

/ESPECIES FORRAJERAS PROMISORIAS PARA LAS  
SABANAS DE SUELOS ACIDOS E INFERTILES DE  
AMERICA TROPICAL

B. Grof

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias ICA-CIAT, Carimagua

INTRODUCCION

Existe un gran potencial para el desarrollo de pastos y producción bovina en las sabanas del trópico bajo de América del Sur. Estas tierras, formadas por Oxisoles y Ultisoles, cubren un área superior a 300 millones de hectáreas y se caracterizan por su poco desarrollo. El bajo valor nutritivo del pasto nativo es la causa principal de la poca productividad, especialmente durante la época seca, cuando las sabanas frecuentemente suministran menos del 60% de los requisitos nutricionales a los animales.

El propósito fundamental para corregir las deficiencias de nutrientes es mediante el establecimiento de pastos mejorados, basados en asociaciones de leguminosas y gramíneas.

El Programa de Pastos Tropicales del CIAT, en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, realiza ensayos con especies forrajeras nativas e introducidas, en la Estación Experimental de Carimagua (Centro Nacional de Investigación), localizada en los Llanos Orientales de Colombia.

La precipitación promedio anual es de 2163 mm, distribuidos entre abril a noviembre. La estación seca es muy marcada desde mediados de diciembre hasta finales de marzo.

Los suelos de la región se caracterizan por ser ácidos (pH 4,2 - 4,8) e infértiles con una alta saturación de aluminio. La mayoría son Oxisoles bien drenados, de origen sedimentario de la región Andina. Son deficientes en N, P, K, Ca, Mg, S y algunos elementos menores.

Con el objeto de estudiar y evaluar especies forrajeras, gramíneas y leguminosas adaptables a las condiciones de suelos ácidos y pobres de las sabanas, el CIAT comenzó en los 1974-75 un programa de introducción y recolección de especies forrajeras.

Durante el período 1977-85 se evaluaron en la Estación Experimental de Carimagua, en pequeñas parcelas, 3814 accesiones de especies forrajeras. En el mismo período se evaluaron además, bajo condiciones de pastoreo, 136 accesiones que pertenecen a 15 leguminosas y a 7 especies de gramíneas.

Un análisis final sobre la evaluaciones de este grupo de accesiones indica que las siguientes leguminosas y gramíneas son promisorias para las sabanas isohipertérmicas:

#### Leguminosas:

Los géneros Stylosanthes, Desmodium, Centrosema y Arachis contienen algunas especies bien adaptadas a este ecosistema. Zornia tiene

características menos promisorias, algunas especies de Aeschynomene son bien adaptados a los suelos mal-drenados y el resto de las especies evaluadas no mostraron resultados significativos.

### Stylosanthes

Este es un género compuesto aproximadamente de 30 a 40 especies. Sin embargo, la especie Stylosanthes tiene más diversidad genética que otros géneros con mayor número de especies. Algunas especies de Stylosanthes son notablemente tolerantes a las condiciones de extrema acidez y están frecuentemente asociadas a grandes concentraciones de aluminio del suelo.

Stylosanthes capitata. Las accesiones de S. capitata muestran habilidad de crecimiento en condiciones de bajo pH y a niveles deficientes de fósforo. Es una especie perénne, autoregeneradora y con una limitada distribución en los trópicos orientales de Brasil y Venezuela. Es resistente a antracnosis y al barrenador del tallo.

El comportamiento de varias líneas de híbridos indican que es posible combinar las características deseables, como floración temprana, buen producción de semillas CIAT 1019 y 1097 y floración intermedia, en híbridos intraespecíficos. Los híbridos seleccionados de las anteriores accesiones mostraron más alta productividad que cv. CAPICA, mantienen vigor en el verano y producen altos rendimientos de semilla durante las condiciones severas de sequía en 1985 (Fig. 1).

### Centrosema

La mayoría de las especies de Centrosema son plantas perénnes de la zona tropical. El habitat nativo de los diversos ecotipos de esta



leguminosa incluye bosques de galería en trópicos húmedos, sabanas húmedas, sub-húmedas y bosques secos. Los dos principales centros de diversidad están localizados en el plato central de Brasil y América Central. Estas regiones poseen las 3/4 partes de todas las especies (ca. 30-35).

El cultivar comercial de C. pubescens, conocido y usado como forraje y cobertura en plantaciones, es una verdadera especie tropical adaptada a un estrecho medio ambiente en el trópico húmedo. En general, requiere un suelo de alta fertilidad.

Las especies, ecotipos y variantes estrechamente relacionadas con C. pubescens, ej. C. macrocarpum y Centrosema sp. nov., están ampliamente distribuidas en la zona tropical de América del Sur y América Central.

Los resultados obtenidos, junto con las especies introducidas recientemente, ofrecen nuevos prospectos para la investigación y serán inmediatamente aprovechados en el uso y valor económico de Centrosema en las regiones donde la utilización de esta leguminosa no ha tenido éxito.

Las experiencias obtenidas en los Llanos Orientales indican que las especies y ecotipos de Centrosema con estolones poseen tolerancia al pastoreo intenso, ej. Centrosema sp. nov. accesiones CIAT 5568 y 5277. Sin embargo, la anterior accesión es más susceptible a Rhizoctonia, le falta vigor inicial pero resiste ataques por insectos durante el invierno. Ambas son muy tolerantes a la sequía.

Una selección local de C. pubescens (El Porvenir) es buena productora de semillas, de forma estolonífera que tiene la habilidad de autopropagarse bajo condiciones de pastoreo, pero que es más susceptible a las enfermedades de las hojas durante el invierno que las accesiones de Centrosema sp. nov. anteriormente mencionadas. C. macrocarpum es muy palatable, no posee estolones y no tolera cargas superiores a 1.5 animales por ha por períodos prolongados, por lo cual necesita de un cuidadoso manejo. Varias formas estoloníferas se han seleccionado y se están comportando bien bajo pastoreo (Cuadro 1).

En general, el rendimiento de semilla de la mayoría de las accesiones de C. macrocarpum y Centrosema sp. nov. es bajo porque estas accesiones florecen tarde durante la estación, cuando los rendimientos de semilla se reducen por la baja disponibilidad de agua. Se necesita información sobre la fenología de C. macrocarpum, la capacidad de producción y el reemplazo de plantas bajo condiciones de pastoreo.

Los rendimientos de 11 accesiones de Centrosema, que comprende C. macrocarpum, Centrosema sp. nov. e híbridos interespecíficos de C. pubescens x C. macrocarpum, se compararon en un experimento bajo corte. Las diferencias en los rendimientos de las accesiones fueron significativas. Las tres Centrosema sp. nov. y una accesión estolonífera de C. macrocarpum CIAT 5396 produjeron más materia seca que otras siete accesiones, ej. cuatro C. macrocarpum y tres híbridos F<sub>2</sub> de C. pubescens x C. macrocarpum (Cuadro 2).

Cuadro 1. Número de estolones enraizados/m<sup>2</sup> de Centrosema spp. en parcelas bajo corte, 1985A. Carimagua, Llanos Orientales.

Cluster	Rango	$\bar{X}$	Significancia	
1	[197-170]	183		A
2	[147-114]	126		B
3	[106-83 ]	95	C	B
4	[ 77-39 ]	57	C	D
5	[ 33-18 ]	24	E	D
6	[ 16-0 ]	7	E	

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2. Rendimientos de materia seca (t/ha/año) de once accesiones de Centrosema spp. Carimagua, Llanos Orientales.

Especie/accesión No.	t/ha/año
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5396	12.67 a
<u>Centrosema</u> sp. nov. CIAT 5568	11.07 a
<u>Centrosema</u> sp. nov. CIAT 5278	10.73 a
<u>Centrosema</u> sp. nov. origen desconocido	9.61 a
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5743	6.62 b
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5674	6.36 bc
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5744	5.68 bcd
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5392	5.20 bcd
<u>C. pubescens</u> x <u>C. macrocarpum</u> F <sub>2</sub>	4.54 bcd
<u>C. pubescens</u> x <u>C. macrocarpum</u> F <sub>2</sub>	3.22 cd
<u>C. pubescens</u> x <u>C. macrocarpum</u> F <sub>2</sub>	3.12 d

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0.05).

Se incluyeron C. macrocarpum (2 accesiones), C. brasilianum y Centrosema sp. nov. en un experimento a menor-escala bajo pastoreo para determinar la compatibilidad con Andropogon gayanus y los efectos de variables de carga en el rendimiento y persistencia de leguminosas.

Durante el segundo año, en una comparación de las cuatro accesiones de Centrosema sp. bajo pastoreo, los rendimientos fueron significativamente superiores para las accesiones de Centrosema sp. nov. CIAT 5568, C. macrocarpum 5065, 5062 and para las de C. brasilianum CIAT 5234. El contenido de leguminosa para la asociación Centrosema sp. nov. CIAT 5568/A. gayanus fue significativamente superior que C. macrocarpum 5062 y C. brasilianum 5234/A. gayanus (Cuadro 3).

En general, las formas estoloníferas de especies de Centrosema sp. nov. empleadas en varios experimentos, exhibieron mayor resistencia a la utilización de corte y pastoreo que C. macrocarpum o C. brasilianum. Las accesiones de las dos anteriores especies utilizadas en el experimento no son leguminosas estoloníferas.

La nueva forma de las especies de Centrosema CIAT 5277 y C. macrocarpum CIAT 5065 persistió por cuatro años bajo un sistema de pastoreo intermitente. Ambas especies, C. macrocarpum y Centrosema sp. nov. demostraron mayor tolerancia a la sequía y fueron más palatables que Kudzú.

#### Desmodium ovalifolium

Es una "especie clave" de considerable importancia, principalmente

Cuadro 3. Rendimiento (t/ha/año) de cuatro asociaciones de Centrosema spp./Andropogon gayanus cv. Carimagua 1. Carimagua, Llanos Orientales.

Asociación	Leguminosa ----- t/ha/año -----	Gramínea	Total	Contenido leguminosa (P%)
<u>Centrosema</u> sp. nov. CIAT 5568/A. <u>gayanus</u> cv. Carimagua 1	6.15 a	15.28 b	21.44 bc	30.3 a
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5065/A. <u>gayanus</u> cv. Carimagua 1	5.48 a	19.16 a	24.63 ab	23.7 ab
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5062/A. <u>gayanus</u> cv. Carimagua 1	5.42 a	19.80 a	25.22 a	22.2 b
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5234/A. <u>gayanus</u> cv. Carimagua 1	1.78 b	18.31 b	20.08 c	10.6 c

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0.05).

porque es una de las especies compatibles con gramíneas agresivas como son Brachiaria spp.

Se compararon 60 nuevas accesiones de D. ovalifolium con las anteriores introducciones de esta leguminosa en un ensayo bajo corte para determinar la resistencia a Synchytrium desmodii y al nemátodo de la agalla del tallo (Pterotylonchus cecidogenus).

Se estableció el experimento durante el invierno de 1983. Se sembró el ensayo en donde D. ovalifolium CIAT 350, accesión muy susceptible a enfermedades, estuvo bajo pastoreo regular en asociación con Brachiaria humidicola. Esta accesión fue muy afectada por el nemátodo y la leguminosa se murió al finalizar el cuarto año bajo pastoreo.

Todas las accesiones se clasificaron de acuerdo a resistencia a enfermedades, rendimientos de materia seca, vigor y recuperación después de defoliación. Muchas accesiones se murieron durante el primer año del ensayo cuando se presentó el ataque por nemátodos, Synchytrium y el micoplasma de hoja pequeña, lo cual causó un severo daño en varias accesiones. Las accesiones de esta leguminosa mostraron un amplio rango de variabilidad a la resistencia a enfermedades.

Se usó el análisis de cluster para clasificar las accesiones de acuerdo a los criterios anteriores. El análisis generó 6 grupos. Las siguientes accesiones mostraron mejor comportamiento:

Para la evaluación de accesiones de D. ovalifolium en asociaciones bajo pastoreo, se sembraron cinco especies de Brachiaria, cada una con 8 accesiones de D. ovalifolium en un diseño tipo ajedrez en julio 9, 1981.

Los rendimientos de materia seca y la composición botánica se midieron en 28 ocasiones durante el período experimental, 12 febrero 1982 - 15 abril 1985.

El contenido de leguminosa al comienzo del experimento fue alto en la mayoría de los tratamientos y el control, CIAT 350, tuvo un promedio de 48% de contenido de leguminosa en los cinco tratamientos con Brachiaria spp.

Se registraron varios ataques por Synchytrium y nemátodos durante el ensayo y los porcentajes de leguminosa mostraron fluctuaciones muy marcadas en una estación a la otra. Varias accesiones afectadas leve o moderadamente se regeneraron por autopropagación.

Las accesiones 3793 y 3794 mostraron buena estabilidad de rendimientos y tuvieron mayor producción que otras 6 accesiones más en el mismo ensayo. El control, CIAT 350, CIAT 3652 y CIAT 351 fueron las más susceptibles a enfermedades y el contenido y rendimiento de leguminosa en estos tratamientos decayó (Cuadro 4). La accesión de mayor producción fue B. humidicola CIAT 679 y la más palatable entre las gramíneas fue B. dictyoneura CIAT 6133 (Cuadro 5).

Cuadro 4. Promedio de rendimientos de materia seca de ocho Desmodium ovalifolium sobre tratamientos de Brachiaria. Carimagua, Llanos Orientales.

Leguminosas	Rendimiento MS t/ha/año
3793	26.07 a
3794	22.66 b
3784	18.27 c
3788	17.06 c
350	11.23 d
3652	5.51 e
351	3.11 e
3780	2.47 e

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 5. Promedio de rendimientos de materia seca de cinco Brachiaria spp. sobre tratamientos de leguminosas. Carimagua, Llanos Orientales.

Gramíneas	Rendimiento MS t/ha/año
<u>B. humidicola</u> CIAT 679	32.95 a
<u>B. brizantha</u> CIAT 665	18.38 b
<u>B. brizantha</u> CIAT 664	14.97 c
<u>Brachiaria</u> sp. CIAT 6298	14.52 c
<u>B. dictyoneura</u> CIAT 6133	13.69 c

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 6. Cambios en el contenido de leguminosa (%) de cuatro asociaciones de Arachis pintoi/Brachiaria spp. en el primero y segundo año, comparado con el período de regeneración de Arachis pintoi en el tercer año bajo pastoreo. Carimagua, Llanos Orientales.

Asociación leguminosa/gramínea	Rango contenido de leguminosa (%)			$\bar{x}$	3er. año	3er. año	$\bar{x}$	3er. año
	1er. año	2do. año	3er. año					
A. <u>pintoi</u> CIAT 17434/B. <u>humidicola</u> CIAT 679	[ 5.2-25.1]	[ 8.3-44.5]	[18.0-56.0]					34.51
A. <u>pintoi</u> CIAT 17434/B. <u>dictyoneura</u> CIAT 6133	[ 5.6-29.2]	[ 9.5-25.7]	[ 7.0-34.0]					20.75
A. <u>pintoi</u> CIAT 17434/B. <u>brizantha</u> CIAT 664	[ 4.1-24.7]	[ 4.6-72.0]	[19.0-54.0]					33.68
A. <u>pintoi</u> CIAT 17434/B. <u>ruziziensis</u> CIAT 6291	[11.4-40.0]	[16.1-69.0]	[33.0-73.0]					54.60

### Arachis pintoi

Esta leguminosa es tolerante a la baja fertilidad y al tipo de suelo Oxisol de Carimagua. En los ensayos realizados en los Llanos Orientales de Colombia, A. pintoi se comporta muy bien y muestra buena compatibilidad con especies de Brachiaria. Prospera bien, particularmente con B. humidicola y B. dictyoneura. Debido a que es altamente tolerante a la defoliación, puede soportar el pastoreo pesado y el pisoteo.

El ganado acepta esta leguminosa muy bien, pero no la pastorea exclusivamente en asociación con Brachiaria spp. En el tercer año se registró un incremento marcado del contenido de leguminosa. Los promedios y el rango de contenidos de leguminosa se muestran en el Cuadro 6.

La defoliación de Arachis ocurrió durante el verano prolongado pero se recuperó rápidamente con la llegada de las lluvias a finales de abril.

La autopropagación por semilla de la leguminosa fue muy buena en asociación con Brachiaria spp. Se registraron unas 145 y 128 plántulas establecidas de A. pintoi por m<sup>2</sup> en pasturas de B. humidicola y B. dictyoneura, respectivamente.

Se registró un incremento en el contenido de N de las especies de gramíneas asociadas fuera de tiempo. Este fenómeno es particularmente alentador en el caso de B. humidicola, gramínea normalmente baja en proteína y digestibilidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Incrementos de proteína cruda en Brachiaria humidicola asociada con Arachis pintoi.  
Carimagua, Llanos Orientales.

Año	Verano	Invierno
1ro.	6.32	6.63
2do.	4.75	8.25
3ro.	9.44	11.56
	$\bar{X}: 6.84 \pm 1.95$	$\bar{X}: 8.81 \pm 2.05$

El promedio de proteína cruda de 4 Brachiaria spp. fue de 11.94% a 13.19% durante el verano y el invierno en el tercer año, respectivamente. Los niveles de proteína cruda de A. pintoi en el mismo período fue de 22.4% a 23.5%.

#### Gramíneas:

Entre las gramíneas evaluadas se tienen genotipos seleccionados de Andropogon gayanus y especies de Brachiaria, ej. B. humidicola y B. dictyoneura, que justifican una distribución y utilización más intensa. Las accesiones de B. brizantha fueron promisorias al comienzo del ensayo de evaluación.

Andropogon gayanus Kintn var. bisquamulatus es una gramínea forrajera perénne, de porte alto, que forma macollas, oriunda de Africa Occidental. En 1973 el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) introdujo un ecotipo de esta gramínea, denominado CIAT 621, procedente de la Estación Experimental Shika, Nigeria.

Después de varios años de evaluación sistemática en ensayos de adaptación y producción en varios lugares de Colombia, especialmente en los Llanos Orientales, además de otros países latinoamericanos, se comprobó que A. gayanus CIAT 621 es una gramínea de excelente adaptación y productividad para las extensas áreas de Oxisoles y Ultisoles, caracterizadas por su bajo pH y alta saturación de aluminio. Hasta el momento, cinco países de América tropical han liberado, como cultivar, la introducción A. gayanus CIAT 621.

La producción de genotipos de esta especie con una floración uniforme y tardía, es el objetivo para un proyecto de mejoramiento.

Varios clones seleccionados por floración tardía, no producen inflorescencias durante un período de observación de 122 días, enero 23 - mayo 24. En este período, el número promedio de inflorescencias del cv. Carimagua 1 fue significativamente más alto que en 14 clones seleccionados por floración tardía (Fig. 2).

En el segundo semestre, el cv. Carimagua 1 alcanzó su pico de floración 77 días después del corte de estandarización, mientras que los dos mejores clones llegaron al mismo estado fisiológico al día 105 o cuatro semanas después (Fig. 3). Las selecciones destacadas por vigor y floración tardía fueron incluidas como componentes en una variedad Sintético. La característica de floración tardía del Sintético permite un período de crecimiento vegetativo más prolongado y pastoreo continuo de hoja y tallos inmaduros, cuando el cv. Carimagua 1 madura la semilla.

B. dictyoneura CIAT 6133 es un pasto muy estolonífero y morfológicamente se parece a B. humidicola. Se comporta bien con Arachis pintoi, Desmodium ovalifolium y D. canum. El alto contenido de cariósido de los flósculos, junto con altos rendimientos de semilla, son los atributos más importantes en esta gramínea. En Carimagua, esta especie ha producido 405 kg/ha de semilla pura en un año de establecimiento, con un contenido promedio de cariósido de 44%.

La accesión B. humidicola CIAT 679 se introdujo a los Llanos Orientales de Colombia a través del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos desde Fiji en el año 1976, en donde se le denominó pasto Koronivia. Se adapta muy bien a la acidez del suelo, a Oxisoles infértiles y de alto nivel de Al.

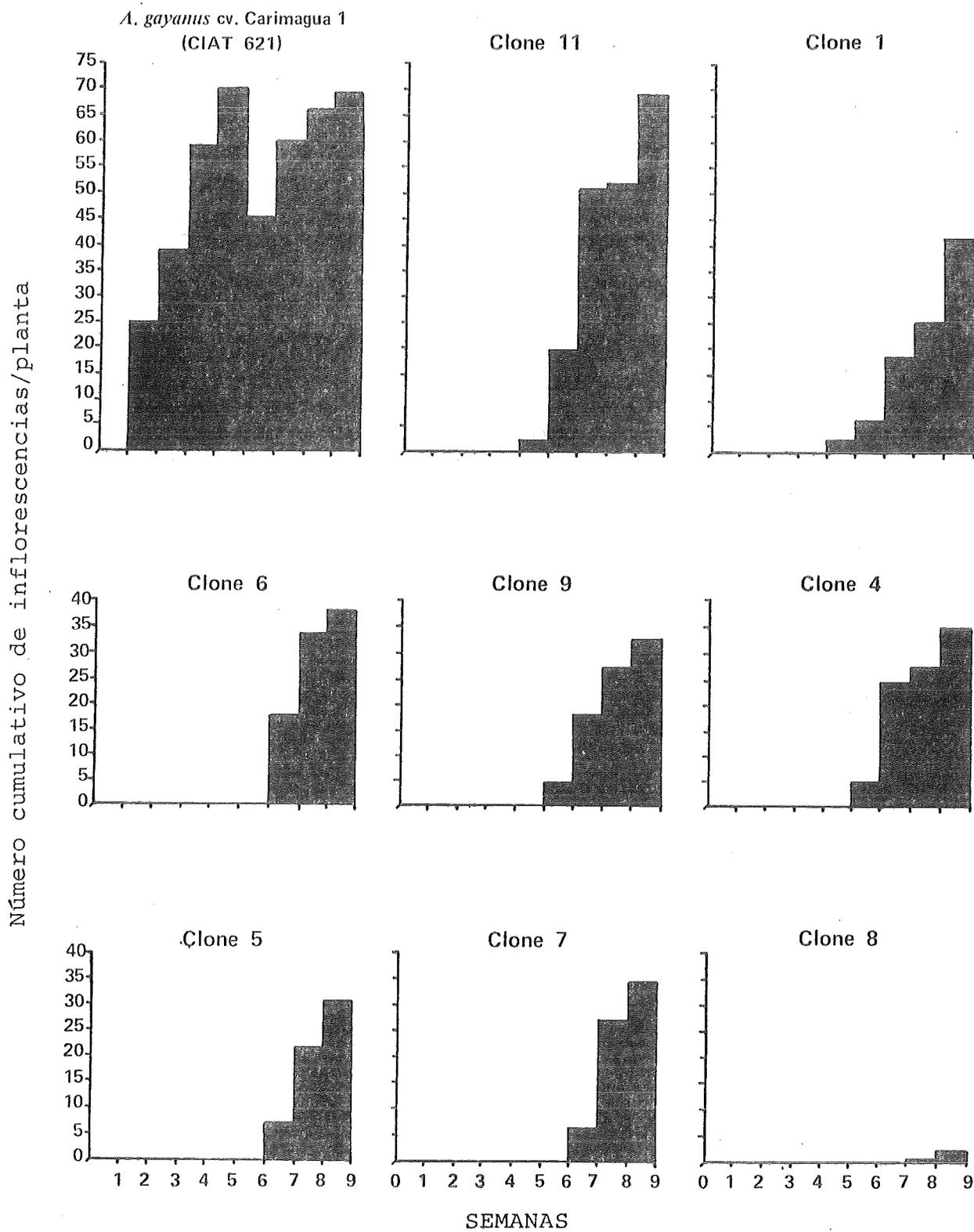


Fig. 2

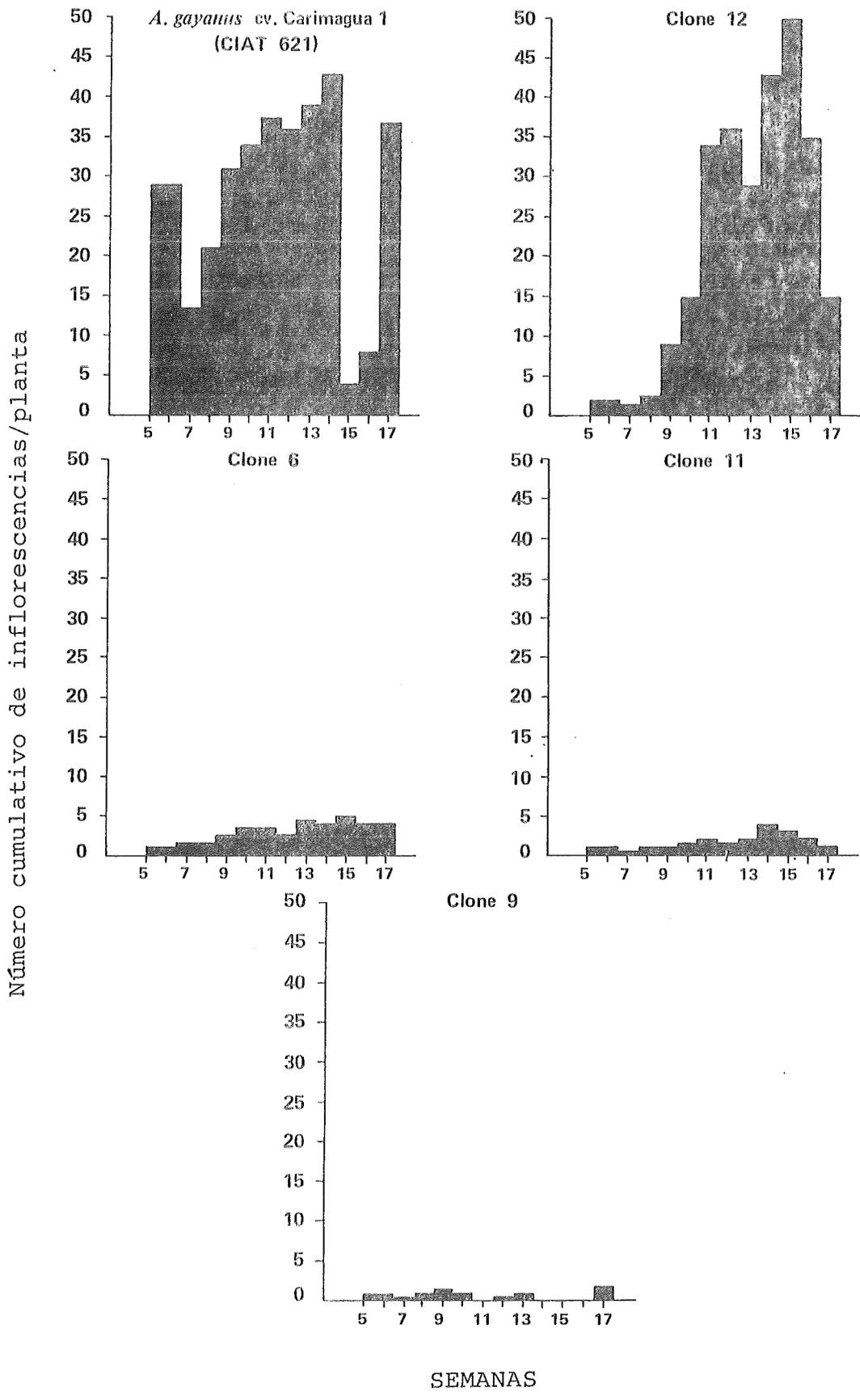


Fig. 3

Las formas de B. humidicola, ej. CIAT 6705, 6709, 6369 y B. dictyoneura, de crecimiento morfológicamente distintas y con diferentes características agronómicas, mostraron persistencia bajo pastoreo a largo plazo y resistencia al "salivazo" (Zulia sp.), además de ser más promisorias. La primera introducción de B. humidicola CIAT 679 es una accesión muy productible. La graminea sólo es moderadamente palatable. B. dictyoneura CIAT 6133 exhibió una tasa de crecimiento superior.