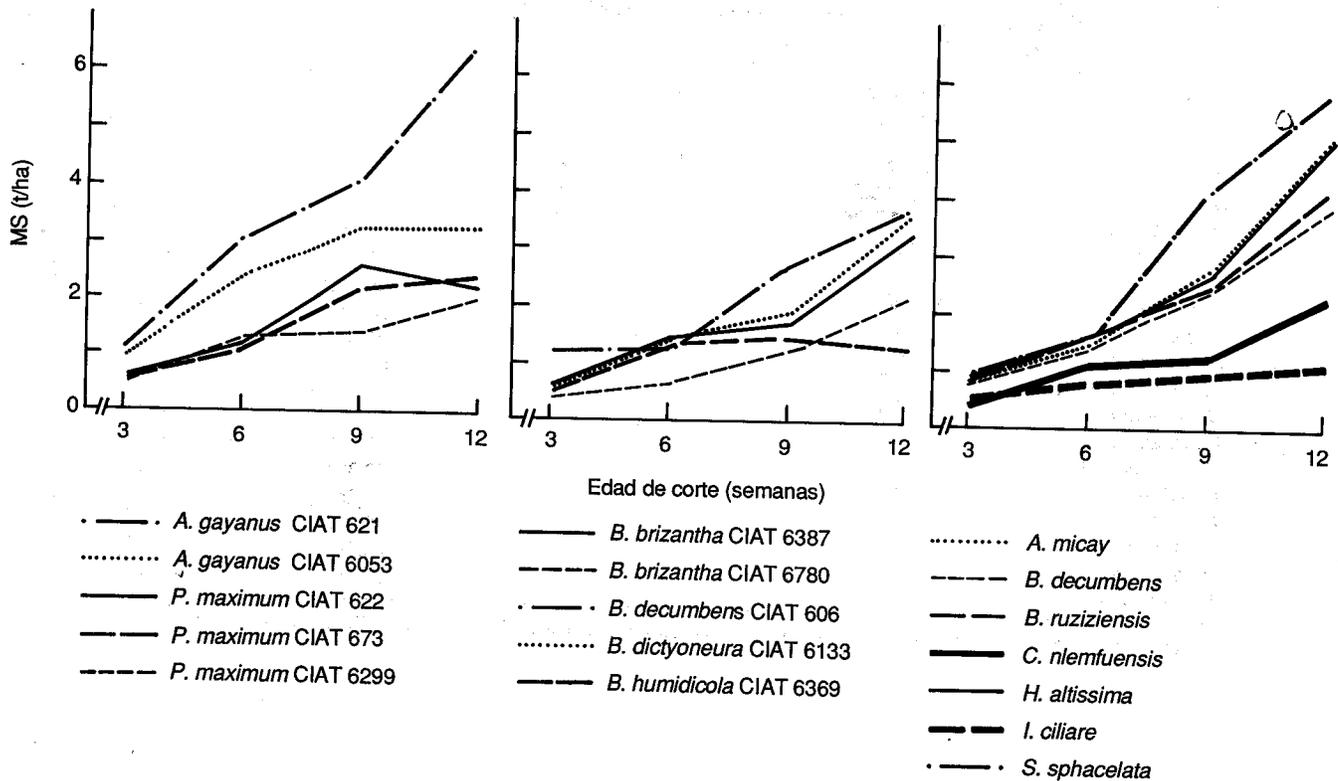


Figura 1. Producción de materia seca de varias gramíneas en la época de mínima precipitación. San Carlos, Costa Rica.

Las tasas de producción diaria de MS en la época de mínima precipitación, calculadas hasta la edad en la cual las accesiones presentaron su mayor producción, se incluyen en el Cuadro 2. Hasta las 9 semanas de crecimiento, las mayores tasas se encontraron en *A. gayanus* CIAT 6053 (52.4 kg/ha) y en *P. maximum* CIAT 622 (39 kg/ha). A las 12 semanas *A. gayanus* CIAT 621 (77.1 kg/ha), *S. sphacelata* (70.3 kg/ha), *Axonopus micay* var. local (57 kg/ha), y *Hemarthria altissima* var. local (56.3 kg/ha), presentaron las mayores tasas diarias de producción de MS. Por el contrario, *I. ciliare* presentó una baja tasa de producción de MS (13.2 kg/ha).

En el período de máxima precipitación, el 50% de las accesiones alcanzaron la máxima producción de MS a las 9 semanas (Figura 2). Durante este período, las accesiones de *Brachiaria* presentaron el mayor aumento en producción de MS, en relación con el período de mínima precipitación. Entre las variedades locales sobresalieron, por su producción, *H. altissima* y *B. decumbens*; por el contrario, *I. ciliare* presentó nuevamente una baja producción de MS.

En este mismo período, las mayores tasas de producción de MS, hasta las 9 semanas de crecimiento, se obtuvieron con *H. altissima* var. local y con *P. maximum* CIAT 673 (> 90 kg/ha); cuando el crecimiento fue ascendente hasta 12 semanas, las mayores tasas se obtuvieron con *A. gayanus* CIAT 621 y *B. brizantha* CIAT 6780 (Cuadro 3). Estas tasas de crecimiento diario son inferiores a las encontradas por Sánchez et al. (1989) en las mismas accesiones, en el ecosistema bosque tropical lluvioso. Es necesario mencionar que algunas plantas *A. gayanus* presentaron pudrición en las cepas, lo cual afectó su producción de MS a las 3 y 6 semanas. Igualmente, la baja producción de MS de *A. micay* y *B. ruzizensis* en la época de máxima precipitación se debió, posiblemente, al ataque de patógenos, mientras que el bajo rendimiento de MS de *Setaria sphacelata* podría atribuirse a deficiencia de P.

Ataque de plagas y enfermedades. Entre los daños importantes por patógenos deben mencionarse el ataque de salivazo (*Aeneolamia* sp.) en *I. ciliare* en el período de máxima

Cuadro 2. Tasa de crecimiento diario (b) (kg/ha de MS) a las 9 y 12 semanas en el período de mínima precipitación y coeficiente de determinación (r^2) de las accesiones de gramíneas mejor adaptadas. San Carlos, Costa Rica, 1988-1989.

Gramínea	Accesión CIAT No.	9 semanas		12 semanas	
		b	r^2	b	r^2
<i>A. gayanus</i>	6053	52.4a*	0.99		
<i>B. humidicola</i>	6369	24.7a	0.94		
<i>P. maximum</i>	622	39.0a	0.94		
<i>A. gayanus</i>	621			77.1a	0.97
<i>A. micay</i>	—			57.0bc	0.93
<i>B. brizantha</i>	6387			35.5def	0.95
<i>B. brizantha</i>	6780			24.0fg	0.93
<i>B. decumbens</i>	—			43.6cd	0.97
<i>B. decumbens</i>	606			41.8cde	0.95
<i>B. dictyoneura</i>	6133			40.1cdef	0.95
<i>B. ruzienseis</i>	—			47.0cd	0.97
<i>C. nlemfuensis</i>	—			25.8efg	0.95
<i>H. altissima</i>	—			56.3bc	0.94
<i>I. ciliare</i>	—			13.2g	0.96
<i>P. maximum</i>	673			30.0defg	0.97
<i>P. maximum</i>	6299			23.3fg	0.96
<i>S. sphacelata</i>	—			70.3ab	0.95

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

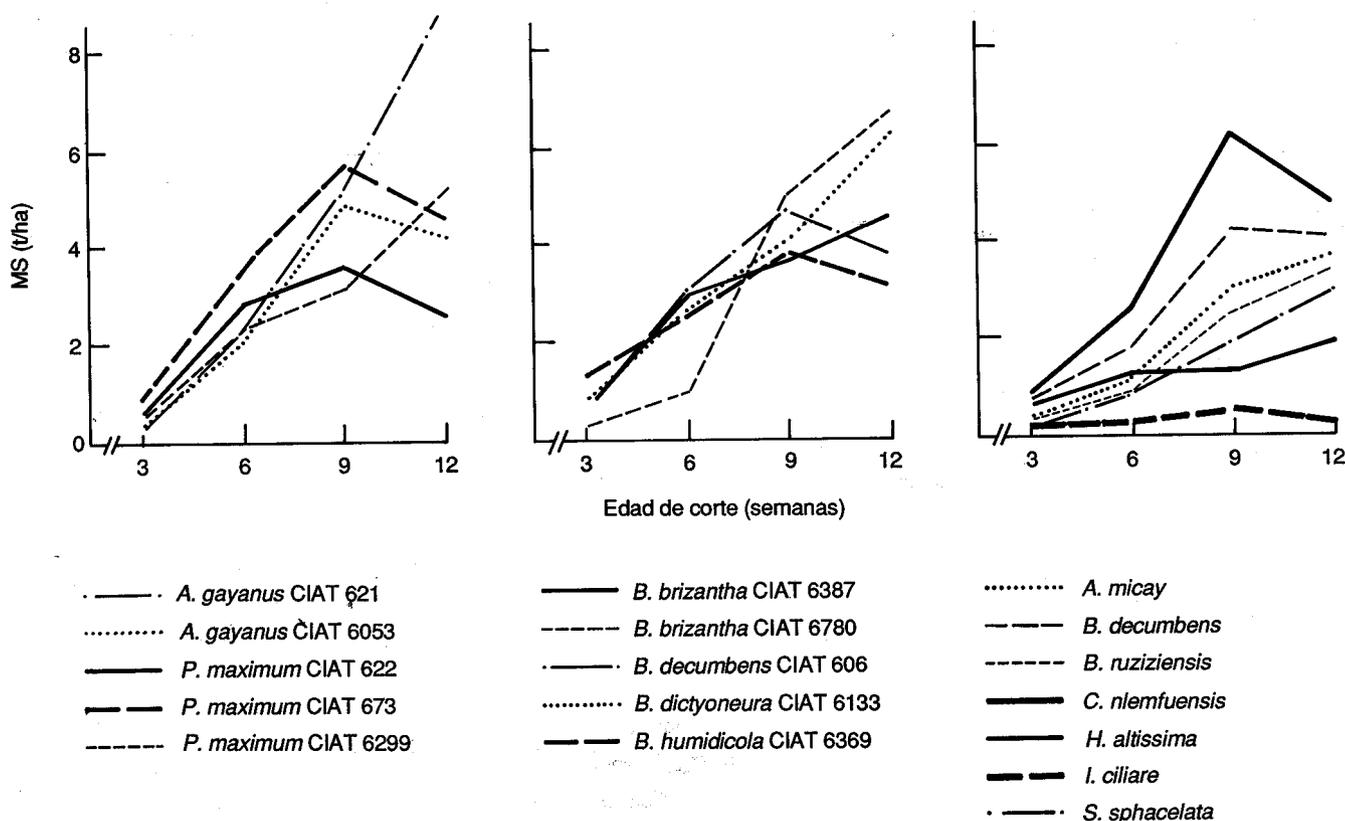


Figura 2. Producción de materia seca de varias gramíneas en la época de máxima precipitación. San Carlos, Costa Rica.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento diario (b) (kg/ha de MS) a las 9 y 12 semanas en el período de máxima precipitación y coeficiente de determinación (r^2) de las accesiones de gramíneas mejor adaptadas. San Carlos, Costa Rica.

Gramínea	Accesión CIAT No.	9 semanas		12 semanas	
		b	r^2	b	r^2
<i>A. gayanus</i>	6053	77.8a	0.89		
<i>B. decumbens</i>	—	65.6a	0.93		
<i>B. decumbens</i>	606	78.0a	0.97		
<i>B. humidicola</i>	6369	60.4a	0.99		
<i>H. altissima</i>	—	96.8a	0.92		
<i>I. ciliare</i>	—	8.1b	0.89		
<i>P. maximum</i>	622	61.7	0.95		
<i>P. maximum</i>	673	93.6	0.97		
<i>A. gayanus</i>	621			109.8a*	0.91
<i>A. micay</i>	—			47.6cde	0.95
<i>B. brizantha</i>	6387			57.5bcd	0.97
<i>B. brizantha</i>	6780			86.0ab	0.88
<i>B. dictyoneura</i>	6133			74.8bc	0.98
<i>B. ruziziensis</i>	—			43.1cde	0.95
<i>C. nlemfuensis</i>	—			21.5e	0.94
<i>P. maximum</i>	6299			61.8bcd	0.96
<i>S. sphacelata</i>	—			37.3de	0.94

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

precipitación; la alta población de áfidos y el daño severo que ocasionaron en el follaje de *A. gayanus* en la época de mínima precipitación, inmediatamente después del período experimental; y la clorosis leve a moderada en algunas accesiones de *P. maximum*, *S. sphacelata* y *A. gayanus* CIAT 6053.

Por otra parte, se encontró una fuerte variación en el contenido de MS en el tejido; así, *I. ciliare* presentó, en promedio, 36% de MS en la época de mínima precipitación y 28% en la época de máxima, y *S. sphacelata* y *A. micay* presentaron 17% de MS en ambas épocas.

Leguminosas

Establecimiento. La cobertura del suelo por las leguminosas fue baja ($< 10\%$) antes de la cuarta semana. A las 9 semanas la mayor cobertura se observó en *Desmodium heterophyllum* CIAT 349 (48%) y en *Centrosema plumieri*, *C. brasilianum* CIAT 5657, *D. heterophyllum* CIAT 3782 y *Stylosanthes guianensis* CIAT 136, que presentaron, en promedio, una cobertura de 30%.

Durante el establecimiento se observó una amplia gama de insectos, pero únicamente el género *Centrosema* y *P. phaseoloides* presentaron daño leve por comedores. Por el

contrario, *S. capitata* CIAT 1097 y 10280 presentaron una clorosis severa y muerte ascendente de las plantas, lo cual favoreció la invasión de malezas.

Producción de MS. En el período de mínima precipitación, la mayoría de las leguminosas no se recuperaron para el corte a las 3 semanas; en consecuencia, no fue posible evaluar la producción de MS a esta edad de rebrote. En las demás frecuencias de evaluación, sólo fue posible medir la producción de MS en 11 accesiones que persistieron. Seis semanas después del corte, la producción de MS de las accesiones fue similar (0.3 t/ha). A las 12 semanas de edad, *S. guianensis* CIAT 184, *C. macrocarpum* CIAT 5744, y *C. acutifolium* CIAT 5568 presentaron las más altas producciones de MS (2.5 t/ha) (Figura 3).

La accesión que presentó la mayor tasa de producción diaria de MS en el período de mínima precipitación fue *S. guianensis* CIAT 184 (35 kg/ha), mientras que *P. phaseoloides* CIAT 9900 sólo produjo 11.3 kg/ha; entre las demás accesiones no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 4).

En el período de máxima precipitación, sólo persistieron cinco accesiones. Estas accesiones produjeron, a las 6 semanas, menos de 1 t/ha de MS. En contraste, a las 9 semanas *D. ovalifolium*

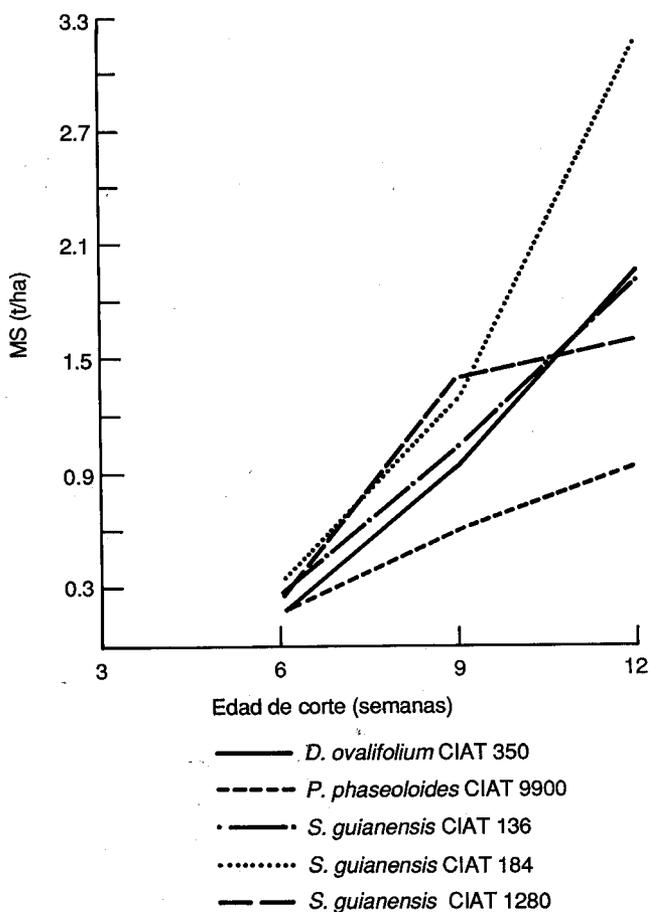
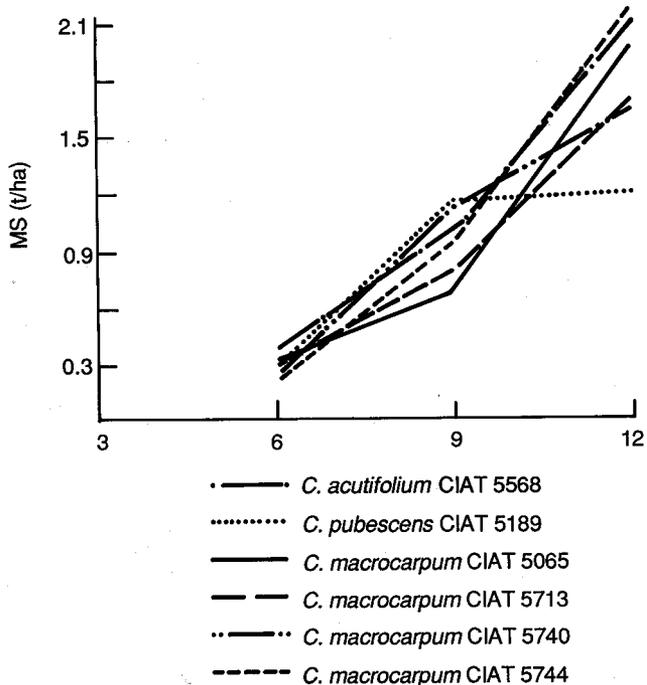


Figura 3. Producción de materia seca de varias leguminosas en la época de mínima precipitación. San Carlos, Costa Rica.

Cuadro 4. Tasa de crecimiento diario (b) (kg/ha de MS) en el período de mínima precipitación y coeficiente de determinación (r^2) de las accesiones de leguminosas mejor adaptadas. San Carlos, Costa Rica.

Leguminosa	Accesión CIAT No.	12 semanas	
		b	r^2
<i>C. acutifolium</i>	5568	23.6b*	0.85
<i>C. pubescens</i>	5189	15.8bc	0.86
<i>C. macrocarpum</i>	5065	21.4bc	0.76
<i>C. macrocarpum</i>	5713	19.0bc	0.85
<i>C. macrocarpum</i>	5740	20.2bc	0.88
<i>C. macrocarpum</i>	5744	24.4b	0.79
<i>D. ovalifolium</i>	350	22.3b	0.80
<i>P. phaseoloides</i>	9900	11.3c	0.88
<i>S. guianensis</i>	136	22.0b	0.86
<i>S. guianensis</i>	184	35.0	0.78
<i>S. guianensis</i>	1280	20.5bc	0.84

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

CIAT 3788 y 3793 produjeron más de 1.1 t/ha de MS (Figura 4). A las 12 semanas de edad, además de las accesiones anteriores, *D. ovalifolium* CIAT 350 y *P. phaseoloides* CIAT 9900 presentaron producciones de MS superiores a 1.5 t/ha.

En este mismo período, la tasa diaria de producción de MS de las leguminosas que persistieron (Cuadro 5), fue similar a la que presentaron estas mismas leguminosas en la época de mínima precipitación, lo cual se debió posiblemente al exceso de precipitación y a la baja nubosidad que ocurre en la zona durante el período de lluvias.

Ataque de plagas y enfermedades. En el segundo período de mínima precipitación *S. capitata* desapareció como consecuencia de una clorosis severa, marchitez y necrosis de las plantas.

En el período de máxima precipitación se presentaron daños leves por comedores en *P. phaseoloides*, y por pulguita-homóptera en *Z. glabra* CIAT 7847. Los daños más severos se presentaron en *Centrosema* y fueron ocasionados por *Rhizoctonia* y *Cylindrocladium*.

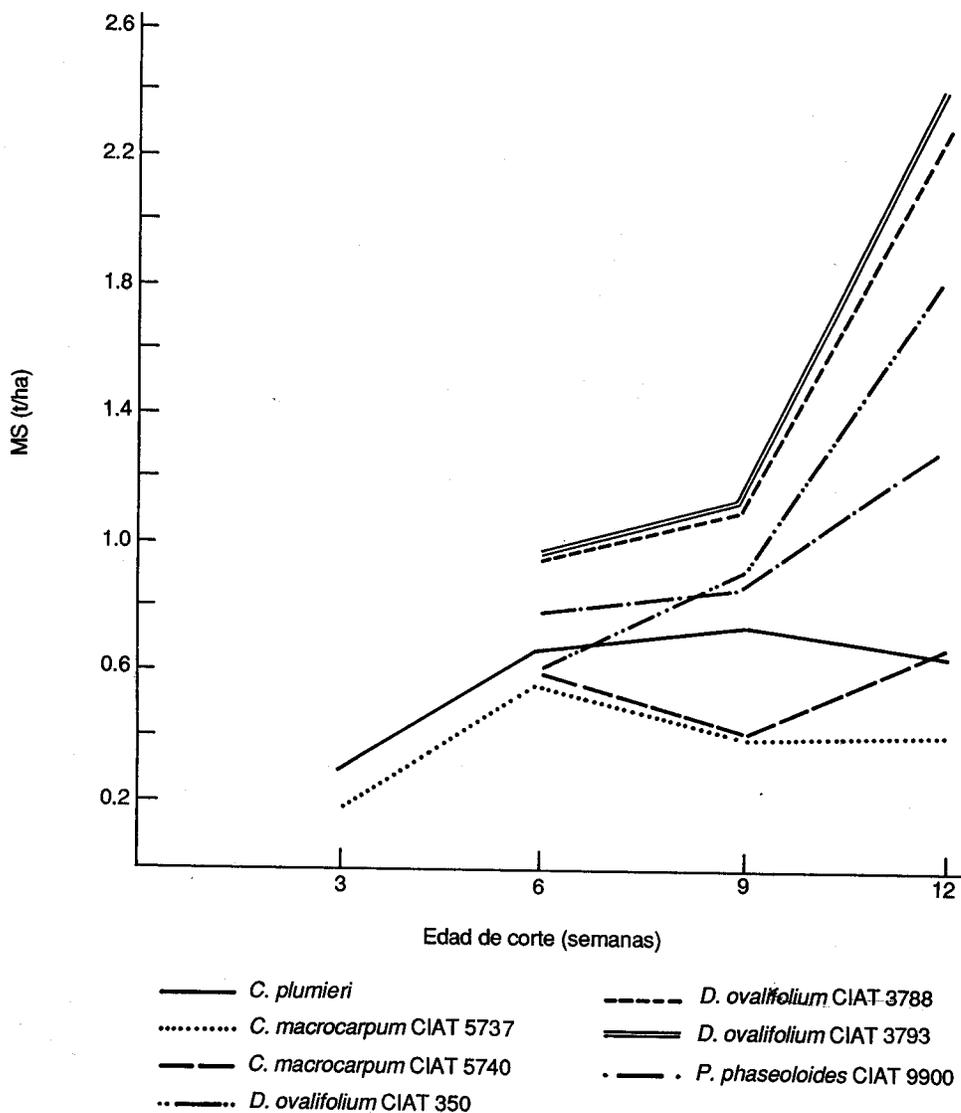


Figura 4. Producción de materia seca de varias leguminosas en la época de máxima precipitación. San Carlos, Costa Rica.

Cuadro 5. Tasa de crecimiento diario (b) (kg/ha) en el período de máxima precipitación y coeficiente de determinación (r^2) de las accesiones de leguminosas mejor adaptadas. San Carlos, Costa Rica.

Leguminosa	Accesión CIAT No.	12 semanas	
		b	r^2
<i>C. macrocarpum</i>	5740	7.5c*	0.78
<i>D. ovalifolium</i>	350	20.6ab	0.92
<i>D. ovalifolium</i>	3788	25.0a	0.92
<i>D. ovalifolium</i>	3793	26.7a	0.91
<i>P. phaseoloides</i>	9900	15.0bc	0.97

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Conclusiones

Los resultados de este ensayo permiten concluir lo siguiente: (1) Las gramíneas presentaron un rápido establecimiento, a excepción de *B. humidicola* CIAT 6369, *B. dictyoneura* CIAT 6133 y *A. gayanus*. (2) *A. gayanus*, *A. micay* y *S. sphacelata* presentaron buena producción de MS en la época de mínima precipitación, pero en la época de máxima precipitación su producción disminuyó en forma significativa, lo cual se asoció con pudrición radicular debido a la saturación de agua en el suelo, y a presencia de plagas y enfermedades. (3) El género *Brachiaria* presentó el mejor comportamiento en la época de máxima precipitación, destacándose *B. brizantha*

CIAT 6780. *Ischaemum ciliare*, una especie altamente invasora en la zona, presentó una baja producción de MS. (4) Las leguminosas, a diferencia de las gramíneas, tuvieron un lento establecimiento. La mayoría de las accesiones no persistió, y únicamente *D. ovalifolium* CIAT 350, 3788 y 3793; *C. macrocarpum* CIAT 5744 y 5740; *C. acutifolium* CIAT 5568 y *C. pubescens* CIAT 5189 presentaron producciones de MS aceptables, especialmente en el período de mínima precipitación. (5) Las leguminosas no se recuperaron para el corte a las 3 semanas, y la mayor producción se alcanzó en el corte entre 9 y 12 semanas de edad. (6) Debido a los buenos resultados obtenidos con las accesiones de las leguminosas antes mencionadas y con *A. gayanus* CIAT 621 y 6053, *P. maximum* CIAT 6299 y 673, *B. brizantha* CIAT 6780, *B. decumbens* CIAT 606, *B. dictyoneura* CIAT 6133, *A. micay* var. local y *H. altissima*, se sugiere su inclusión en estudios avanzados con animales en pastoreo, para medir su productividad y persistencia en asociación.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, al doctor Pedro Argel, del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, y al doctor Danilo Pezo, de la sección de Ganadería del CATIE, la colaboración prestada para la realización de estos ensayos.

Summary

Adaptation and dry-matter (DM) production of 18 grass accessions and varieties and 30 legume accessions were evaluated in an Entisol of San Carlos, Costa Rica (10° 20' N, 84° 34' W, 3062 mm, and 26.7 °C) within the tropical rain forest between June 1988 and October 1989. Dry-matter production was measured every 3, 6, 9, and 12 weeks in maximum and minimum rainfall periods. *Brachiaria humidicola* CIAT 6369 showed slow establishment, with 27% soil coverage at 12 weeks after planting. At this same age, *B. brizantha*, *B. decumbens*, and *P. maximum* showed 100% soil coverage. In general, the legumes showed slow establishment; this was, on the average, 30% at 9 weeks.

In the minimum rainfall period, the highest daily rates of DM production, up to 9 weeks of growth, were obtained with *Andropogon gayanus* CIAT

6053 (52.4 kg/ha) and *Panicum maximum* CIAT 622 (39 kg/ha). At 12 weeks, in this same period, the highest daily rate of DM production was reached with *A. gayanus* CIAT 621 (77 kg/ha).

The legumes did not recover in time for cutting at 3 weeks. At 12 weeks of growth, *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 showed the highest daily rate of DM growth (35 kg/ha); the rest of the accessions produced, on the average, 19 kg/ha of DM/day.

In the maximum rainfall period, the highest daily rates of DM production occurred at 9 weeks of growth with *Hemarthria altissima* (local variety) and *P. maximum* CIAT 673 (90 kg/ha). *Andropogon gayanus* and *Setaria sphacelata* showed root rot and pathogen attack. In this period, the high rainfall affected the daily rate of DM production of the legumes, and only *Desmodium ovalifolium* CIAT 350, 3788, and 3793 (24 kg/ha of DM), *Pueraria phaseoloides* CIAT 9900 (15 kg/ha of DM), and *Centrosema macrocarpum* CIAT 5740 (7.5 kg/ha of DM) persisted.

Referencias

- Argel, J. P. 1990. Consideraciones forrajeras para una ganadería sostenida y productiva en Costa Rica. En: Racionalización del uso de los recursos naturales y el desarrollo ganadero futuro de Costa Rica. Seminario. Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA), San José, Costa Rica. 29 p. (Mimeografiado.)
- Hunter, J. R. 1987. Some observations on *Ischaemum indicum* (Poaceae: Panicoideae: Andropogoneae) a recent aggressive introduction to Costa Rican pastures lands. *Turrialba* 37(1):71-76.
- Sánchez, G.; Osorio, E.; Alvarez, J. A.; Marín, J.; Sánchez, A. y Gil, O. 1989. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el departamento de Antioquia, Colombia. *Pasturas tropicales* 11(3):8-15.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 1989. Información básica del sector agropecuario, San José, Costa Rica. Boletín no. 4. p. 136.
- SEPSA-CNP (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria-Consejo Nacional de Producción). 1990. Encuesta ganadera nacional. 1988. San José, Costa Rica. 60 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.