

# Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el departamento de Antioquia, Colombia

G. Sánchez, E. Osorio, J. A. Alvarez, J. Marín, A. Sánchez y J. O. Gil\*

## Introducción

El departamento de Antioquia en Colombia posee 2,403,727 ha en pasturas, de las cuales 913,419 ha localizadas en las zonas de clima medio y frío se dedican a la ganadería especializada de leche y de doble propósito. El resto se encuentra en zonas cálidas donde predomina la explotación de ganado de carne.

La población bovina en el departamento asciende a 2,181,077 animales, para una capacidad promedio de carga de 0.90 animales/ha; de éstos, 607,681 animales (27%) se encuentran en la zona de climas frío y medio, con una capacidad de carga de 0.66 animales/ha. En esta zona predominan los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), falsa poa (*Holcus lanatus*), andadora u oloroso (*Anthosanthum odoratum*), yaraguá peluda (*Melinis minutiflora*), puntero (*Hyparrhenia rufa*) y gramas naturales (*Paspalum* sp.). El resto de los animales se encuentra en las zonas cálidas (Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio y Cañón del Cauca), con una capacidad de carga de 1.05 animales/ha; las gramíneas predominantes en estas zonas son: gramas naturales (*Paspalum* sp.), puntero (*H. rufa*) y en menor proporción angleton (*Dichanthium aristatum*) y guinea

(*Panicum maximum*). Otras especies como *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *B. dictyoneura*, *Andropogon gayanus*, pará (*Brachiaria mutica*), alemán (*Echinochloa polystachya*) y estrella (*Cynodon* sp.), se encuentran en áreas muy pequeñas (Secretaría de Agricultura de Antioquia, 1989).

Debido a la necesidad de mejorar la productividad de las pasturas en Antioquia, el Proyecto de Ganado de Carne de la Secretaría de Agricultura inició desde 1985 varios ensayos tipo B. Estos buscaban evaluar la adaptación y producción de una serie de gramíneas y leguminosas forrajeras en los municipios de Arboletes, Cauca, Andes, Chigorodó y Puerto Nare.

## Materiales y métodos

**Localización, suelos y clima.** El departamento de Antioquia está localizado entre 5° 20' y 8° 55' de latitud norte y entre 73° 50' y 77° 10' de longitud oeste. Las características de los suelos y clima de las localidades en las cuales se realizaron los ensayos aparecen en los Cuadros 1 y 2. En relación con las propiedades físicas, el suelo de Puerto Nare presenta mayor contenido de arena y el de Arboletes es alto en arcilla; los suelos de las demás localidades tienen propiedades similares.

En general, el contenido de fósforo (P) es bajo (< 7.0 ppm), pero el contenido de calcio (Ca),

\* Investigadores, Secretaría de Agricultura de Antioquia, respectivamente: Oficinas de Planeación en Medellín, y en los municipios de Arboletes, Puerto Nare, Cauca, Andes y Chigorodó.

**Cuadro 1. Características físicas y químicas de los suelos en los sitios experimentales.**

Localidad	Prof. (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	MO (%)	P (ppm)	Ca Mg K Al			
								(meq/100 g)			
Caucasia	0-20	30	28	42	5.3	2.5	3.1	2.3	1.1	0.3	1.3
	20-40	20	19	61	5.0	2.7	1.3	1.8	0.7	0.2	1.9
Andes	0-20	35	30	35	5.6	4.5	6.2	8.9	3.4	0.3	—
	20-40	20	27	47	5.8	2.3	2.7	5.5	2.2	0.2	—
Arboletes	0-20	1	25	74	6.4	4.0	6.0	26.6	11.5	1.0	—
	20-40	2	20	78	6.6	3.1	6.8	32.3	11.2	0.8	—
Chigorodó	0-20	6	44	50	5.8	1.8	4.9	24.2	3.8	0.2	—
	20-40	18	40	42	6.1	0.8	4.2	21.0	3.8	0.2	—
Puerto Nare	0-20	40	13	47	4.9	1.0	2.7	10.0	2.0	1.5	—
	20-40	50	14	36	5.2	0.5	2.0	3.0	0.8	1.9	—

**Cuadro 2. Características de clima durante el período experimental en las localidades donde se realizaron los ensayos.**

Localidad	Precipitación (mm)*				Temp.** (°C)	Prec.** (mm)	Altura (m.s.n.m)	Ecosistema
	Mx1	Mn1	Mx2	Mn2				
Caucasia	602	—	642	41	28	2572	70	Bosque estacional
Andes	622	273	555	162	19	2660	1100	Bosque estacional
Arboletes	655	78	315	—	28	1361	4	Bosque estacional
Chigorodó	957	39	943	43	28	3227	34	Bosque lluvioso
Puerto Nare	—	—	—	—	25	2378	125	Bosque lluvioso

\* Mx1 = Primer período de máxima precipitación. Mn1 = Primer período de mínima precipitación.  
Mx2 = Segundo período de máxima precipitación. Mn2 = Segundo período de mínima precipitación.

\*\* Temperatura y precipitación promedios de 5 años.

magnesio (Mg), potasio (K) y el pH es adecuado para el desarrollo de especies forrajeras. Los ecosistemas son tropical-lluvioso y semi-siempreverde estacional con una temperatura media entre 19 °C y 28 °C, y una precipitación promedio anual que varía entre 1361 mm en Arboletes a 3227 en Chigorodó. La altura varía entre el nivel del mar hasta 1100 m.s.n.m.

**Ecotipos y metodología de evaluación.** Se evaluaron 11 ecotipos de gramíneas y 24 de leguminosas, los cuales fueron suministrados por la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT. La siembra se hizo con semillas y se aplicaron 50 y 20 kg/ha de P y K, respectivamente; las gramíneas recibieron además la aplicación anual de 120 kg/ha de N.

Las evaluaciones se hicieron durante el establecimiento y en la fase de producción de materia seca (MS) cada 3, 6, 9 y 12 semanas, en dos períodos de máxima y dos períodos de

mínima precipitación, siguiendo la metodología propuesta por la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales) para los ensayos regionales tipo B (Toledo, 1982).

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, en el cual las parcelas principales fueron los ecotipos y las subparcelas las frecuencias de evaluación.

## Resultados y discusión

Se presentan los resultados con los ecotipos que persistieron en cada localidad, después de dos períodos en evaluación en épocas de máxima y mínima precipitación.

**Establecimiento.** La mayor cobertura del suelo por gramíneas y leguminosas, durante las 12 semanas siguientes a la siembra, ocurrió en

Caucasia y Arboletes, siendo superior ( $P < 0.01$ ) a la cobertura observada en las demás localidades. En Caucaasia los ecotipos en evaluación presentaron una cobertura superior a 95%; en Arboletes únicamente *Andropogon gayanus* CIAT 6053 y *Zornia latifolia* CIAT 728 presentaron cobertura inferior a 50%; los demás ecotipos presentaron coberturas superiores a 90%. El promedio de cobertura y su desviación estándar, entre paréntesis, de gramíneas y leguminosas en cada localidad fueron respectivamente: Andes ( $57 \pm 14$  y  $49 \pm 18$ ), Arboletes ( $68 \pm 18$  y  $85 \pm 13$ ), Caucaasia ( $99 \pm 0$

y  $97 \pm 4$ ), Chigorodó ( $46 \pm 22$  y  $42 \pm 16$ ) y Puerto Nare ( $56 \pm 22$  y  $70 \pm 17$ ). El análisis de varianza combinado de cobertura a las 12 semanas después del establecimiento se incluye en el Cuadro 3.

**Rendimiento de MS y cobertura.** El rendimiento de MS y la cobertura de las gramíneas a las 12 semanas de edad, en el segundo período de evaluación, aparecen en el Cuadro 4. Los mayores rendimientos de MS con las gramíneas ocurrieron en Andes y Caucaasia ( $P < 0.01$ ). En Puerto Nare, a excepción de

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado por localidad del porcentaje de cobertura de gramíneas y leguminosas forrajeras en el período de establecimiento.

Gramíneas	Ecotipo CIAT No.	Cobertura (%)	Leguminosas	Ecotipo CIAT No.	Cobertura (%)
<i>P. maximum</i>	622	79 a*	<i>S. guianensis</i>	1280	100 a
<i>P. maximum</i>	673	75 ab	<i>C. acutifolium</i>	5112	100 a
<i>B. decumbens</i>	606	75 ab	<i>D. heterophyllum</i>	349	87 ab
<i>B. brizantha</i>	6387	67 ab	<i>C. pubescens</i>	442	86 ab
<i>B. brizantha</i>	6780	60 ab	<i>C. pubescens</i>	438	85 ab
<i>A. gayanus</i>	621	58 abc	<i>C. macrocarpum</i>	5657	84 ab
<i>A. gayanus</i>	6053	55 abc	<i>C. macrocarpum</i>	5713	83 ab
<i>B. decumbens</i>	6133	51 bc	<i>C. brasilianum</i>	5234	80 b
<i>B. humidicola</i>	679	49 bc	<i>S. guianensis</i>	136	77 bc
<i>B. humidicola</i>	6369	33 c	<i>P. phaseoloides</i>	9900	75 bcd
			<i>C. macrocarpum</i>	5744	75 bcd
			<i>C. pubescens</i>	5189	74 bcd
			<i>D. heterophyllum</i>	3782	73 bcd
			<i>C. macrocarpum</i>	5737	70 bcd
			<i>C. acutifolium</i>	5568	70 bcd

\* Promedios seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P < 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

Cuadro 4. Producción de MS (t/ha) y cobertura (%) a las 12 semanas de edad, durante el segundo período de evaluación, de los ecotipos de gramíneas mejor adaptados en cinco localidades de Antioquia, Colombia.

Especie	Ecotipo CIAT No.	Máxima precipitación					Mínima precipitación														
		Caucasia MS	Andes Cob.	Arboletes MS	Chigorodó Cob.	Pto. Nare MS	Cob.	Caucasia MS	Andes Cob.	Arboletes MS	Chigorodó Cob.	Pto. Nare MS	Cob.								
<i>A. gayanus</i>	621	—	—	7.0	56	—	—	—	—	3.0	—	—	2.8	46	—	—	—	—	3.8	—	
	6053	2.9	92	6.8	23	—	—	—	—	3.1	—	5.1	65	3.1	10	2.2	28	—	—	3.7	—
<i>B. humidicola</i>	679	—	—	—	—	—	—	—	—	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.7	—
	6369	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6	—
<i>B. dictyoneura</i>	6133	9.1	100	4.1	55	—	—	1.5	90	2.1	6.1	96	1.2	65	—	—	0.7	92	3.2	—	—
	6387	5.9	96	4.4	83	5.7	90	1.8	96	3.0	3.6	95	1.9	75	3.4	81	0.9	91	3.7	—	—
<i>B. brizantha</i>	6780	4.5	96	5.5	100	8.2	81	1.7	97	2.5	4.6	96	1.8	83	2.9	73	0.9	90	3.0	—	—
	622	11.3	100	—	—	9.2	73	1.9	97	—	3.4	85	—	—	1.7	66	0.9	90	—	—	—
<i>P. maximum</i>	673	5.4	100	—	—	11.6	73	1.5	96	2.2	4.6	85	2.4	86	3.2	60	1.0	85	3.1	—	—
	606	—	—	3.0	96	5.8	80	1.2	92	2.3	—	—	—	—	1.9	71	0.8	91	3.3	—	—
<i>B. decumbens</i>	606	—	—	3.0	96	5.8	80	1.2	92	2.3	—	—	—	—	1.9	71	0.8	91	3.3	—	—
D.E.	—	5.8	5	2.7	14	1.9	15	0.2	2	0.2	—	1.4	15	1.1	15	1.0	8	0.1	6	0.8	—

D.E. = desviación estándar.

*B. humidicola* CIAT 679 y 6369, los demás ecotipos presentaron rendimientos aceptables de MS. En Chigorodó se presentaron los menores rendimientos y variaron poco entre períodos de evaluación. Por el contrario, en Arboletes se encontró un cambio drástico en los rendimientos de MS de las gramíneas por efecto de la precipitación.

La distribución de la producción de MS y la cobertura de las leguminosas en cuatro localidades, durante la segunda evaluación, se comprende mejor al observar las Figuras 1 y 2. En Caucasia, *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065, 5713 y 5744 y *C. acutifolium* CIAT 5568 fueron los ecotipos de mayor rendimiento en ambos períodos. Igualmente, *C. acutifolium* CIAT 5277 y *C. pubescens* CIAT 5189 y 442 presentaron poca variación en rendimiento de MS y cobertura entre períodos de evaluación. En Andes se observó un efecto significativo de la precipitación, siendo *C. acutifolium* CIAT 5568 y *C. pubescens* CIAT 438 las leguminosas de mejor comportamiento en el período de menor precipitación (162 mm). En Arboletes los mayores rendimientos de MS y cobertura se encontraron con *S. guianensis* CIAT 136 y 184, y con la mayoría de los ecotipos evaluados de *C. macrocarpum*, *C. pubescens* y *C. acutifolium*. En Chigorodó, además de los ecotipos anteriores, se adaptaron *S. guianensis* CIAT 10136, *D. ovalifolium* CIAT 350 y *P. phaseoloides* CIAT 9900.

Las tasas de producción diaria de MS de las gramíneas y de las leguminosas se incluyen en los Cuadros 5 y 6. Con las gramíneas, la mayor producción diaria de MS en las épocas de mínima y máxima precipitación ocurrió en Caucasia. En Caucasia, Andes, Chigorodó y Puerto Nare, el período de mínima precipitación no afectó la producción diaria de MS de las leguminosas. Por el contrario, en Arboletes, con excepción de *C. acutifolium* CIAT 5277, se observó una disminución superior a 80% en el rendimiento diario de MS de las demás leguminosas por efecto del período menos lluvioso.

Los resultados de estos ensayos coinciden, en su mayoría, con los obtenidos en otras localidades de Colombia por otros investigadores. Así, Giraldo et al. (1985) obtuvieron con *A. gayanus* CIAT 621 una producción diaria de MS de 571 kg/ha en Caucasia en el período lluvioso; con *D. ovalifolium* CIAT 350, 175 kg/ha

y con *C. macrocarpum*, 263 kg/ha, siendo estas producciones similares a las obtenidas en el presente ensayo. Suárez y Machado (1988) encontraron en Supía las mayores producciones diarias de MS en el período de lluvias y variaciones entre épocas seca y lluviosa de 18%, aproximadamente. Valero et al. (1987) encontraron en Quilichao que *C. macrocarpum* CIAT 5065, *C. pubescens* CIAT 438, *S. guianensis* CIAT 184 y *D. ovalifolium* CIAT 350 produjeron la mayor cantidad de MS en períodos de máxima y mínima precipitación.

**Ataque de plagas y enfermedades.** El complejo pulguilla-homóptera y los hemípteros causaron daño de moderado a grave en *B. decumbens* CIAT 606 y *P. maximum* CIAT 673. Las leguminosas sufrieron daños por comedores, especialmente *S. guianensis* CIAT 136 y 184, *C. macrocarpum* CIAT 5713 y 5744, y *P. phaseoloides* CIAT 9900. En general, los daños por insectos no limitaron el desarrollo de las plantas y los daños por enfermedades fueron leves.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en estos ensayos permiten concluir: 1) en Caucasia la mejor adaptación y producción de MS se obtuvo con las gramíneas *B. dictyoneura* CIAT 6133, *B. brizantha* CIAT 6387 y 6780, *P. maximum* CIAT 622 y 673, y *A. gayanus* CIAT 6053; y con las leguminosas *C. macrocarpum* CIAT 5713, 5065 y 5744; *C. brasilianum* CIAT 5234 y *C. acutifolium* CIAT 5568. 2) En Andes, entre las gramíneas, *B. brizantha* CIAT 6780 y 6387, *B. decumbens* CIAT 606, *B. dictyoneura* CIAT 6133, y *A. gayanus* CIAT 621 y 6053; entre las leguminosas, *C. macrocarpum* CIAT 5744, *C. acutifolium* CIAT 5568 y *C. pubescens* CIAT 438 presentaron la mejor adaptación y mayor producción de MS. 3) En Puerto Nare se adaptaron las gramíneas *B. brizantha* CIAT 6387 y 6780, *B. decumbens* CIAT 606, *B. dictyoneura* CIAT 6133, *A. gayanus* CIAT 621 y 6053 y *P. maximum* CIAT 673; y las leguminosas *C. macrocarpum* CIAT 5740, 5065, 5737 y 5713. 4) En Chigorodó sobresalieron por su comportamiento las gramíneas *B. dictyoneura* CIAT 6133, *B. decumbens* CIAT 606, *B. brizantha* CIAT 6387 y 6780, *P. maximum* CIAT 622 y 673, y las leguminosas *C. macrocarpum* CIAT 5065, 5713 y 5744, *S. guianensis* CIAT 136, 184 y 10136, *D. ovalifolium* CIAT 350 y

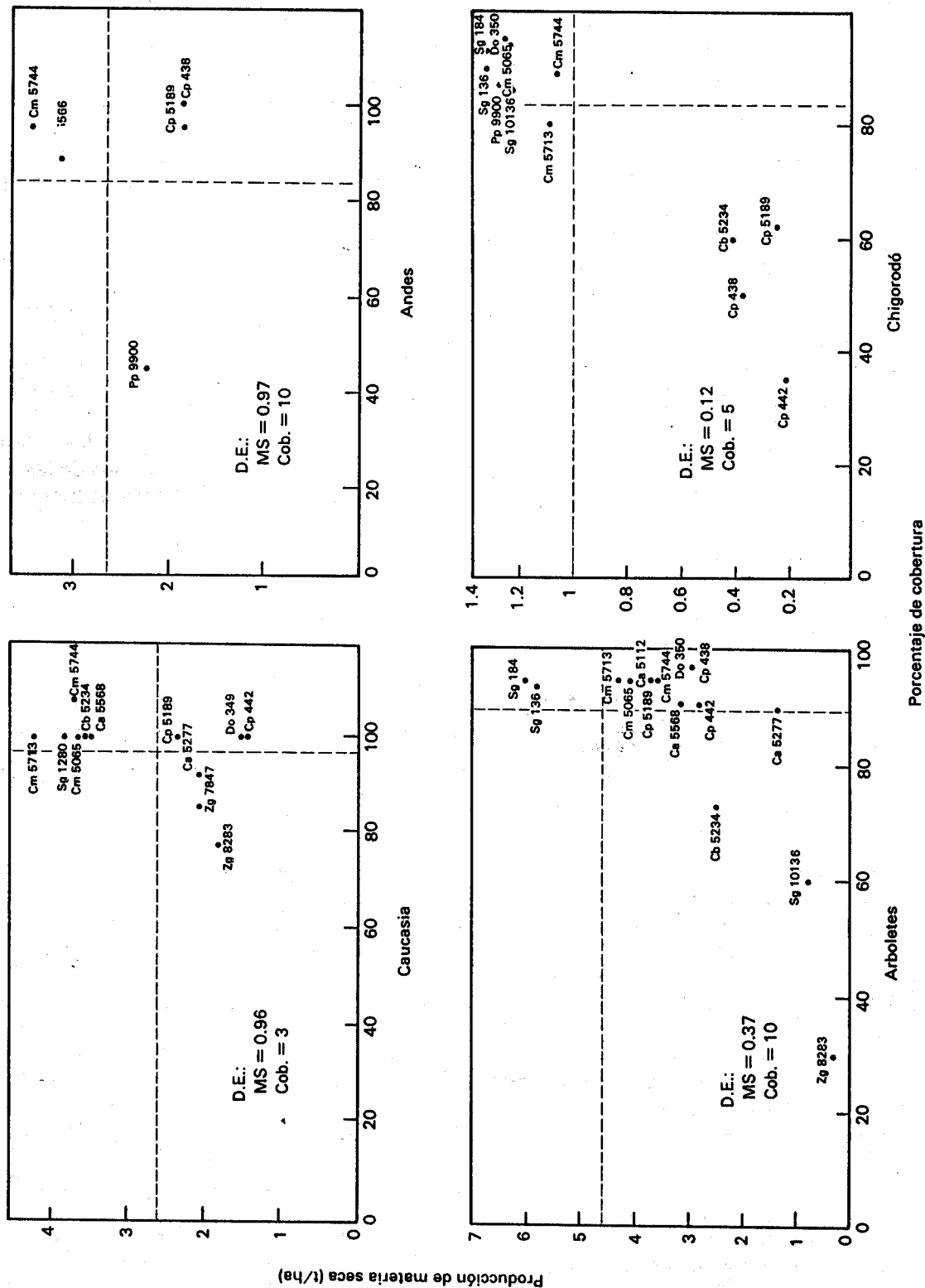


Figura 1. Producción de MS y cobertura de varias leguminosas forrajeras a las 12 semanas de rebrote en el segundo período de máxima precipitación, Antioquia, Colombia.

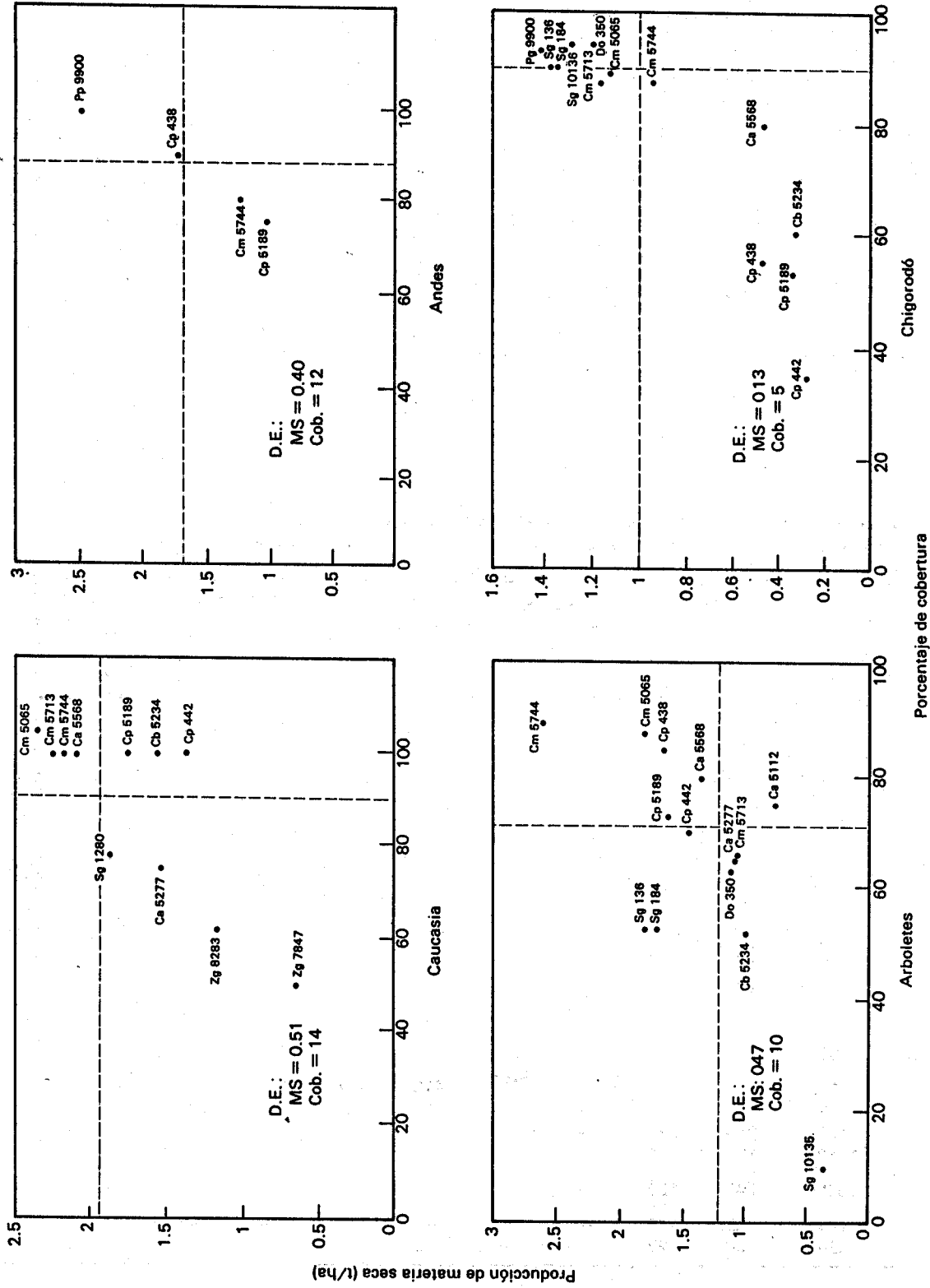


Figura 2. Producción de MS y cobertura de varias leguminosas forrajeras a las 12 semanas de rebrote en el segundo período de mínima precipitación.

**Cuadro 5. Coeficientes de regresión entre producción de MS y edad de corte en época de máxima ( $b_0$ ) y mínima ( $b_1$ ) precipitación; segundo período de evaluación de los ecotipos de gramíneas mejor adaptadas en cinco localidades de Antioquia, Colombia.**

Especie	Ecotipo CIAT No.	Caucasia		Andes		Arboletes		Chigorodó		Pto. Nare	
		$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$
<i>A. gayanus</i>	621	646	—	402	228	—	—	—	—	342	397
	6053	192	417	359	209	—	305	—	—	336	390
<i>B. humidicola</i>	679	—	—	—	—	—	—	—	—	142	160
	6369	—	—	—	—	—	—	—	—	117	143
<i>B. dictyoneura</i>	6133	606	531	254	126	—	377	141	85	226	262
<i>B. brizantha</i>	6387	409	349	261	174	472	301	161	108	329	309
	6780	318	361	312	182	515	299	157	107	278	381
<i>P. maximum</i>	622	646	342	—	—	594	212	161	115	—	—
	673	338	341	—	—	838	326	151	113	252	308
<i>B. decumbens</i>	606	—	—	206	222	475	227	126	88	266	285

**Cuadro 6. Coeficientes de regresión entre producción de MS y edad de corte en épocas de máxima ( $b_0$ ) y mínima ( $b_1$ ) precipitación; segundo período de evaluación de los ecotipos de leguminosas mejor adaptadas en cinco localidades de Antioquia, Colombia.**

Especie	Ecotipo CIAT No.	Caucasia		Andes		Arboletes		Chigorodó		Pto. Nare	
		$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$	$b_0$	$b_1$
<i>C. acutifolium</i>	5112	—	—	—	—	251	84	—	—	—	—
	5277	153	130	107	—	99	100	—	—	98	91
	5568	236	238	206	106	248	127	80	92	86	136
<i>B. brasilianum</i>	5657	—	—	—	—	—	—	—	—	128	174
	5234	242	170	—	—	185	111	38	54	82	151
<i>C. macrocarpum</i>	5713	303	274	—	—	340	163	139	139	215	260
	5737	—	—	—	—	—	—	—	—	225	236
	5740	—	—	—	—	—	—	—	—	297	261
	5744	247	263	218	204	336	201	127	134	308	—
	5065	257	254	—	—	300	172	132	127	271	209
<i>C. pubescens</i>	438	—	—	125	136	252	136	50	70	100	121
	5189	165	173	117	96	265	155	41	61	135	132
	442	126	136	—	—	244	123	35	32	91	97
<i>D. ovalifolium</i>	349	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	350	—	—	—	—	196	179	141	143	—	262
<i>P. phaseoloides</i>	9900	—	—	120	113	—	—	153	183	345	—
<i>S. guianensis</i>	136	—	—	—	—	413	281	157	161	—	—
	184	—	—	—	—	416	280	162	171	259	—
	1280	249	227	—	—	—	—	—	—	—	—
	10136	136	151	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. capitata</i>	10280	249	133	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Z. glabra</i>	7847	152	133	—	—	—	—	—	—	—	—
	8283	130	127	—	—	45	—	—	—	—	—

*P. phaseoloides* CIAT 9900. 5) En Arboletes las gramíneas de mejor comportamiento fueron *B. brizantha* CIAT 6780 y 6387, *B. decumbens* CIAT 606, *P. maximum* CIAT 673 y 622, y las leguminosas *S. guianensis* CIAT 136 y 184 y *C. macrocarpum* CIAT 5713, 5744 y 5065. 6) Los resultados obtenidos en estos ensayos muestran un amplio número de ecotipos promisorios para aumentar la productividad de las pasturas en Antioquia, Colombia. Estos ecotipos actualmente se encuentran en ensayos de evaluación tipo C dentro de la RIEPT.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada para la realización de estos ensayos a: Porfirio Henao C., Alfázar González M. y Jorge Montoya M., Secretario, Director de la Oficina Operativa y Jefe de la Sección de Planeación de la Secretaría de Agricultura de Antioquia, respectivamente; a Jorge Alonso Pérez M., del Fondo Ganadero de Antioquia; y a Oscar Sierra P., Luis H. Franco y Alberto Ramírez P., del CIAT.

## Summary

Adaptation and DM production of several forage grasses and legumes were evaluated in Arboletes, Cauca, Andes, Chigorodó, and Puerto Nare, located in semi-evergreen seasonal forest and tropical rain forest ecosystems in the Department of Antioquia, Colombia.

Evaluations were made in two 12-week periods of maximum (> 315 mm) and two 12-

week periods of minimum (< 162 mm) precipitation. Results showed that the best adapted and most productive grasses in all the localities were: *Brachiaria brizantha* CIAT 6387 and 6780, *B. dictyoneura* CIAT 6133, and *Panicum maximum* CIAT 673. Among the legumes, the best for adaptation and production was *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065, 5713, and 5744. *Centrosema acutifolium* CIAT 5568 was developed and persisted well at Cauca and Andes, while *Stylosanthes guianensis* CIAT 136 and 184 showed their best performance at Chigorodó and Arboletes.

## Referencias

- Giraldo, L. A.; Hoyos, H. J. y Ramírez, L. F. 1985. Adaptación y producción de forrajeras en el Bajo Cauca, Colombia. *Pasturas tropicales-boletín* 7(2):14-16.
- Secretaría de Agricultura de Antioquia. 1989. Avance estadístico del sector agropecuario del departamento. p. 33-35.
- Suárez, S. y Machado, L. F. 1988. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Supía, zona cafetera de Colombia. *Pasturas tropicales-boletín* 10(2):30-33.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 168 p.
- Valero, O. A.; Pizarro, E. A. y Franco, L. H. 1987. Producción de seis leguminosas forrajeras solas y en asociación con dos gramíneas tropicales. *Pasturas tropicales-boletín* 9(1):6-11.