



El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano el cual, en su calidad de arifitrón, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone igualmente de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, ambas en el Cauca, y la subestación de 30 ha CIAT-Santa Rosa, ubicada en terrenos cedidos por la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ) cerca a Villavicencio. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22.000 hectáreas, en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus estaciones experimentales en Colombia. El CIAT también lleva a cabo investigaciones en varias sedes de instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) financian los programas del CIAT. Durante 1983 tales donantes son: los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza; el Banco Mundial; el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); la Comunidad Económica Europea (CEE); el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD); el Fondo de la OPEP para el Desarrollo Internacional; la Fundación Rockefeller; y la Fundación Ford. Además varios proyectos especiales son financiados por algunos de tales donantes y por la Fundación W. K. Kellogg, la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), y el Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (IFDC), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no necesariamente reflejan la posición de ninguna de las entidades mencionadas.

ISSN 0120-2391  
Enero 1984

## **Programa de Pastos Tropicales Informe Anual 1982**



**Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado 6713, Cali, Colombia**

# Contenido

	Página
Introducción .....	3
Germoplasma .....	9
Agronomía de Forrajes (Carimagua) .....	21
Agronomía de Forrajes (Cerrados) .....	45
Ensayos Regionales. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales .....	53
Fitopatología .....	73
Entomología .....	119
Fitomejoramiento de Forrajes/Agronomía .....	147
Mejoramiento de Leguminosas .....	157
Microbiología de Suelos .....	161
Producción de Semilla .....	177
Fertilidad del Suelo y Nutrición de las Plantas .....	187
Establecimiento de Pasturas en Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua) .....	203
Calidad de Pasturas y Nutrición .....	225
Productividad y Manejo de Pasturas .....	251
Sistemas de Producción Animal .....	267
Establecimiento de Pasturas (Cerrados) .....	279
Pasturas en Sistemas de Producción Animal (Cerrados) .....	291
Salud Animal .....	307

1'

Economía .....	321
Capacitación Científica .....	343
Personal .....	357
Publicaciones del Personal Científico y del Programa, y Audiotutoriales .....	361

## Introducción

En anteriores informes anuales del Programa de Pastos Tropicales (1979, 1980, y 1981) se documentó la importancia que tienen la carne y la leche como alimentos de alta demanda en América tropical, particularmente para el estrato poblacional de menores ingresos. Las tasas de crecimiento de la demanda por carne (5.9%) exceden a las tasas de crecimiento de la producción (2.5%) para la región tropical de América Latina, mostrándose una tendencia de incremento en precios reales para la carne y la leche, con lo cual se afectan tanto la dieta como el costo de vida de las poblaciones de menores ingresos.

Es común que la mayoría de los sistemas de producción de carne y leche más productivos en América tropical estén ubicados en regiones con suelos fértiles, altos costos de oportunidad y en competencia con cultivos (tierras agrícolas). Por otro lado, los países de esta región cuentan con vastas extensiones de tierra subutilizadas con sistemas de producción muy extensivos y de una productividad mínima. Estas áreas de frontera agrícola tienen generalmente suelos con buenas condiciones físicas y, dados los prolongados períodos de crecimiento de su vegetación, representan una gran promesa para el desarrollo agrícola. Sin embargo, debido principalmente a la elevada acidez y pobreza química de sus suelos y a la prevalencia de otros factores ecobiológicos negativos (clima, plagas, enfermedades) su utilización por el hombre se ha limitado a sistemas de producción muy extensivos y de baja productividad.

En reconocimiento del papel pionero de la ganadería en el desarrollo de la frontera agrícola y las grandes restricciones en producción primaria (pasturas) de los sistemas de producción animal de estas regiones, el Programa de Pastos Tropicales busca alternativas tecnológicas basadas en germoplasma adaptado que contribuyan al desarrollo de la frontera agrícola de América tropical.

### Objetivos

El Programa de Pastos Tropicales, de la Dirección de Investigación en Recursos de Tierras y Cooperación Internacional del CIAT, es una estrategia para el desarrollo de fronteras agrícolas en América tropical. Sus objetivos principales son:

- a) Desarrollar una tecnología de insumos mínimos para incrementar la producción primaria (pasturas) como base para el desarrollo ecológico y económico de la frontera agrícola en suelos ácidos e infértiles de América tropical.
- b) Contribuir a incrementar la producción de carne y leche en América tropical.

- c) Contribuir a liberar la tierra con vocación agrícola hoy utilizada en sistemas de producción animal.

Estos objetivos son perseguidos por el Programa de Pastos Tropicales en cooperación con las instituciones nacionales de investigación en la región. Su enfoque es por ecosistemas y se desarrolla en la forma siguiente:

- a) Selección de germoplasma de pasturas por su adaptación a condiciones ambientales (suelo y clima) y factores bióticos prevalentes (plagas y enfermedades).
- b) Evaluación y desarrollo de técnicas de manejo de pasturas persistentes y productivas.
- c) Incorporación de la tecnología mejorada de pasturas a sistemas de producción eficientes biológica y económicamente.

### Ecosistemas

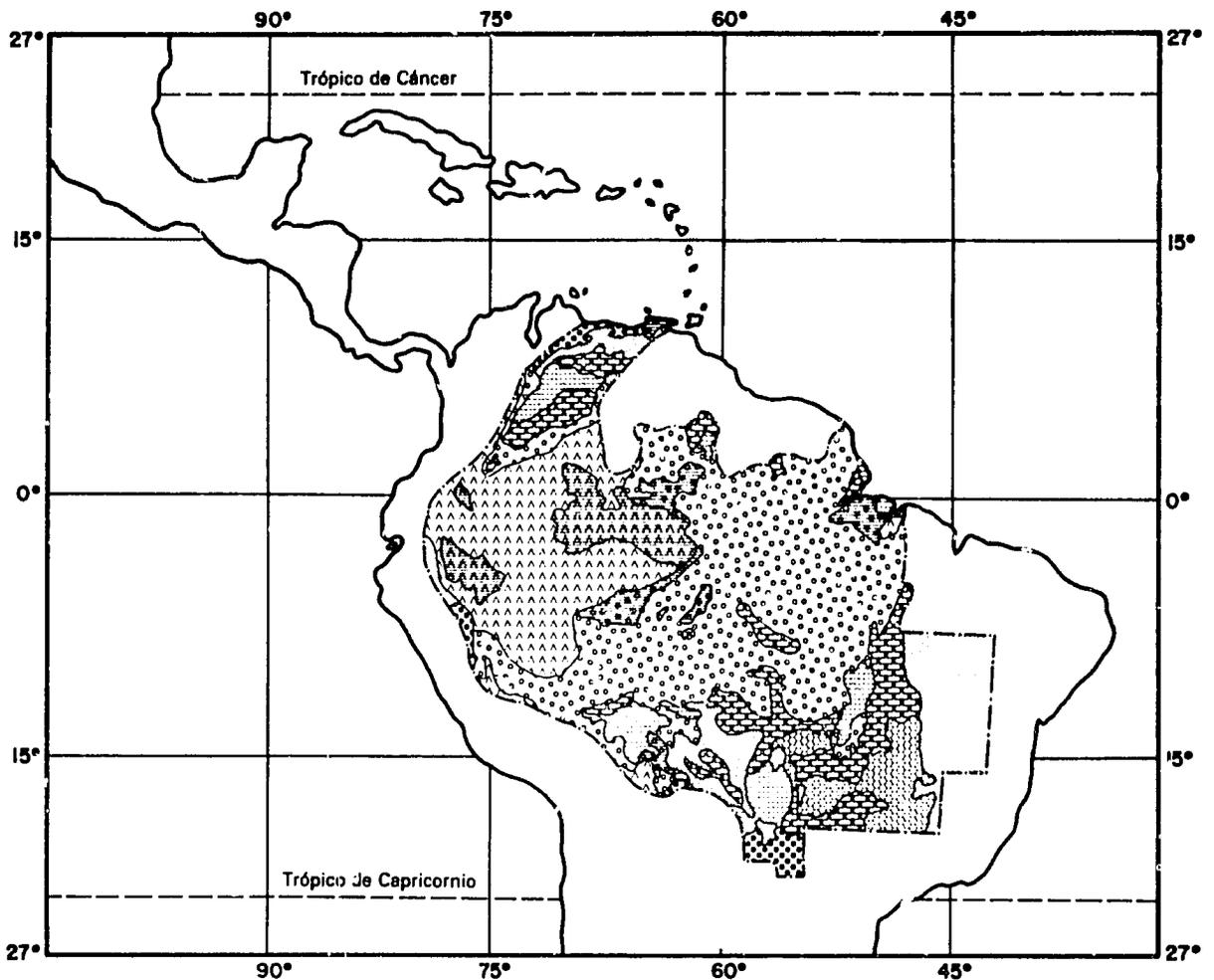
La vasta frontera agrícola de América tropical cuenta con cerca de mil millones de hectáreas en sabanas y bosques tropicales. Este recurso de tierras fue clasificado por T. T. Cochrane (1979) como base para el diseño y la estrategia de investigación del Programa de Pastos Tropicales. Dicho análisis de condiciones de clima y vegetación permitió la subdivisión del área de actuación del Programa en cinco ecosistemas mayores:

1. Ecosistema "Llanos" (sabana tropical bien drenada isohipertérmica)
2. Ecosistema "Cerrados" (sabana tropical bien drenada isotérmica)
3. Sabana tropical mal drenada
4. Bosque tropical semi-siempreverde estacional
5. Bosque tropical lluvioso.

La Figura 1 muestra la distribución en América del Sur de los cinco ecosistemas mayores considerados dentro del área de actuación del Programa.

### Organización

La organización del Programa para hacer frente a la problemática de los sistemas de producción en los cinco ecosistemas mayores fue ampliamente descrita en los informes anuales anteriores (1980 y 1981). Según ella, el flujo de germoplasma, a partir de un alto número de



 SABANAS BIEN DRENADAS ISOHIPERTERMICAS (principalmente Llanos)  
TWPE<sup>a</sup> 901-1060 mm, 6-9 meses estación lluviosa, WSMT<sup>b</sup> > 23.5°C

 SABANAS BIEN DRENADAS ISOTERMICAS (principalmente Cerrados). TWPE 901-1060 mm, 6-8 meses estación lluviosa, WSMT < 23.5°C.

 SABANAS POBREMENTE DRENADAS (tierras bajas de Sur América tropical en varias circunstancias climáticas.)

 BOSQUE SEMI-SIEMPREVERDE. TWPE 1061-1300 mm, 8-9 meses estación lluviosa, WSMT > 23.5°C.

 BOSQUE HUMEDO TROPICAL. TWPE > 1300 mm, >9 meses estación lluviosa, WSMT > 23.5°C.

 REGIONES BOSCOSAS POBREMENTE DRENADAS

 BOSQUES CADUCOS, CAATINGA<sup>a</sup>, etc.

 OTROS

 AREA ACTUALMENTE EN ANALISIS

 AREA ACTUALMENTE EN ESTUDIO

<sup>a</sup> TWPE: Evapotranspiración potencial total en la estación lluviosa.

<sup>b</sup> WSMT: Temperatura promedio estación lluviosa.

<sup>c</sup> No incluida en el área de actividad del Programa de Pastos Tropicales.

Figura 1. Ecosistemas mayores en América del Sur tropical.

introducciones, pasa a través de las unidades de evaluación del Programa (Germoplasma, Pasturas y Pasturas y Sistemas de Producción). Estos, mediante evaluación y selección, ensamblan un número reducido y selecto de materiales en pasturas con potencial para los diferentes ecosistemas y sistemas de producción.

La Figura 2 muestra la estructura organizativa y flujo de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales.

El procesamiento completo y la evaluación de germoplasma a través de todos los pasos contemplados en el flujo de germoplasma del Programa se realizan en dos centros de selección mayor, Carimagua (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias), en cooperación con el ICA de Colombia, y en Planaltina, en cooperación con el CPAC-EMBRAPA en Brasil, representativos de los ecosistemas "Llanos" y "Cerrados", respectivamente.

Dada la variación de condiciones para las pasturas en los diferentes subecosistemas dentro de los ecosistemas mayores, y de los sistemas de producción dentro de éstos, el Programa de Pastos--en cooperación con las instituciones nacionales de investigación en pasturas--participa en la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) (Figura 3), mecanismo que permite evaluar la adaptabilidad del germoplasma a multitud de condiciones y adelantar la evaluación de los materiales promisorios dentro de los variados sistemas de producción.

La información generada por el Programa de Pastos Tropicales y las instituciones nacionales en los centros de selección mayor y en la RIEPT viene siendo compilada en bancos de datos por disciplinas y especialidades de evaluación, constituyendo así, en forma global, las bases de datos del Programa. Esta información está a disposición de los miembros del Programa, y cuando esté totalmente estructurada será una base de información de extremado valor para las instituciones nacionales.

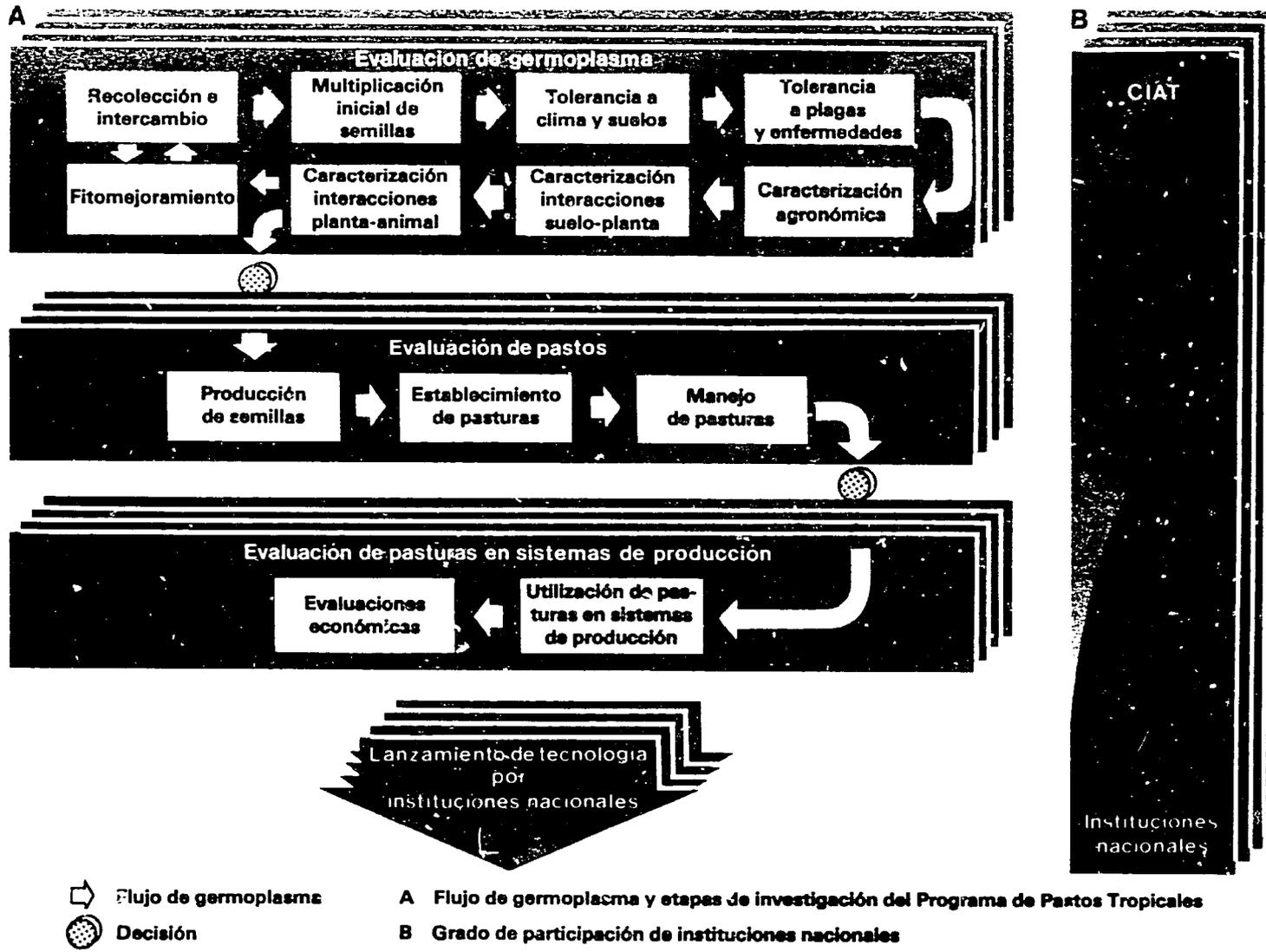


Figura 2. Estructura organizativa y flujo de germoplasma (flechas) del Programa de Pastos Tropicales.

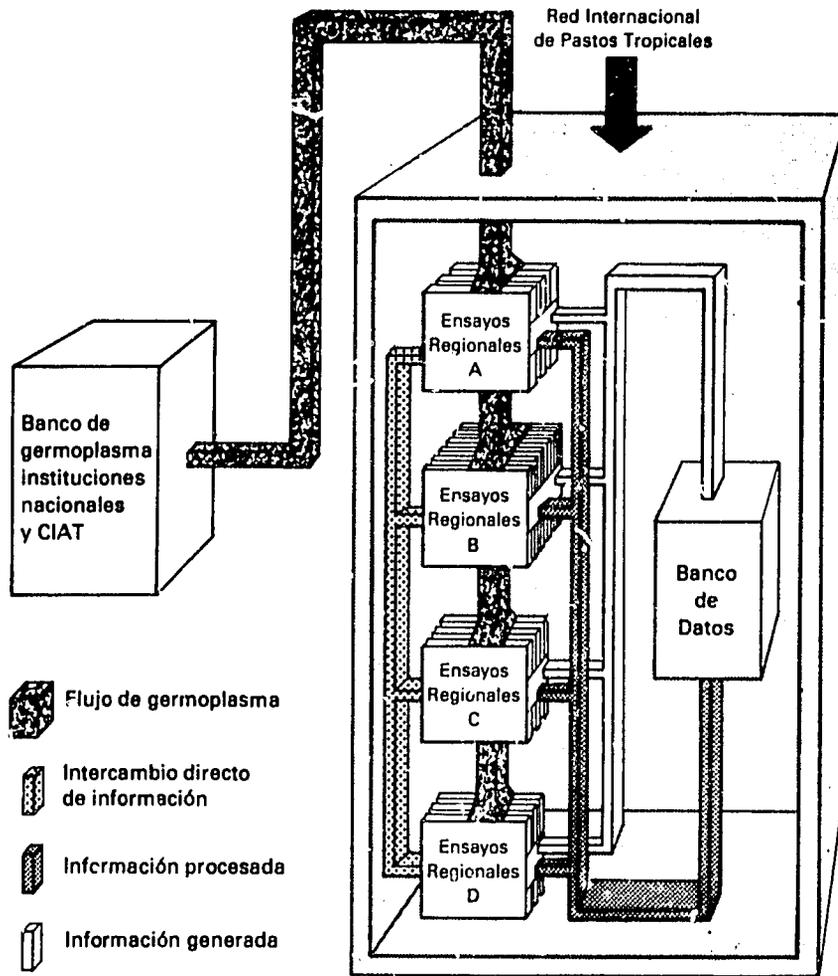


Figura 3. Organización de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RJEPT).

## Germoplasma

Durante 1982, los esfuerzos de la sección de Germoplasma continuaron concentrándose en:

1. El incremento del germoplasma mediante la colección directa e intercambio de materiales con otras instituciones;
2. la multiplicación y el mantenimiento del germoplasma de especies prioritarias de leguminosas; y
3. la evaluación preliminar de germoplasma de leguminosas y multiplicación inicial de semilla.

### Colección e Introducción de Germoplasma

#### Colección

En febrero-marzo de 1982, se organizó un extenso viaje financiado por el IBPGR para recolectar germoplasma silvestre de leguminosas nativas del Sureste Asiático, en colaboración con el Thailand Institute for Scientific and Technological Research (TISTR), Bangkok, y el Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Serdang. Este viaje cubrió una porción considerable de la península de Malaya (Figura 1) incluyendo parte de las secas provincias del noreste de Tailandia. El objetivo del viaje fue ampliar la base genética, particularmente de las colecciones de Desmodium ovalifolium y Pueraria spp. y también de otras especies de Desmodium y una serie de géneros taxonómicamente relacionados con Desmodium tales como Phyllodium, Dendrolobium y Tadehagi, como también cualquier otra especie leguminosa nativa de la región. Como lo muestra el Cuadro 1, se obtuvieron casi 400 muestras; la tercera parte de ellas provino de material originario de las provincias del noreste de Tailandia y, por lo tanto, posiblemente presentarán un potencial interesante de adaptación a condiciones de sequía.

#### Introducción

Con relación a la introducción de germoplasma mediante el intercambio con otras instituciones, se recibieron cerca de 700 accesiones, principalmente provenientes de Australia (CSIRO y QDPI) y Argentina (INTA). Con las adiciones que se hicieron durante el año, la colección del Programa de Pastos Tropicales del CIAT aumentó a un total de aproximadamente 9800 accesiones (Cuadro 2), la mayoría de las cuales provienen de regiones de suelos ácidos e infértiles de sabanas y bosques.

### Multiplicación y Mantenimiento de Germoplasma

La multiplicación de materiales prioritarios y su distribución a otras secciones dentro del Programa de Pastos Tropicales, como también a

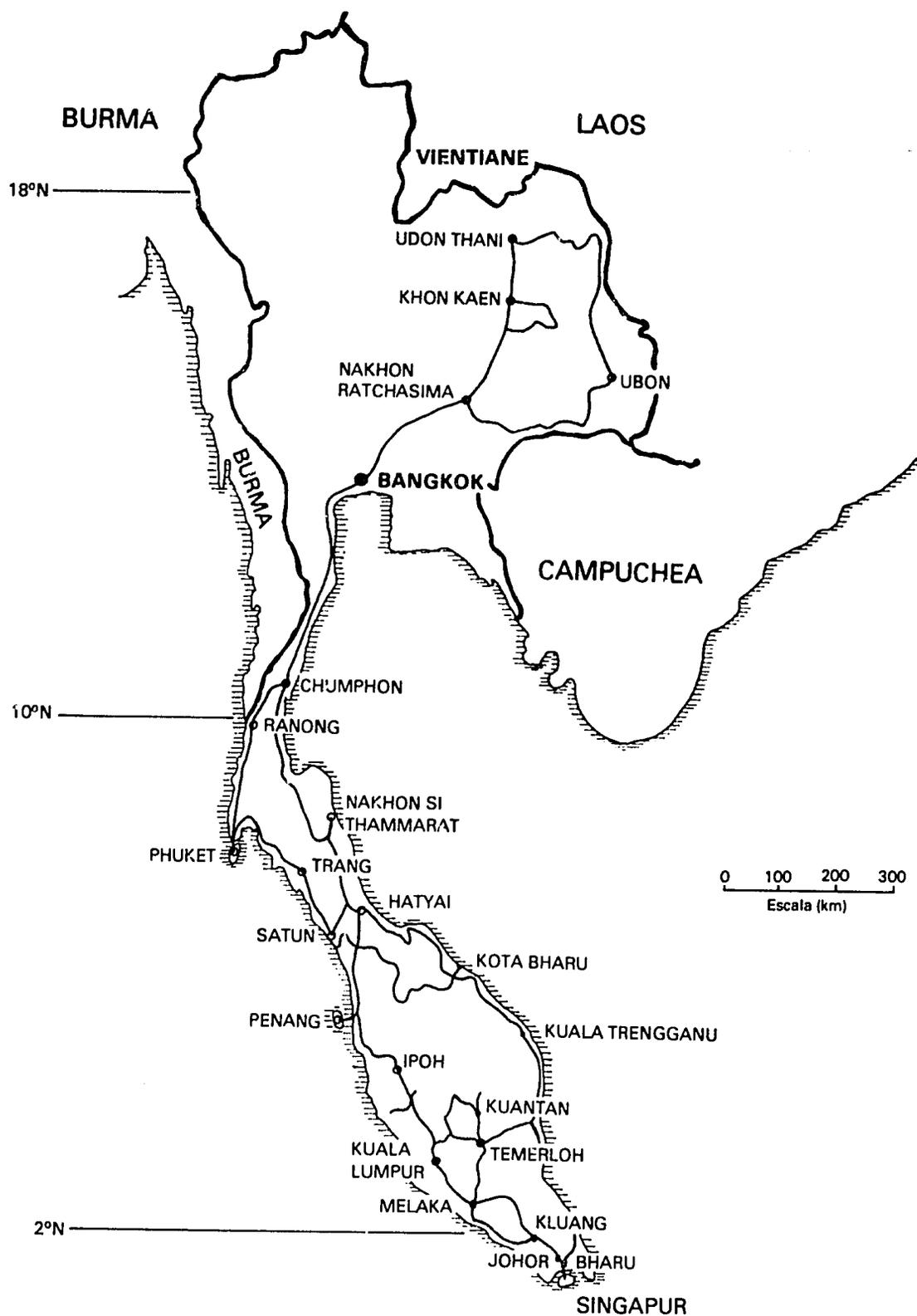


Figura 1. Rutas de recolección sistemática de germoplasma de leguminosas tropicales en el Sureste Asiático (R. Schultze-Kraft, S. Pattanavibul, W. Choi Chee y H. Wahab, febrero/marzo 1982).

Cuadro 1. Recolección de germoplasma de leguminosas nativas en el Sureste Asiático (febrero/marzo 1982).

Especies	No. de accesiones recolectada en			Total
	Tailandia		Malasia	
	Noreste	Sur	Peninsular	
<u>Desmodium ovalifolium</u>	8	42	17	67
<u>Pueraria</u> spp.	7	38	13	58
<u>D. heterocarpon</u>	23	16	12	51
<u>D. heterophyllum</u>	1	2	14	17
<u>D. velutinum</u>	9	3	-	12
<u>D. gangeticum</u>	6	6	-	12
<u>D. styracifolium</u>	-	3	3	6
<u>D. triflorum</u>	1	1	1	3
<u>D. renifolium</u>	2	-	-	2
Otras <u>Desmodium</u> spp.	6	1	-	7
<u>Phyllodium</u> spp.	16	5	-	21
<u>Tadehagi</u> spp.	3	12	-	15
<u>Dendrolobium</u> spp.	4	1	-	5
<u>Flemingia</u> spp.	4	6	5	15
<u>Pycnospora</u> spp.	5	-	1	6
<u>Uraria</u> spp.	-	-	4	4
Otras especies	34	19	33	86
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>155</b>	<b>103</b>	<b>387</b>

colaboradores especiales fuera del CIAT, continuó siendo una de las actividades más importantes de la sección. Por consiguiente, además de la cosecha de semillas de todos los materiales de germoplasma de leguminosas que se establecen para caracterización y evaluación preliminar en el campo en CIAT-Quilichao (en 1982, aproximadamente 1450 accesiones), durante 1982 se realizó multiplicación de semilla de aproximadamente 550 accesiones de germoplasma de leguminosas a partir de plantas en materas en condiciones de invernadero en CIAT-Palmira. Con relación a la distribución de germoplasma durante 1982, cerca de 1500 muestras de semilla de materiales prioritarios fueron entregadas a miembros del Programa de Pastos Tropicales y a colaboradores fuera del CIAT.

#### Caracterización y Evaluación Preliminar de Germoplasma

Durante la fase de caracterización y evaluación preliminar, se establece cada año en CIAT-Quilichao nuevo germoplasma de leguminosas,

Cuadro 2. Introducción de germoplasma de especies de pastos tropicales mediante recolección directa e intercambio con otras instituciones en 1982.

12

Géneros	Recolecciones		Intercambio	Total 1982	Colección total
	Tailandia/Malaysia	Ocasional			
<u>Stylosanthes</u>	1	11	161	173	2303
<u>Desmodium</u>	176	9	57	242	1211
<u>Zornia</u>	2	2	9	13	758
<u>Aeschynomene</u>	13	2	16	31	486
<u>Centrosema</u>	5	12	29	46	939
<u>Macroptilum/Vigna/Phaseolus</u>	7	3	183	193	739
<u>Calopogonium</u>	5	1	1	7	183
<u>Galactia</u>	7	6	21	34	336
<u>Pueraria</u>	57	1	-	58	119
Leguminosas misceláneas	113	17	217	347	1872
Total de leguminosas	386	64	694	1144	8946
<u>Andropogon gayanus</u>	-	-	-	-	65
<u>Brachiaria spp.</u>	-	-	5	5	196
<u>Panicum maximum</u>	-	-	-	-	378
Gramíneas misceláneas	-	1	-	1	200
Total gramíneas	-	1	5	6	839
<b>Total</b>	<b>386</b>	<b>65</b>	<b>699</b>	<b>1150</b>	<b>9785</b>

particularmente de especies prioritarias o "clave" y también de géneros y especies nuevas, aún agronómicamente desconocidas. Estos materiales se siembran en parcelas no repetidas de 8-10 plantas/accesión para multiplicación de semilla y para observaciones respecto a los descriptores más importantes (forma de vida, hábito de crecimiento, época de floración, ciclo de vida, etc.). Además, con base en las evaluaciones mensuales durante los 12 a 24 meses de la evaluación preliminar, se evalúa la adaptación del germoplasma al ambiente de Quilichao en términos de (a) su potencial de producción en un Ultisol muy ácido e infértil, incluyendo el rebrote después de un corte así como el comportamiento del germoplasma durante dos o tres estaciones secas relativamente cortas pero severas; (b) su tolerancia a enfermedades y plagas; y (c) su potencial de producción de semilla. Las accesiones con un comportamiento sobresaliente, como también cualquier material nuevo con características especialmente interesantes, posteriormente reciben prioridad para entrar al flujo de germoplasma hacia las principales localidades de evaluación del Programa en Carimagua y Brasilia, como también para los Ensayos Regionales A.

Durante los experimentos preliminares de evaluación que se concluyeron en 1982, se logró identificar como promisorios o particularmente interesantes, una serie de materiales nuevos entre las especies "clave" como también entre el germoplasma de leguminosas agronómicamente nuevas y hasta ahora prácticamente desconocidas; en las evaluaciones posteriores por realizar en las principales localidades de evaluación del Programa, estos materiales demandarán prioridad y atención especial (Cuadros 3 y 4).

Con relación a los experimentos preliminares de evaluación que se establecieron a finales de 1981 o durante 1982 y que aún no se han concluido, actualmente se están estudiando cerca de 750 accesiones (Cuadro 5). Algunas de las observaciones preliminares más importantes indican que:

- El germoplasma de Stylosanthes capitata proveniente de Maranhão y Mato Grosso es superior a los materiales de otros orígenes en términos de productividad, rebrote y resistencia a enfermedades;
- continúa la variabilidad en el nuevo germoplasma de S. guianensis "tardío" en términos de su vigor y resistencia a la antracnosis como también de su potencial de producción de semilla; un ecotipo proveniente de Venezuela presenta una floración muy temprana;
- hay variabilidad considerable en el nuevo material de Desmodium ovalifolium con relación a características morfológicas de la planta;
- algunas nuevas accesiones de Centrosema macrocarpum provenientes de Venezuela y de la Sierra Nevada de Santa Marta presentan un vigor sobresaliente en comparación con los materiales de los Llanos; las colecciones recientes provenientes del territorio Roraima del Brasil parecen presentar una floración muy temprana;

la pequeña colección de una especie aún no descrita de Centrosema ("tipo 5112") parece contener variabilidad considerable con relación a su resistencia al añublo bacteriano;

en términos de la productividad y la resistencia a enfermedades, el nuevo germoplasma de especies de Zornia de dos folículos es definitivamente inferior a la especie aún sin identificar de Zornia, proveniente de la franja costanera de alta pluviosidad de Bahía, Brasil.

Cuadro 3. Caracterización y evaluación preliminar de especies de leguminosas tropicales durante 1982 en CIAT-Quilichao. Evaluaciones concluidas para especies prioritarias.

Especie	Accesiones evaluadas (no.)	Observaciones
<u>Stylosanthes capitata</u>	43	Vigor sobresaliente de cuatro ecotipos erectos provenientes del noreste del Brasil. Confirmada la productividad superior del material proveniente de Mato Grosso. Todos los ecotipos brasileños de floración tardía son susceptibles a la antracnosis. Todos los materiales son recomendados para evaluaciones posteriores en Carimagua y Brasilia.
<u>S. macrocephala</u>	52	Casi la totalidad de la colección es resistente a la antracnosis y se recomienda para evaluaciones posteriores en Carimagua y Brasilia, especialmente 15 accesiones de alto rendimiento identificadas con valores de proteína cruda y digestibilidad in vitro por encima del promedio.
<u>S. guianensis "tardío"</u>	94	Casi la totalidad de la colección es resistente a la antracnosis y se recomienda para evaluaciones posteriores en Carimagua y Brasilia, especialmente ocho accesiones que presentaron una capacidad sobresaliente de rebrote después del corte de plantas de casi dos años de edad.
<u>Centrosema brasilianum</u>	77	El añublo foliar por <u>Rhizoctonia</u> es definitivamente el factor limitativo en esta especie, pero se identificaron seis ecotipos muy tolerantes (especialmente los provenientes de área de alta precipitación) que se recomienda para evaluaciones posteriores.

(Continúa)

Cuadro 3. (Continuación)

Especie	Accesiones evaluadas (no.)	Observaciones
<u>C. macrocarpum</u>	26	Con excepción de los ecotipos provenientes de Belice y México que exhiben un mal crecimiento, se recomienda la colección total para las evaluaciones en otros ecosistemas debido a un vigor sobresaliente y a la ausencia de problemas con las principales enfermedades o plagas.
<u>Zornia</u> spp. (especies de 2 folíolos)	235	Para evaluaciones posteriores en otros ecosistemas parece que solamente se justifica incluir la colección (aproximadamente 20 accesiones) de una especie de <u>Zornia</u> aún no identificada ("tipo 7847") proveniente de la franja costanera húmeda de Bahía, Brasil, cuya característica sobresaliente es la tolerancia a <u>Sphaceloma</u> ; el resto de la colección es susceptible a enfermedades o es de ciclo de vida muy corto.
Total	527	

Cuadro 4. Caracterización y evaluación preliminar de especies de leguminosas tropicales durante 1982 en CIAT-Quilichao. Evaluaciones concluidas de "especies nuevas".

Especie	Accesiones evaluadas (no.)	Observaciones
<u>Stylosanthes leiocarpa</u>	26	Falta de vigor y de resistencia a la antracnosis en la totalidad de la colección.
<u>S. viscosa</u>	147	Variabilidad considerable con relación al hábito de crecimiento, viscosidad, productividad de materia seca y semilla, resistencia a la antracnosis y aceptabilidad por los animales. Quince ecotipos sobresalientes recomendados para evaluaciones posteriores en otros ecosistemas.
<u>Centrosema</u> spp.	45	Entre las especies de <u>Centrosema</u> bajo condiciones de suelo ácido e infértil de CIAT- Quilichao, diferentes de <u>C. brasilianum</u> y <u>C. macrocarpum</u> , las únicas que parecen tener potencial son <u>C. arenarium</u> y una especie nueva proveniente de Brasil central ("tipo 5112"). El material de <u>C. bifidum</u> , <u>C. sagittatum</u> , <u>C. rotundifolium</u> , <u>C. acutifolium</u> y <u>C. pubescens</u> presentó una falta de adaptación a las condiciones edáficas o una productividad pobre.
<u>Cassia rotundifolia</u>	23	La mayoría de las accesiones son anuales y tienen problemas de antracnosis. El material sobreviviente es aceptado por el ganado. Tres accesiones productivas recomendadas para evaluaciones posteriores.
<u>Dioclea guyanensis</u>	31	Casi la totalidad de la colección es muy vigorosa y considerablemente resistente a la sequía; no presenta problemas con enfermedades. La aceptabilidad por los animales parece ser el factor limitativo; cuatro ecotipos con una aceptabilidad aparentemente mayor son recomendados para evaluaciones posteriores.

(Continúa)

Cuadro 4. (Continuación)

Especie	Accesiones evaluadas (no.)	Observaciones
<u>Calopogonium caeruleum</u>	26	La mayoría de los ecotipos con problemas severos en términos de su adaptación a las condiciones edáficas y tolerancia a enfermedades, plagas y sequía; también con relación a la aceptabilidad por los animales, tres accesiones justifican evaluaciones adicionales.
<u>Rhynchosia</u> spp.	57	La adaptación adecuada al suelo solamente se observó en los materiales de <u>Rh. reticulata</u> y <u>Rh. schomburgkii</u> pero todos los ecotipos parecen ser no apetecibles por los animales.
Total	355	

Cuadro 5. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de especies de leguminosas tropicales durante 1982 en CIAT-Quilichao. Evaluaciones aún sin concluir.

<u>Especie</u>	<u>No. de accesiones</u>
A) <u>Especies prioritarias</u>	
<u>Stylosanthes capitata</u>	121
<u>S. macrocephala</u>	40
<u>S. guianensis "tardío"</u>	148
<u>Desmodium ovalifolium</u>	72
<u>Centrosema macrocarpum</u>	57
<u>Centrosema sp. (tipo 5112)</u>	10
<u>Zornia spp. (especies de dos folíolos)</u>	130
B) <u>Nuevas especies</u>	
<u>Stylosanthes viscosa</u>	59
<u>Centrosema acutifolium/C. schiedeanum</u>	26
<u>Centrosema (otras especies)</u>	39
<u>Calopogonium caeruleum</u>	16
<u>Dioclea guyanensis</u>	15
<b>Total</b>	<b>733</b>

## Agronomía de Forrajes (Carimagua)

La investigación de pasturas en el CIAT durante el período de cinco años que finalizó en 1982 se ha enfocado hacia la identificación de genotipos y cultivares superiores de especies clave de leguminosas y gramíneas. Actualmente, en esta categoría de especies promisorias, se encuentran Stylosanthes capitata, S. guianensis (stylo tropical de tallo fino), S. macrocephala, Centrosema brasilianum, C. macrocarpum y dos nuevas especies de Centrosema aún no descritas, Desmodium ovalifolium, una especie de Zornia sin identificar, Andropogon gayanus y varias especies de Brachiaria. Estos materiales se encuentran en etapas avanzadas de evaluación. Las accesiones de estas especies exhibieron un amplio rango de variabilidad y de características de adaptación.

### Evaluación Preliminar de Germoplasma (Categoría I)

#### Gramíneas y leguminosas

Durante 1982, se estableció un total de 428 introducciones nuevas de especies forrajeras, al nivel de vivero o Categoría I. Un inventario de accesiones nuevas presentado en el Cuadro 1 incluye especies de Centrosema, Stylosanthes, Zornia, Brachiaria y Paspalum.

### Evaluación Agronómica en Parcelas Pequeñas (Categoría II)

#### Leguminosas

Arachis. La accesión Arachis pintoii CIAT 17434, una especie silvestre de maní proveniente del estado de Bahía, Brasil, continúa presentando características muy promisorias; combina bien con B. humidicola en condiciones de corte frecuente y cerrado.

Se está adelantando la evaluación de A. pintoii en asociación con varias especies de Brachiaria tales como B. dictyoneura, B. humidicola, y B. ruziziensis.

Zornia spp. La mayoría de las 214 accesiones de Zornia spp. evaluadas en parcelas pequeñas repetidas en Carimagua durante 1980/81 fue susceptible a costra por Sphaceloma; estas líneas fueron descartadas en el segundo año después del establecimiento.

Tres especies de cuatro folíolos (Z. guanipensis, Z. brasiliensis y Z. myriadena) y una especie de dos folíolos no identificada han presentado buena adaptación y tolerancia a plagas y enfermedades. Se compararon accesiones de estas especies en dos series de ensayos de corte.

Cuadro 1. Nuevo germoplasma forrajero establecido durante 1982 en Carimagua para la identificación de germoplasma con potencial (Categoría I).

	No. de accesiones
<u>Leguminosas</u>	
<u>Centrosema brasilianum</u>	42
<u>C. macrocarpum</u>	17
Otras <u>Centrosema</u> spp.	123
<u>Stylosanthes capitata</u>	74
<u>S. macrocephala</u>	36
Otras <u>Stylosanthes</u> spp.	31
<u>Zornia</u> spp.	38
<u>Gramíneas</u>	
<u>Brachiaria brizantha</u>	7
<u>B. decumbens</u>	3
<u>B. humidicola</u>	3
<u>B. ruziziensis</u>	2
Otras <u>Brachiaria</u> spp.	2
<u>Paspalum</u> sp.	1
Total	428

En el experimento I, Z. myriadena superó en rendimiento ( $P < 0.05$ ) a Z. guanipensis y a Zornia sp. CIAT 7847 de dos folíolos. Z. brasiliensis CIAT 7485 superó en rendimiento ( $P < 0.05$ ) a otras tres accesiones de la misma especie como también a las accesiones de dos folíolos incluidas en el Experimento II (Cuadros 2 y 3).

Un ensayo de pastoreo con dos accesiones de Z. brasiliensis (CIAT 7485 y 8025) como tratamientos, ambas en asociación con Andropogon gayanus, dio resultados desalentadores. Estas dos leguminosas probaron ser relativamente inaceptables para el ganado durante las estaciones seca y húmeda. Z. myriadena también fue mal aceptada por los animales en pastoreo.

Quince accesiones de Zornia spp. del tipo de dos folíolos fueron establecidas en parcelas pequeñas de leguminosas puras para su evaluación bajo un régimen de corte.

Cuadro 2. Rendimientos de materia seca de Zornia spp. sembradas en forma espaciada.

Accesión del CIAT no.	Especie <sup>a</sup>	Materia seca <sup>b</sup> g/planta
7521	<u>Z. m.</u>	535 a
7541	<u>Z. m.</u>	454 ba
7536	<u>Z. m.</u>	447 bac
7526	<u>Z. m.</u>	446 bac
7532	<u>Z. m.</u>	336 bdac
7518	<u>Z. m.</u>	297 bdac
7215	<u>Z. g.</u>	240 bdac
7212	<u>Z. g.</u>	232 bdc
7201	<u>Z. g.</u>	150 dc
7205	<u>Z. g.</u>	136 d
7199	<u>Z. g.</u>	111 d
7847	<u>Z. sp.</u>	94 d
7208	<u>Z. g.</u>	85 d
7213	<u>Z. g.</u>	69 d

- a. Z. m. = Zornia myriadena;  
Z. g. = Z. guanipensis;  
Z. sp. = Zornia sp.
- b. Las medias seguidas por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 3. Rendimientos de materia seca de seis accesiones de Zornia sembradas en forma espaciada.

Accesión del CIAT no.	Especie <sup>a</sup>	Materia seca <sup>b</sup> g/planta
7845	<u>Z. b.</u>	174 a
9215	<u>Z. l.</u>	78 b
8025	<u>Z. b.</u>	38 b
9190	<u>Z. l.</u>	32 b
8032	<u>Z. b.</u>	16 b
8023	<u>Z. b.</u>	11 b

- a. Z. b. = Zornia brasiliensis;  
Z. l. = Z. latifolia (cosecha final Experimento II).
- b. Las medias seguidas por una letra son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Centrosema. Existe una variación muy considerable en y entre especies de Centrosema en lo que respecta a su distribución y adaptación al clima y suelos. Varias especies y formas de especies son nativas de las sabanas o habitats que bordean los bosques y, en general, están adaptadas a suelos con una mejor fertilidad en las regiones de sabana hipertérmica.

Se han establecido tres experimentos de corte con el fin de estudiar el comportamiento de accesiones de Centrosema spp.

En un experimento se compararon 30 accesiones de ocho especies de Centrosema en parcelas pequeñas de 2.5 x 2.5 m bajo un régimen de corte durante el período comprendido entre diciembre 14, 1979, y marzo 9, 1982.

Las medias agrupadas de los rendimientos de materia seca de estas especies de Centrosema indicaron que C. macrocarpum, C. brasilianum y C. pubescens y una nueva especie de Centrosema aún sin describir, nativa de los Llanos Orientales de Colombia, contienen accesiones con valor potencial como cultivares forrajeros para el ecosistema de los Llanos (Cuadro 4).

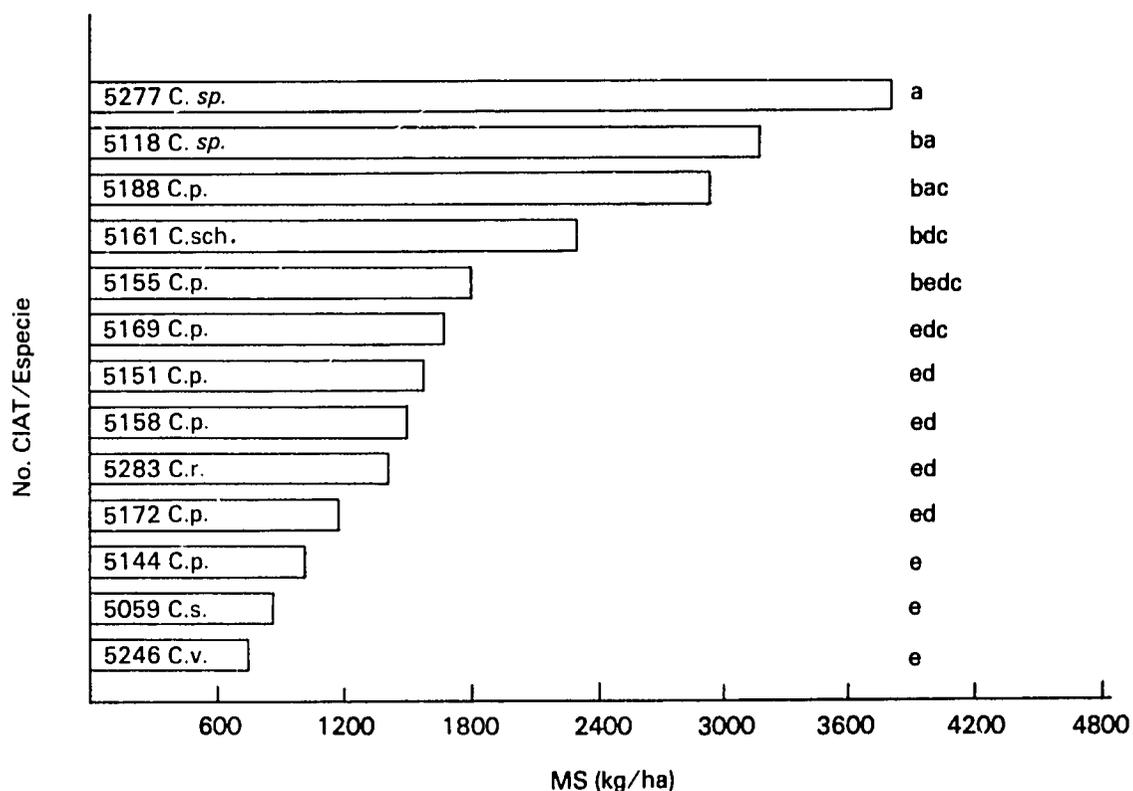
C. pascuorum anual produjo cantidades apreciables de materia seca a principios de la estación lluviosa, pero esta leguminosa completó su ciclo de vida antes del final de las lluvias. C. virginianum no se encuentra adaptada a los suelos muy ácidos y altamente saturados de Al presentes en las sabanas, y la accesión particular de C. schiedeanum ensayada fue afectada severamente por enfermedades foliares. Estas especies inadecuadas se descartaron para su evaluación posterior.

Cuadro 4. Rendimientos promedio de materia seca de 30 accesiones de ocho especies de Centrosema bajo un régimen de corte estacional durante el período diciembre 1979-marzo 1982, Carimagua, Llanos Orientales.

Espece	No. de accesiones	Todas las accesiones MS kg/ha ( $\bar{X}$ 9 cosechas) <sup>a</sup>
<u>C. macrocarpum</u>	5	3814.78 a
<u>C. brasilianum</u>	4	2773.47 b
<u>Centrosema</u> sp. (nuevas especies)	2	2757.38 bc
<u>C. pubescens</u>	8	2391.62 c
<u>C. pascuorum</u>	5	1089.81 d
<u>C. virginianum</u>	2	
<u>C. schiedeanum</u>	1	1084.68 d
<u>Centrosema</u> sp.	3	

a. Los valores seguidos por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

En un experimento de parcelas en hileras se compararon tres accesiones representativas de seis especies de Centrosema, bajo un régimen de corte estacional. Las líneas que dieron los rendimientos más altos incluyeron tres accesiones: CIAT 5277 de la nueva especie proveniente de los Llanos Orientales de Colombia, CIAT 5118 de otra nueva especie de Centrosema aún no descrita, nativa de los Cerrados de Brasil central y C. pubescens CIAT 5188. C. rotundifolium solamente produjo rendimientos moderados, pero esta especie persistió muy bien (Figura 1, Cuadro 5).



Abreviaturas:

- C. sp. = *Centrosema* sp. (especie nueva)
- C. p. = *Centrosema pubescens*
- C. sch. = *Centrosema rotundifolium*
- C. v. = *Centrosema virginianum*
- C. s. = *Centrosema schottii*

Los medios seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 1. Rendimientos en MS (medias de 4 cosechas) de 13 accesiones de seis Centrosema spp. (experimento de corte II), Carimagua, Llanos Orientales.

Cuadro 5. Origen de las accesiones de Centrosema spp. en el Experimento de corte II.

Accesión del CIAT no.	Especie	País de origen
5118	<u>Centrosema</u> sp. (nueva especie)	Mato Grosso, Brasil
5151	<u>C. pubescens</u>	Los Santos, Panamá
5144	<u>C. pubescens</u>	Cocle, Panamá
5155	<u>C. pubescens</u>	Veraguas, Panamá
5158	<u>C. pubescens</u>	Chiriqui, Panamá
5169	<u>C. pubescens</u>	Aragua, Venezuela
5172	<u>C. pubescens</u>	Aragua, Venezuela
5188	<u>C. pubescens</u>	Miranda, Venezuela
5059	<u>C. schottii</u>	Valle, Colombia
5161	<u>C. schiedeánum</u>	Chiriqui, Panamá
5246	<u>C. virginianum</u>	Bahía, Brasil
5277	<u>Centrosema</u> sp. (nueva especie)	Vichada, Colombia
5283	<u>C. rotundifolium</u>	Bahía, Brasil

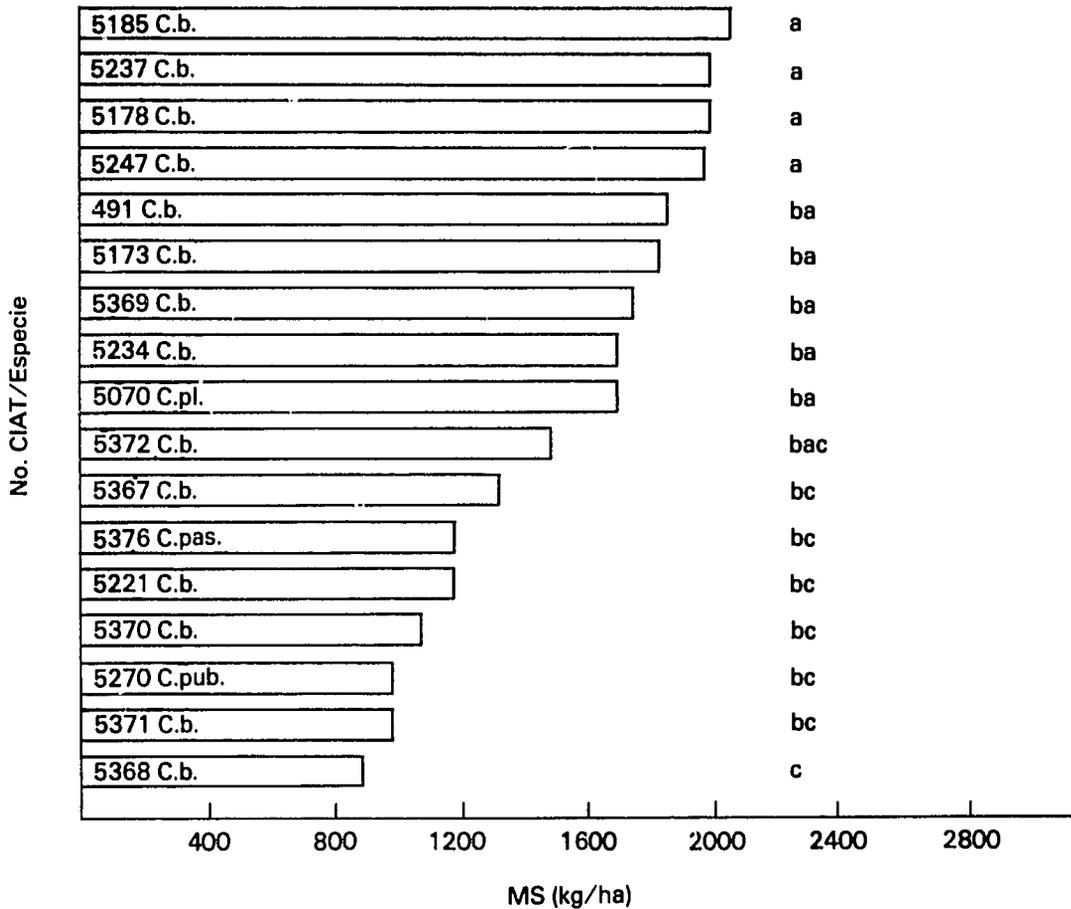
En otro experimento en parcelas pequeñas se compararon 14 accesiones de C. brasilianum y también se incluyó en un diseño de bloques al azar una accesión de cada una de las especies C. plumieri, C. pascuorum y C. pubescens. Durante el período febrero 28, 1980, a marzo 9, 1982 se hicieron cinco cosechas estacionales. Los rendimientos promedio de materia seca de 10 accesiones de C. brasilianum fueron significativamente mayores ( $P < 0.05$ ) que los de las otras tres especies utilizadas en el ensayo.

Cuatro accesiones de C. brasilianum (CIAT 5185, 5237, 5178 y 5247) produjeron rendimientos significativamente mayores que las otras accesiones de esta especie. Al igual que en otros experimentos, C. plumieri produjo altos rendimientos iniciales pero no persistió bajo el régimen regular de corte. Las accesiones de C. pascuorum y C. pubescens se ubicaron en el grupo de accesiones de bajo rendimiento (Figura 2).

Stylosanthes guianensis var. guianensis (tallo fino). En la estación de investigación de Carimagua se concluyó durante la actual estación la evaluación agronómica de 76 accesiones de S. guianensis. Los resultados de la serie de experimentos se resumen de la siguiente manera:

En un experimento, se establecieron 27 accesiones de S. guianensis en parcelas de 2.5 x 2.5 m. Durante 510 días se registraron los rendimientos de forraje seco de estas accesiones. Se hicieron cuatro cosechas estacionales: una a comienzos y otra a finales de la estación lluviosa y dos durante la estación seca.

Todas las accesiones fueron evaluadas por daño de insectos/enfermedades, y el experimento se terminó cuando la mayoría de las accesiones exhibió síntomas severos de antracnosis y/o ataque del barrenador del tallo.



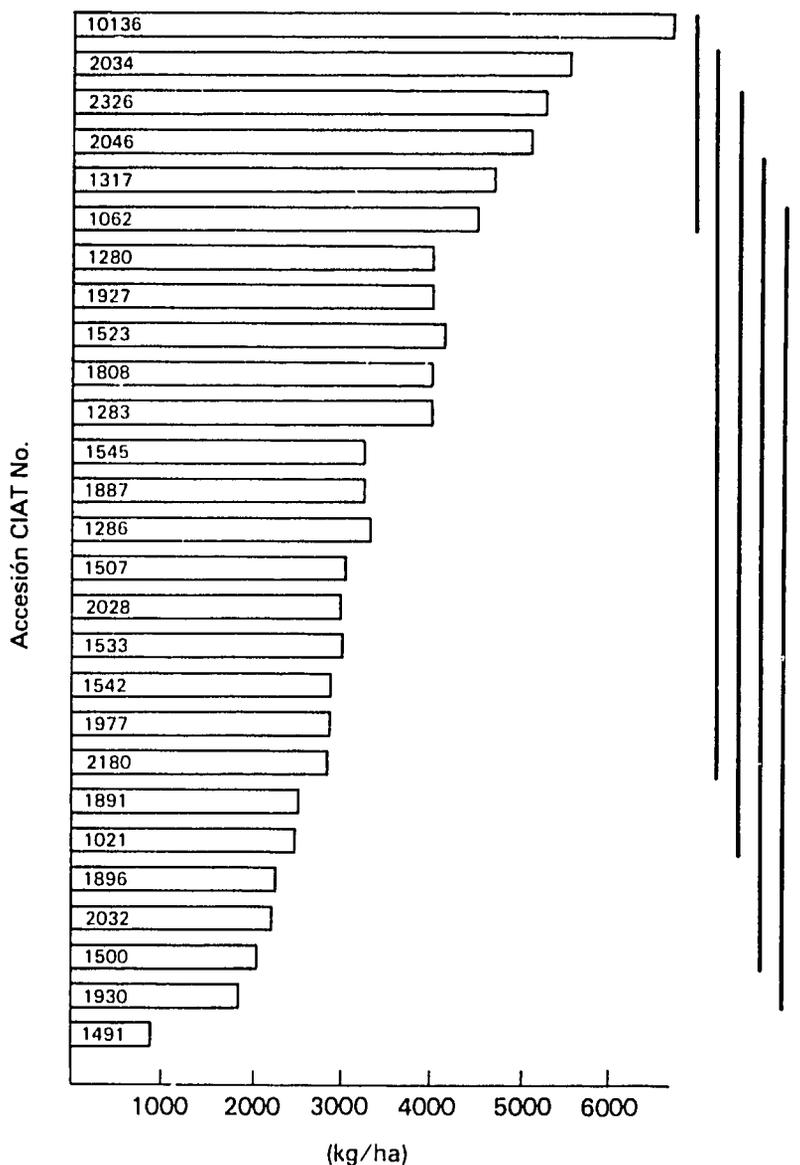
Abreviaturas:

- C. pl. = *C. plumieri*
- C. pub. = *C. pubescens*
- C. b. = *C. brasilianum*
- C. pas. = *C. pascuorum*

Promedios seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 2. Rendimientos promedio de MS (medias de 5 cosechas) de 14 accesiones de *C. brasilianum* y una accesión de cada una de *C. pascuorum*, *C. plumieri* y *C. pubescens* bajo régimen de corte (experimento de corte IV), Carimagua, Llanos Orientales.

Se registraron diferencias significativas en rendimiento entre las accesiones. De las 27 accesiones evaluadas por rendimiento de forraje seco, la más productiva fue CIAI' 10136. No se observó una diferencia significativa en rendimiento entre esta accesión y otras cinco líneas. CIAT 10136 fue la única que logró mantener su resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo en la segunda estación lluviosa después del establecimiento (Figura 3).



Los promedios conectados por la misma línea no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 3. Rendimiento promedio de MS de 27 accesiones de Stylosanthes guianensis var. guianensis de tallo fino en el período de ensayo de 510 días, Carimagua, Llanos Orientales.

Se estableció un segundo experimento con 49 accesiones de S. guianensis del tipo de tallo fino, en parcelas de hileras de 5 m, espaciadas a 2 m con una distancia entre plantas de 50 cm. Los tratamientos se organizaron en tres bloques al azar. La antracnosis afectó severamente a 16 de estas accesiones en el término de seis meses después de la siembra por lo cual se descartaron éstas del ensayo.

Se evaluó el efecto combinado del daño causado por insectos y antracnosis en las 33 accesiones restantes, lo cual se hizo registrando la supervivencia de plantas por cada 5 m de longitud de hilera en todas las parcelas.

De las 33 accesiones, CIAT 2362 presentó un alto grado de tolerancia a la antracnosis y al barrenador del tallo y 20 presentaron menos de un 75% de supervivencia al final del período de observación en la segunda estación lluviosa después del establecimiento. En el Cuadro 6 se resume el efecto combinado del daño por insectos/enfermedades y sequía, expresado como un porcentaje de supervivencia de la población original.

El propósito del tercer experimento fue alcanzar un alto nivel de control de insectos y evaluar el potencial de producción de semilla de CIAT 10136. Para el mismo se utilizaron parcelas de 2.5 x 2.5 m con CIAT 10136 de dos años de edad. Los tratamientos, que incluyeron una aplicación semanal de Azodrin 600 a razón de 1 litro de p.c./ha y un testigo sin aplicación se organizaron en cuatro bloques al azar. El número de inflorescencias y semillas se contó cada semana en cuatro cuadros de 1 dm<sup>2</sup> en cada parcela durante un período de nueve semanas durante el principal período de floración y fructificación de CIAT 10136. Las fructificaciones se cosecharon y trillaron a mano y las semillas se descascararon frotándolas con papel de lija sobre una superficie de caucho duro.

La recuperación de semillas, definida como el número de semillas obtenidas después del trillado a mano y limpieza de cada 100 inflorescencias producidas, promedió 34.15%/semana y 14.43%/semana para los tratamientos con aplicación y sin aplicación, respectivamente. La aplicación del insecticida aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ) la recuperación de semillas; sin embargo, la conversión de inflorescencias a semillas fue baja aun en parcelas protegidas (Cuadro 7). El rendimiento más alto de las parcelas con insecticida fue de 193.5 semillas/dm<sup>2</sup> y las parcelas sin tratamiento dieron un rendimiento de 67 semillas/dm<sup>2</sup> en la sexta semana, equivalente a una pérdida del 65% en el tratamiento sin insecticida.

Los resultados de estos estudios preliminares indican que solamente un pequeño porcentaje de accesiones de stylo de tallo fino posee resistencia de campo a la antracnosis y al barrenador del tallo, y una producción normal de semilla también es un fenómeno excepcional. Aparte del efecto obvio del estrés por humedad en la formación de semillas en CIAT 10136, el daño por el gusano de las yemas redujo severamente los rendimientos de semilla de este stylo.

Cuadro 6. Porcentaje promedio de plantas sobrevivientes por 5 m de longitud de hilera en 33 accesiones de Stylosanthes guianensis var. guianensis de tallo fino y un resumen de las observaciones sobre el vigor de las plantas durante la segunda estación lluviosa. Carimagua, Llanos Orientales.

Accesión del CIAT no.	Población de plantas (%)	Vigor general <sup>a</sup>
2029	70	0.5 - 1
2036	30	0.5 - 1
2047	40	1
2052	67	1
2100	95	3
2105	5	0.5
2127	95	3
2137	25	2
2156	5	1
2168	5	0.5
2178	0	0
2191	15	1
2203	62	2
2237	12	0.5
2238	5	1
2239	32	1
2243	10	1
2244	48	1
2245	28	1
2317	33	0.5 - 1
2322	37	2
2323	6	1
2325	47	2
2328	58	2
2361	35	1
2362	78	4
2373	74	3
2436	59	1
2439	38	1
2520	34	3
2540 (testigo)	84	3
2739	56	2
2742	47	2

a. 0 = planta muerta; 1 = pobre; 2 = aceptable;  
3 = igual al testigo; 4 = mejor que el testigo.

Cuadro 7. Número promedio de inflorescencias y de semillas descascaradas y limpias producidas por Stylosanthes guianensis var. guianensis de tallo fino, CIAT 10136.

Tratamiento	Número de:		Recuperación de semillas <sup>a</sup> (%)
	Inflorescencias (dm <sup>2</sup> )	Semillas	
Con insecticida	227.45 n.s.	77.64 <sup>b</sup>	34.14
Sin insecticida	179.85	25.95	14.43
E.E.	17.97	6.14	
DMS = P < 0.05	70.5	24.1	
P < 0.01	82.73	39.9	

a. Recuperación de semilla = número de semillas obtenidas mediante trillado a mano de cada 100 inflorescencias.

b. P < 0.01; n.s. = no significativo.

La selección se debe enfocar hacia la identificación de genotipos de floración temprana y de semilla libre con resistencia estable al complejo de insectos/enfermedades que afectan a estas formas de S. guianensis.

### Gramíneas

Brachiaria spp. La mala resistencia de B. decumbens al "mión" y la función importante que cumple esta especie en el desarrollo de pasturas en las sabanas, son razones suficientes para intensificar la búsqueda de una mayor variabilidad y mejor resistencia a esta plaga.

La especies incluídas en ensayos recientemente establecidos incluyen accesiones de B. dictyoneura, B. humidicola, B. brizantha y B. ruziziensis.

B. dictyoneura está siendo evaluada en asociación con accesiones de D. ovalifolium. El alto rendimiento de semilla es una de las principales ventajas de esta especie en comparación con B. humidicola. La producción de semilla de esta gramínea disminuyó sin la aplicación de fertilizantes durante el segundo año después de su establecimiento. La pastura de dos años de edad dio un rendimiento de 178 (e.e. + 38.4) kg/ha de semilla limpia equivalente a 87.2 (e.e. + 24.6) kg/ha de semilla escarificada con máquina.

Andropogon gayanus. Una variedad sintética, CIAT 6766 (Figura 4), de floración tardía y abundante follaje, que había sido seleccionada de poblaciones segregantes de CIAT 621, fue sembrada en asociación con

accesiones de Centrosema y con accesiones de S. guianensis (tardío) en un ensayo de evaluación de especies para pastoreo ocasional.

#### Evaluación agronómica bajo pastoreo (Categoría III)

Pastoreo de pequeñas parcelas de asociaciones gramíneas/leguminosa. Una gran variedad de especies forrajeras fue establecida en un conjunto de experimentos de pastoreo en parcelas pequeñas. El objetivo primario de estos experimentos es el estudio de la compatibilidad de pastos y leguminosas de características morfológicas y forrajeras diferentes. Algunos de los hallazgos y datos recogidos durante el primer año de pastoreo se resumen enseguida:

Las dos especies de Stylosanthes, S. macrocephala (CIAT 1643) y S. capitata (CIAT 1441) se combinan bien con los pastos nativos (Figuras 5 y 6).

La asociación de S. guianensis "tardío" CIAT 1283 con A. gayanus resultó fuertemente dominada por la leguminosa a causa de la escasa palatabilidad de ésta última y de la consiguiente preferencia en el pastoreo del pasto asociado. Esta accesión de Stylosanthes sucumbió frente a la antracnosis durante la estación húmeda.



Figura 4. Desarrollo foliar de A. gayanus CIAT 6766, una variedad sintética producida en Carimagua.

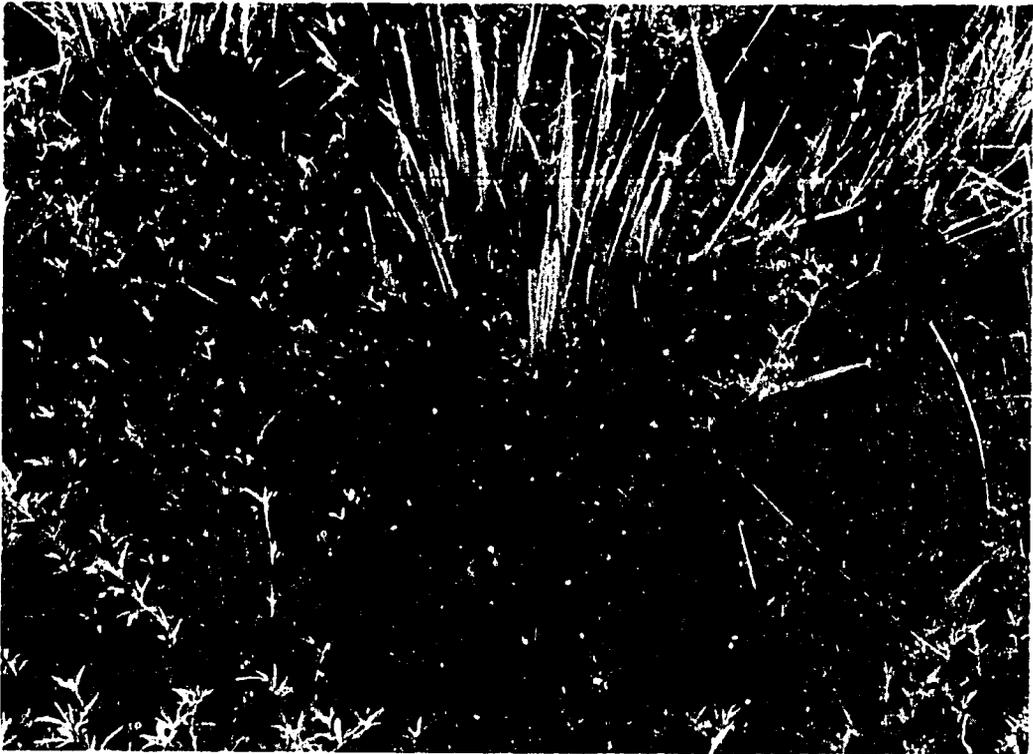


Figura 5. S. macrocephala CIAT 1643 en la *se*bana nativa; nótese a Trachypogon sp. bien pastoreado.



Figura 6. Stylosanthes capitata CIAT 1441 sembrado en hileras en sabana nativa.

Las dos accesiones de D. ovalifolium para producción abundante de semilla, CIAT 3784 y CIAT 3666, se mezclan bien con A. gayanus y pasto gordura, y con la sabana nativa (Figura 7).

D. canum combina bien en mezclas pastoreadas que incluyen las accesiones de Brachiaria CIAT 664 y 665 y pasto gordura, pero esta leguminosa de crecimiento lento no tuvo éxito en asociación con B. dictyoneura CIAT 6133 (Figura 8).

Una accesión de D. heterocarpon, CIAT 3787, es muy bien aceptada por los animales en pastoreo; esta leguminosa formó buenas mezclas con A. gayanus y pasto gordura.

Los contenidos de leguminosa de las principales asociaciones gramíneas-leguminosas se presentan en la Figura 9 y en el Cuadro 8.

### Evaluación de Líneas Avanzadas en Pastoreo

El diseño estándar para la evaluación agronómica en líneas avanzadas en pastoreo incluye parcelas de 200-300 m<sup>2</sup> por tratamiento y 10 o más accesiones, organizadas en cuatro bloques al azar. El área experimental de 1.25 ha se pastorea rotacionalmente como parte de una serie de tres de estas parcelas del mismo tamaño y diseño. El ciclo rotacional incluye una semana de pastoreo y dos semanas de descanso. Se superimpone una carga animal de 2-2.5 UA/ha durante ocho meses de la estación lluviosa con un cambio a 1.6 UA/ha durante la estación seca.



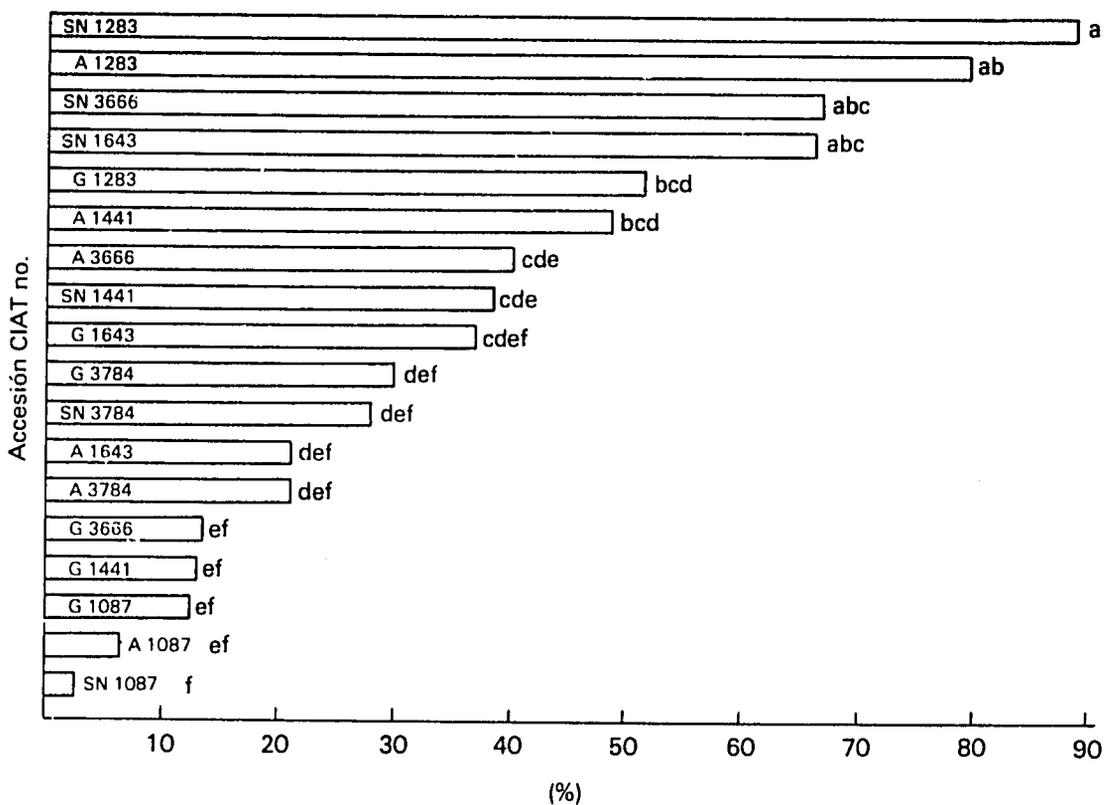
Figura 7. Asociación Desmodium ovalifolium--sabana nativa.



Figura 8. Asociación compatible de Desmodium canum--pasto gorda.

Centrosema. Se compararon 16 accesiones de Centrosema spp. en mezcla con A. gayanus. Todas las especies en este ensayo fueron fácilmente aceptadas por los animales en pastoreo y no se evidenció ningún pastoreo preferencial en ninguna etapa. Los parámetros utilizados en el proceso de evaluación incluyeron los rendimientos iniciales o materia seca disponible y composición de la pastura sembrada. La carga animal fue de 2.5 UA/ha durante ocho meses de la estación lluviosa, y durante la estación seca se redujo a 1.6 UA/ha.

Los rendimientos iniciales determinados con base en 15 fechas de cosecha/pastoreo entre octubre de 1980 y marzo de 1982 se correlacionaron bien con los resultados del experimento de corte; es decir, las nuevas especies provenientes de los Llanos Orientales, C. brasilianum y C. macrocarpum, produjeron altos rendimientos de forrajes secos bajo pastoreo, como también Centrosema sp. CIAT 5278 que dio rendimientos de forraje seco consistentemente más altos que las otras dos especies, las cuales fueron sobresalientes principalmente durante la estación seca. Observaciones posteriores mostraron una mejor supervivencia en C. brasilianum debido al hábito de producción de semilla libre de esta especie, en tanto que la densidad de población de C. macrocarpum disminuyó (Figura 10 y Cuadro 9).



Leguminosas: 1283 *Stylosanthes guianensis*  
 1643 *S. macrocephala*  
 1441 *S. capitata*  
 1087 *S. leiocarpa*  
 3666 *Desmodium ovalifolium*  
 3784 *D. ovalifolium*

Gramíneas: A = *Andropogon gayanus*  
 G = Pastos gordura  
 SN = Sabana nativa

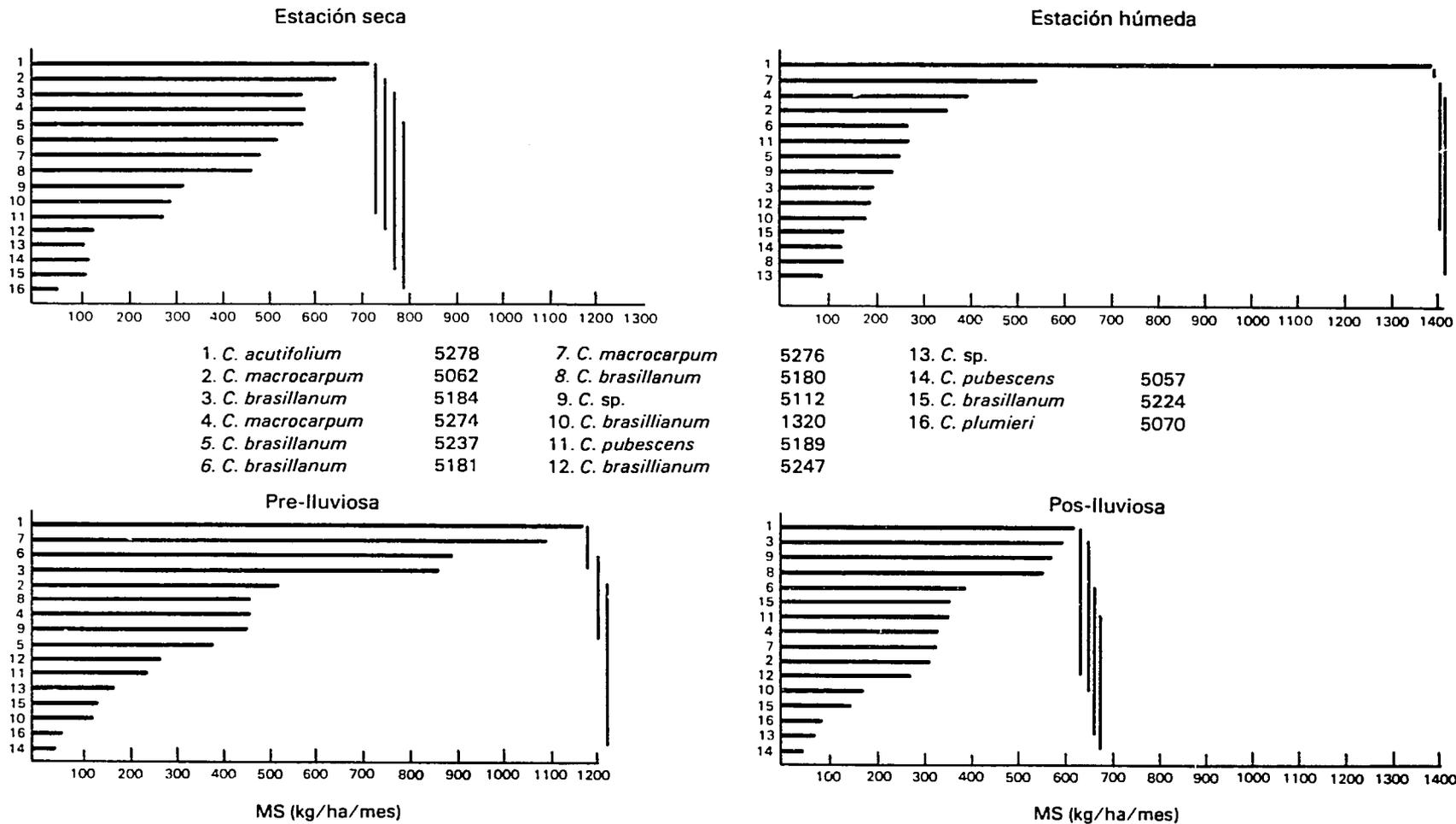
Medias seguidas de letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 9. Contenido de leguminosa de 18 asociaciones pasto-leguminosas bajo pastoreo (2 UA/ha) en Carimagua, Llanos Orientales.

En otro ensayo de pastoreo en parcelas pequeñas se compararon 10 accesiones de cuatro especies de *Centrosema*. Se registraron los rendimientos iniciales durante el período del ensayo. La accesión CIAT 5234 de *C. brasilianum* superó en rendimiento a las otras nueve accesiones incluyendo a *C. pubescens* y *C. macrocarpum*.

El resultado de esta serie de experimentos indica que el hábito de producción de semilla libre de *C. brasilianum* es una clara ventaja. *C. pubescens*, y varias formas cercanamente relacionadas tales como la nueva especie proveniente de los Llanos Orientales, poseen características forrajeras muy útiles en condiciones de pastoreo excesivo (Figura 11).

Un objetivo clave de selección sigue siendo la susceptibilidad al ataque de enfermedades foliares e insectos.



Valores conectados por la misma línea no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 10. Rendimientos de 16 accesiones de *Centrosema* spp. en asociación con *A. gayanus*, Carimagua, Llanos Orientales.



Figura 11. Producción abundante de semilla de Centrosema brasilianum.

Cuadro 8. Contenido de leguminosas (porcentaje de MS) de varias asociaciones de gramíneas-leguminosas al final de la primera estación bajo pastoreo.

<u>Mezcla/no. CIAT</u>	<u>Leguminosa (%)<sup>a</sup></u>
<u>Brachiaria sp. 6298 + Zornia brasiliensis 7485</u>	54.15 a
Pasto gordura + <u>Stylosanthes capitata 1441</u>	44.12 a
Pasto gordura + <u>Zornia brasiliensis 7485</u>	37.59 ab
<u>Brachiaria sp. 6298 + Stylosanthes capitata 1441</u>	22.66 bc
Pasto gordura + <u>Zornia myriadena 8302</u>	21.94 bc
<u>Andropogon gayanus 621 + Stylosanthes capitata 1441</u>	20.91 bc
<u>Andropogon gayanus 621 + Zornia myriadena 8302</u>	20.33 bc
<u>Andropogon gayanus 621 + Zornia brasiliensis 7485</u>	13.74 c

a. Las medias seguidas por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Desmodium ovalifolium. Esta leguminosa forrajera exhibió su capacidad para competir con gramíneas estoloníferas agresivas tales como B. humidicola. En un ensayo estándar de pastoreo se incluyeron nueve accesiones de D. ovalifolium, con B. humidicola como gramínea acompañante, en cuatro bloques al azar. Los rendimientos iniciales registrados en 15 fechas de cosecha indicaron diferencias significativas en el rendimiento (Figura 12). Se registraron datos adicionales sobre la capacidad de producción de semilla de las nueve accesiones. Nuevamente, se obtuvo una variabilidad ecotípica significativa en cuanto a producción de semilla y regeneración de plántulas en el sistema que incluyó una semana de pastoreo y dos semanas de descanso (Figura 13).

Cuadro 9. Densidad de plantas adultas y plántulas de Centrosema spp. cultivadas en asociación con Andropogon gayanus en el segundo año bajo pastoreo. Carimagua, Llanos Orientales.

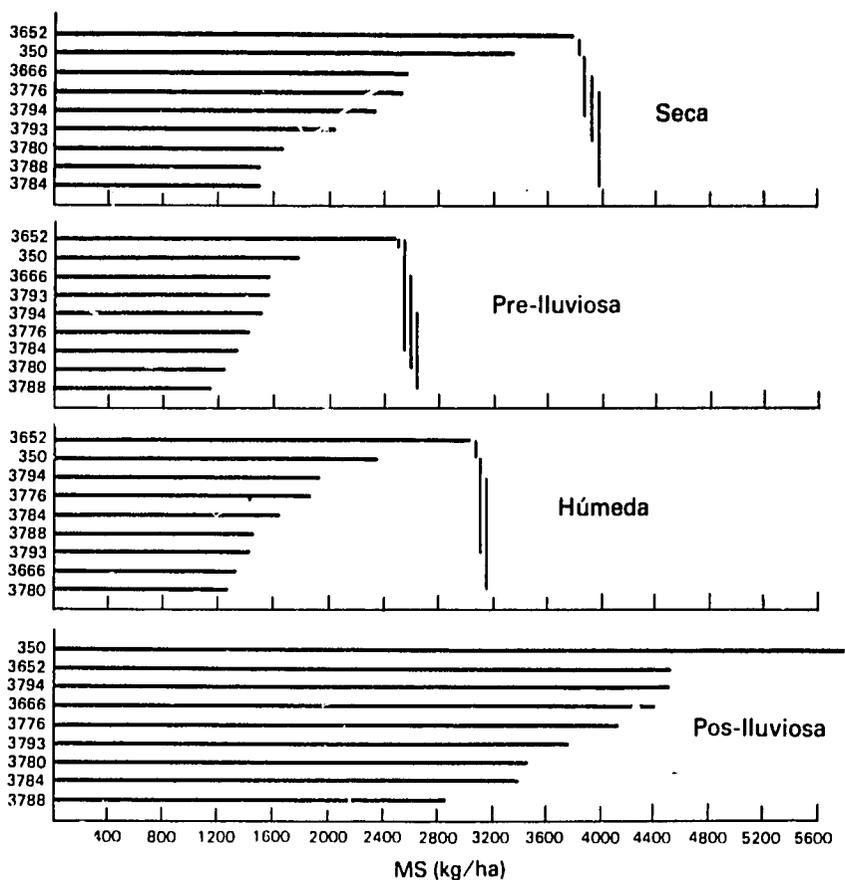
Especie	Accesión del CIAT no.	Plantas (m <sup>-2</sup> )	Plántulas (m <sup>-2</sup> )
<u>C. brasilianum</u>	491	13.28	8.68
<u>C. brasilianum</u>	5234	10.43	7.38
<u>C. pubescens</u>	5126	6.03	1.98
<u>C. macrocarpum</u>	5065	2.48	0.98

Varias accesiones de este ensayo exhibieron una respuesta de floración indiferente; estas líneas producen pequeñas cantidades de semilla prácticamente durante todo el año (Cuadro 10).

D. ovalifolium se probó en asociación con B. humidicola (accesión del CIAT 679), B. decumbens cv. Basilisk y A. gayanus cv. Carimagua 1 en asociaciones de 1 gramínea-1 leguminosa en condiciones de pastoreo. B. humidicola produjo la tasa más alta de crecimiento y la mezcla con D. ovalifolium dio los rendimientos totales más altos de materia seca de gramíneas-leguminosas. Ambas especies de Brachiaria presentaron una tasa de crecimiento significativamente mejor que A. gayanus. Los rendimientos de materia seca para las tres asociaciones (B. humidicola, B. decumbens y A. gayanus con D. ovalifolium) fueron de 17.4, 13.94 y 9.14/t/ha/año, respectivamente. No se observaron diferencias significativas en las tasas medias de crecimiento de la leguminosa entre las tres asociaciones. D. ovalifolium exhibió su habilidad para competir con D. humidicola, la más productiva de las tres gramíneas, y estas dos especies formaron una asociación altamente compatible (Cuadro 11).

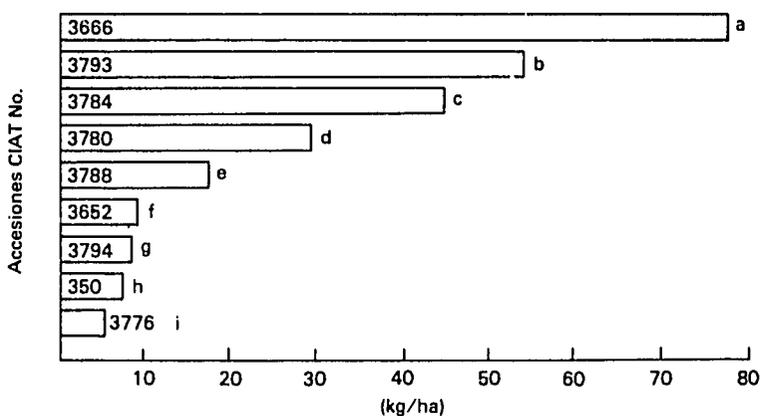
Los rendimientos iniciales o materia seca disponible oscilaron entre 43 t/ha por año en B. humidicola y A. gayanus con D. ovalifolium y 33 t/ha por año en B. decumbens/D. ovalifolium (Cuadro 12).

El género Brachiaria incluye una serie de especies utilizadas como forrajes sembrados en los trópicos de alta precipitación. Entre las especies perennes, B. decumbens y B. humidicola han alcanzado gran importancia económica en las tierras bajas de América tropical. Ambas gramíneas se encuentran bien adaptadas a los Oxisoles, el tipo de suelo dominante en una gran extensión de las sabanas. Sin embargo, en este experimento, B. humidicola exhibió un mayor potencial de rendimiento y una mejor tolerancia tanto a las condiciones de humedad y sequía en el sitio experimental. Hasta la fecha, el mión no ha sido un problema serio en B. humidicola, lo cual constituye una razón importante para que



Los valores promedio conectados por la misma línea no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 12. Rendimientos y distribución estacional de los mismos nueve ecotipos de Desmodium ovalifolium en asociación con Brachiaria humidicola, Carimagua, Llanos Orientales.



Los valores seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura 13. Rendimientos de semilla limpia de nueve accesiones de Desmodium ovalifolium en asociación con Brachiaria humidicola.

Cuadro 10. Rendimientos de semilla limpia de nueve accesiones de *Desmodium ovalifolium* cultivadas en una pastura bajo pastoreo en asociación con *Brachiaria humidicola* CIAT 679, Carimagua, Llanos Orientales.

Estación, período de cosecha	Accesión del CIAT no. <sup>a</sup>								
	3666	3793	3784	3780	3788	3652	3794	350	3776
Seca, 27.I - 6.III.81	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prelluviosa, 24.IV - 19.V.81	14.00	27.88	29.75	15.25	10.00	0.50	4.13	4.25	4.13
Lluviosa, 17.VI - 5.III.82	1.63	12.88	4.13	4.25	3.50	0.50	0.63	0.50	0.50
Poslluvia, 17.IX - 8.XII.81	3.00	4.50	9.00	9.50	1.13	8.00	3.75	1.25	0.63
Seca, 3.II - 3.III.82	0.13	5.13	1.63	0.38	1.63	0.00	0.13	2.50	0.63
Total	72.76a	50.39b	44.51c	29.38d	16.26e	9.00f	8.64g	8.50h	5.89i

a. Los valores seguidos por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 11. Tasa promedio de crecimiento de pasturas bajo pastoreo de B. humidicola (CIAT 679), B. decumbens cv. Basilisk y A. gayanus cv. Carimagua I en asociación con D. ovalifolium (CIAT 350). Carimagua, Llanos Orientales.

Mezcla	Tasa de crecimiento (kg/ha por 6 semanas) <sup>a</sup>		
	MS de gramínea	MS de leguminosa	Total
<u>B. humidicola</u> + <u>D. ovalifolium</u>	1246.63 a	687.46 a	1934.09 a
<u>B. decumbens</u> + <u>D. ovalifolium</u>	984.82 b	614.60 a	1549.42 a
<u>A. gayanus</u> + <u>D. ovalifolium</u>	574.72 e	429.98 a	1004.70 b

a. Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 12. Materia seca disponible en asociaciones individuales de Brachiaria humidicola, B. decumbens y Andropogon gayanus con Desmodium ovalifolium. Período de pastoreo: julio 8, 1980-enero 15, 1982. Carimagua, Llanos Orientales.

Mezcla	MS disponible (t/ha por 6 semanas) <sup>a</sup>			MS de legu- minosa (%)
	Gramínea	Leguminosa	Total	
<u>B. humidicola</u> + <u>D. ovalifolium</u>	2.55 a	2.20 a	4.75 a	46.3
<u>B. decumbens</u> + <u>D. ovalifolium</u>	2.02 b	1.61 b	3.63 b	44.4
<u>A. gayanus</u> + <u>D. ovalifolium</u>	2.90 a	1.80 b	4.70 a	38.3

a. Los valores seguidos por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

su uso sea cada vez más generalizado en los trópicos de América Latina. En Brasil se informó sobre la resistencia a una de las varias especies de miones, a pesar de la presencia de un alto número de ninfas y adultos en la gramínea. La vida productiva de pasturas monoespecíficas de Brachiaria sp. es relativamente limitada en las regiones de sabana debido al bajo nivel de bases y a la baja fertilidad de nitrógeno de estos suelos. Una característica particularmente importante de D. ovalifolium es su capacidad para formar una asociación productiva con la agresiva B. humidicola.

Se requiere más investigación para explorar totalmente el rango de variaciones disponibles dentro de esta leguminosa con el fin de corregir algunas deficiencias inherentes, incluyendo su baja palatabilidad, alto contenido de taninos y susceptibilidad a nematodos.

Stylosanthes capitata. Se evaluaron 10 ecotipos de S. capitata, representativos de formas tempranas e intermedias, en asociación con A. gayanus. Las características estudiadas incluyeron los rendimientos de materia disponible y la composición botánica de la pastura, y todos los detalles fueron similares a los de los demás ensayos de pastoreo.

En este experimento se registraron cambios muy dinámicos en el contenido de gramínea/leguminosa, y la población de plantas de los ecotipos intermedios presentó una disminución rápida durante el segundo año después del establecimiento. Los datos sobre rendimiento y composición de las pasturas en el tercer año después del establecimiento indicaron que cuatro ecotipos de floración temprana y de producción libre de semilla lograron persistir y dieron mejores rendimientos bajo pastoreo que las líneas de S. capitata de floración intermedia (Cuadro 13). Esto se atribuye a las mayores cantidades de semilla producida por las accesiones de floración temprana durante un período de tiempo más largo.

Los rendimientos iniciales de las accesiones de S. capitata fueron significativamente mayores que los de S. macrocephala, y esta diferencia permaneció constante durante el período de ensayo.

Cuadro 13. Número promedio de plantas de seis accesiones de Stylosanthes capitata cultivadas en asociación con Andropogon gayanus en una pastura de tres años de edad, Carimagua, Llanos Orientales.

Accesión del CIAT no.	No. de <sup>a</sup> plantas/m <sup>2</sup>
1728 - temprana	26.00 a
1693 - temprana	22.85 a
1019 - temprana	21.58 a
1943 - temprana	15.20 b
1318 - intermedia	2.88 c
1315 - intermedia	2.50 c

a. Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

## Agronomía de Forrajes (Cerrados)

### Evaluación de Pasturas

Su objetivo es seleccionar, bajo las condiciones de los Cerrados, leguminosas y gramíneas que a) crezcan y produzcan semillas en suelos ácidos en los que están expuestas al estrés ocasionado por altos niveles de saturación de aluminio y escasez de agua; b) persistan en condiciones de pastoreo; y c) tengan un buen nivel de tolerancia a plagas y enfermedades.

Las investigaciones realizadas desde 1978 mostraron que el germoplasma de leguminosas recolectado en las sabanas tropicales y en las regiones boscosas de América del Sur está bien adaptado a los suelos ácidos e infértiles de los Cerrados. El mayor desafío de esta investigación es encontrar ecotipos persistentes y a la vez tolerantes a las enfermedades.

### Evaluación en Pequeñas Parcelas de Germoplasma de Leguminosas (Categoría II)

Las accesiones de germoplasma evaluadas desde 1978 se relacionan en el Cuadro 1. Durante la estación húmeda de 1981-1982, se evaluaron 157 nuevas accesiones. Estas evaluaciones se realizaron únicamente en suelos LVE debido a la escasez de semillas. Las observaciones se siguieron haciendo sobre aspectos fenológicos, rendimiento de materia seca y tolerancia a plagas y enfermedades.

Seis especies claves han sido identificadas para la región de los Cerrados, las cuales se presentan en el Cuadro 2 con el resumen de sus características.

#### Especies de Stylosanthes

Diez ecotipos de S. guianensis "tardío" fueron seleccionadas entre los sembrados de 1978 a 1981. Son ellos: CIAT 1095, 2046, 2191, 2203, 2244, 2245, 2315, 2950, 2951 y 2953. Dichas accesiones fueron más vigorosas que el testigo comercial y continuaron mostrando buena tolerancia a la antracnosis. Los resultados promisorios iniciales de S. capitata CIAT 2254 no se han mantenido y la accesión fue eliminada de la lista de germoplasma promisorio. Cinco accesiones de S. macrocephala fueron seleccionadas: CIAT 2039, 2053, 2133, 2280, y 2732. Las accesiones CIAT 2039 y 2053 han sido incluidas en la nueva Categoría III de evaluación debido a sus altas tasas de producción de semillas. S. macrocephala es la especie clave más promisorio hasta aquí evaluada. Las accesiones de dicha especie mostraron una excelente adaptación al clima y a los suelos ácidos e infértiles de la región. Además, dichas accesiones demostraron poseer buena tolerancia a la antracnosis y a otras enfermedades. Precisamente la antracnosis fue responsable de que

se eliminarán el 62% de las accesiones evaluadas de S. guianensis, el 79% de las accesiones de S. scabra, el 100% de las accesiones de S. humilis, pero solamente el 20% de las accesiones de S. macrocephala. Estas mostraron una buena persistencia bajo defoliación, y altos rendimientos de semillas. S. viscosa CIAT 1094 ha sido seleccionada, y un amplio rango de nuevas accesiones de la misma especie están siendo evaluadas.

Cuadro 1. Germoplasma de leguminosas sometido a evaluación preliminar en Categoría II en el CPAC, Brasil.

	1978-1981	1981-1982	Total
<u>Stylosanthes spp.</u>			
<u>S. guianensis</u>	171	24	195
<u>S. scabra</u>	171	-	171
<u>S. capitata</u>	158	11	167
<u>S. macrocephala</u>	52	18	70
<u>S. viscosa</u>	33	27	60
<u>S. humilis</u>	21	-	21
<u>S. species</u>	8	1	9
<u>S. hamata</u>	4	-	4
<u>S. leiocarpa</u>	2	-	2
<u>S. tomentosa</u>	2	-	2
<u>S. angustifolia</u>	2	-	2
<u>S. campestris</u>	1	-	1
<u>S. ruellioides</u>	1	-	1
<u>S. ingrata</u>	1	-	1
Totals	625	81	706
<u>Otras especies</u>			
<u>Zornia</u>	102	17	119
<u>Centrosema</u>	46	38	84
<u>Desmodium</u>	30	-	30
<u>Calopogonium</u>	23	6	29
<u>Galactia</u>	20	-	20
<u>Leucaena</u>	18	-	18
<u>Aeschynomene</u>	16	1	17
<u>Macroptilium/Vigna</u>	11	-	11
<u>Rhynchosia</u>	-	8	8
<u>Cassia</u>	-	6	6
<u>Pueraria</u>	3	-	3
<u>Soemneringia</u>	2	-	2
<u>Teramnus</u>	2	-	2
<u>Cratylia</u>	2	-	2
Totales	275	76	351

Cuadro 2. Resumen de las características de las especies clave para los Cerrados.

Género o especie	Adaptación al clima	Adaptación al suelo	Productividad y vigor	Persistencia bajo pastoreo o corte	Retención de hojas verdes durante la estación seca	Valor nutritivo y/o aceptabilidad	Tolerancia a plagas y enfermedades	Potencial de producción de semillas
<b>Especies clave</b>								
<u>Stylosanthes guianensis</u>	++	++	++	+	++	+	+	+
<u>Stylosanthes capitata</u>	++	++	++	++	+	+	+	+
<u>Stylosanthes macrocephala</u>	++	++	++	++	+	+	+	+
<u>Stylosanthes viscosa</u>	++	++	++	++	+	+	++	+
<u>Zornia brasiliensis</u>	++	++	++	++	+	+	++	+
<u>Centrosema macrocarpum</u>	++	++	++	++	+	+	++	+
<u>Centrosema brasilianum</u>	++	++	++	+	+	+	+	+

++ = Excelente; + = bueno.

El crecimiento de las especies de Stylosanthes sembradas durante el período 1981-1982 ha sido relativamente lento. Además, se observaron pocos problemas ocasionados por enfermedades. Por consiguiente, no fue posible seleccionar durante esta estación accesiones superiores aunque S. guianensis "taráío" CIAT 2981 demostró ser muy promisoría.

#### Otros géneros

Las accesiones tetrafoliadas de Zornia brasiliensis CIAT 7485, 8023, 9472, y 9473 siguieron mostrando mucho vigor y resistencia a enfermedades. La accesión CIAT 7485 ha sido incluida en una nueva Categoría III de evaluación. Las especies bifoliadas de Zornia demostraron ser muy susceptibles a ataques del complejo virus Melolia. La Zornia sp. CIAT 7487, un ecotipo bifoliado, aunque mostró síntomas de enfermedad, sigue siendo más vigoroso que el testigo Z. latifolia CIAT 728. En la próxima estación húmeda se evaluarán más accesiones de este tipo.

En las tres accesiones de Centrosema macrocarpum, CIAT 5274, 5275 y 5276, no se observaron problemas ocasionados por enfermedades. La accesión CIAT 5065 ha sido seleccionada como promisoría. C. brasilianum CIAT 5234 mostró síntomas de añublo foliar por Rhizoctonia mientras que la especie Centrosema CIAT 5118 fue eliminada debido a muerte descendente severa.

En 1981-1982 se evaluaron dos nuevos géneros: Rhynchosia y Cassia. El crecimiento de las accesiones de la primera especie fue relativamente lento y no se pudo allegar información sobre accesiones promisorias. Las accesiones de Cassia rotundifolia sufrieron ataques de antracnosis y de la mancha foliar por Cercospora, y ninguna accesión demostró ser promisoría para la región.

#### Evaluación en Pequeñas Parcelas de Germoplasma de Gramíneas (Categoría II)

Esta fase de los ensayos llegó a su término. Seis accesiones de las especies Panicum maximum y Brachiaria han sido seleccionadas para suelos LVE, y la producción de semillas para evaluación en la Categoría III está en curso. Dichas accesiones son: P. maximum CIAT 6141 (tipo común), CIAT 6116 y 6124 (tipos Green Panic); B. brizantha CIAT 6016 y 6021, y Brachiaria decumbens CIAT 6058. No se han registrado problemas ocasionados por enfermedades o plagas. Ninguno de los géneros de origen africano evaluados mostró ser promisorio para suelos LVA. Durante la próxima estación húmeda se evaluarán en este tipo de suelos especies del género Paspalum.

#### Evaluación Agronómica de Germoplasma de Leguminosas y Gramíneas bajo Pastoreo (Categoría III)

En esta categoría se evalúan las accesiones promisorias de la Categoría II en pequeñas parcelas sometidas a pastoreo individual. Cada

leguminosa se siembra independientemente con dos gramíneas de hábito de crecimiento contrastante como, por ejemplo, Andropogon gayanus CIAT 621 (cv. Planaltina) y Brachiaria decumbens cv. Basilisk. Las gramíneas se siembran con Stylosanthes guianensis cv. Cook. Se efectúan observaciones sobre persistencia, compatibilidad de las especies y productividad.

#### Germoplasma de leguminosas

Solamente 5 de las 14 leguminosas inicialmente sembradas persisten después de cuatro años de evaluación. Dichas leguminosas son: S. guianensis "tardío" CIAT 2243, S. capitata CIAT 1019, CIAT 1078, CIAT 1097 y S. macrocephala CIAT 1582. La producción total de materia seca y el contenido de las leguminosas durante los cuatro años de evaluación se dan en el Cuadro 3.

En las dos últimas estaciones la producción de materia seca de estas asociaciones fue mucho más alta que la de los lotes puros de gramíneas. La densidad de S. guianensis CIAT 2243 ha disminuido en las praderas como consecuencia del pastoreo intermitente. Siu embargo, esta accesión es tolerante a la antracnosis y ha persistido por más tiempo que el cultivar comercial Cook, el cual desapareció en el segundo año debido a enfermedad. Posibleme. , la producción de S. guianensis CIAT 2243 hubiera sido mayor bajo un régimen de pastoreo menos intensivo. La producción de materia seca de las accesiones S. capitata CIAT 1019 y 1097 fue sustancialmente más alta durante las cuatro estaciones que la de S. capitata CIAT 1078. S. macrocephala CIAT 1582 tuvo un bajo porcentaje de establecimiento debido a la mala calidad de las semillas. Sin embargo, el comportamiento de esta accesión mejoró fuertemente en las siguientes estaciones y la densidad de leguminosas obtenida al fin del ensayo fue equivalente a la de S. capitata CIAT 1019 y 1097. Ninguna de las accesiones presentó problemas de plagas ni de enfermedades. Los ensayos relativos a esta categoría llegaron a término, y excepción hecha de S. capitata CIAT 1078, todas las accesiones han sido incluidas en la Categoría IV.

Durante el período 1981-1982 se estableció una nueva Categoría III y se modificó la metodología de trabajo para permitir el pastoreo a dos niveles de carga diferentes durante las estaciones seca y húmeda. Las parcelas serán sometidas a pastoreo individual durante cuatro días cada seis semanas. Estas parcelas serán de 320 o 480 m<sup>2</sup> a fin de aplicar cargas equivalentes a 2 ó 3 animales de 260 kg de peso vivo por hectárea. Este ensayo permitirá evaluar las accesiones bajo alta y baja intensidad de pastoreo.

En diciembre de 1981 se sembraron ocho leguminosas de la Categoría II con Andropogon gayanus CIAT 621 (cv. Planaltina). Las leguminosas sembradas fueron Stylosanthes macrocephala CIAT 1582 y CIAT 10138 (testigos), S. macrocephala CIAT 2039 y 2053; Zornia latifolia CIAT 728 (testigo), Z. brasiliensis CIAT 7485 y 8025; Centrosema macrocarpum CIAT 5065. Las densidades de las plantas, 50 días después de la emergencia, se dan en el Cuadro 4. En observaciones realizadas en septiembre de

Cuadro 3. Comportamiento de accesiones de leguminosas seleccionadas para su evaluación bajo pastoreo en la Categoría III (CPAC, Brasil).

	Gramíneas puras	<u>S. guianensis</u> "tardio" CIAT 2243	<u>S. macrocephala</u> CIAT 1582 MS total	<u>S. capitata</u> CIAT 1019 rendimiento (t/ha/año)	<u>S. capitata</u> CIAT 1078	<u>S. capitata</u> CIAT 1097
+ <u>Andropogon gayanus</u>						
1978-1979	1.73	1.05(49)*	0.69( 6)	1.04(71)	0.96(23)	1.60(62)
1979-1980	4.58	4.80(51)	3.24(27)	2.64(38)	3.53(20)	4.05(31)
1980-1981	3.27	4.26( 7)	4.05(27)	4.97(26)	3.65(26)	4.96(30)
1981-1982	3.56	4.07(12)	4.39(25)	4.87(24)	3.66(21)	4.75(27)
+ <u>Brachiaria decumbens</u>						
1978-1979	2.09	2.39(16)	1.74( 1)	1.04(26)	1.83( 2)	2.59(25)
1979-1980	4.54	4.94(27)	4.06(15)	4.34(14)	4.33( 8)	5.22(31)
1980-1981	1.98	2.51( 5)	3.04(29)	4.20(34)	3.16(20)	4.10(38)
1981-1982	2.58	2.91( 7)	3.78(23)	3.86(21)	3.80(18)	3.80(23)

\* Entre paréntesis se encuentra el contenido de leguminosas expresado con base en el % de MS.

1982, se notó que las densidades de Andropogon gayanus y Centrosema macrocarpum CIAT 5065 habían aumentado sustancialmente.

#### Germoplasma de gramíneas

La evaluación de cinco gramíneas iniciada en 1978-1979 fue terminada en 1981-1982 después de cuatro estaciones. La producción de materia seca de A. gayanus cv. Planaltina, B. decumbens cv. Basilisk, P. maximum cv. guinezhinho, B. ruziziensis y B. humidicola fue de 4725, 2954, 2418, 2262 y 1711 kg/ha, respectivamente. A. gayanus fue por segunda vez consecutiva la gramínea que dio el mejor rendimiento.

#### Producción de Semillas

Esta parte del programa tiene por objeto: 1) llevar a cabo investigaciones sobre los diferentes problemas de la producción de semillas de especies adaptadas; 2) multiplicar semilla de germoplasma promisorio para evaluación para otros programas del CPAC. Se está llevando a cabo por el momento la multiplicación de semillas de 35 accesiones promisorias.

Cuadro 4. Densidad de las plantas de la Categoría III 50 días después de la emergencia (CPAC, Brasil).

CIAT Accesión (no.)	Plantas/m <sup>2</sup>	
	Andropogon	Leguminosas
<u>Stylosanthes macrocephala</u>		
CIAT 1582	7	49
CIAT 10138	9	38
CIAT 2039	6	44
CIAT 2053	9	59
<u>Zornia spp</u>		
CIAT 728	7	74
CIAT 7485	7	53
CIAT 8025	6	20
<u>Centrosema macrocarpum</u>		
CIAT 5065	8	2

### Efectos del corte en la producción de semillas de Andropogon

Esta investigación está ahora en segunda estación. El objetivo es determinar la época más propicia para defoliar el cultivo durante la estación húmeda sin perjudicar el rendimiento. La defoliación del cultivo es necesaria para evitar su volcamiento en condiciones de fertilidad relativamente alta.

En los ensayos realizados durante la primera estación, los rendimientos de semilla más altos se registraron para la defoliación a fines de enero. La defoliación en la primera semana de febrero redujo la producción de semillas. Sin embargo, durante la segunda estación, el rendimiento de semillas más alto se registró para la defoliación a fines de febrero. El fuerte "veranico" (verano) registrado a principios de febrero puede haber afectado adversamente el tratamiento de defoliación de fines de enero y reducido la producción de semillas. El ensayo se prolongará durante una tercera estación a fin de tratar de resolver estos resultados variables.

### Efectos del corte y del riego en la producción de semillas de Stylosanthes guianensis "tardío"

El grupo "tardío" de S. guianensis var. guianensis tiene predominantemente una floración tardía. En el CPAC la floración empieza en mayo y la cosecha de semillas se realiza en septiembre, a fines de la estación seca. La formación y maduración de las semillas ocurre cuando la humedad escasea. Los rendimientos de semillas limpias son bajos con un promedio de 50 kg/ha/año. Las accesiones del grupo "tardío" actualmente en evaluación en la Categoría II no presentan variaciones marcadas en la fecha de floración, por lo cual se estableció un experimento a fin de determinar si el rendimiento de semillas puede ser aumentado agronómicamente por defoliación y/o por riego adicional. Durante la estación húmeda de 1981-1982 se establecieron parcelas de la accesión S. guianensis CIAT 2243 tipo "tardío" actualmente en evaluación en la Categoría IV. Dos tratamientos de riego (ninguno y riego adicional hasta la floración plena en julio) fueron combinados factorialmente con dos métodos de defoliación (ningún corte y corte a principios de la estación húmeda). Un tratamiento adicional de riego fue incluido en los ensayos, con el fin de observar su efecto durante la estación seca. Los ensayos de defoliación no se pudieron realizar durante el presente año, pero se ensayaron los diferentes tratamientos de riego. Los resultados obtenidos durante la primera estación están siendo procesados.

# **Ensayos Regionales**

## **Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales**

### Introducción

El objetivo principal de la sección es evaluar nuevo germoplasma forrajero en diferentes ecosistemas de América tropical, el cual es realizado en un esfuerzo combinado entre las instituciones nacionales de investigación y el CIAT.

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) opera bajo un programa de evaluación compuesto de cuatro etapas denominadas Ensayos Regionales A, B, C, y D (ERA-ERB-ERC-ERD).

Las primeras etapas (ERA y ERB) son de características esencialmente agronómicas y en ellas el germoplasma es seleccionado por su tolerancia a clima, suelo, plagas y enfermedades. La mayor diferencia entre Ensayos Regionales A y B es que en los primeros se prueba gran número de entradas (80-150), en pocos lugares representativos dentro de los cinco ecosistemas mayores. En los Ensayos Regionales B se evalúa la productividad bajo corte, así como resistencia a plagas y enfermedades de las mejores entradas (20-25) seleccionadas en la etapa anterior, en el mayor número de sitios posible, dentro de cada ecosistema.

Los otros dos tipos de ensayos de la Red incluyen el efecto del animal sobre la estabilidad y persistencia (ERC), así como estimación de la productividad animal de la pastura (ERD). En tal sentido, se han realizado progresos en este último año. Para tal fin, con apoyo financiero de CIID (Canadá), se llevó a cabo una reunión de trabajo con el objetivo de evaluar los principios y alternativas de metodologías de evaluación de pasturas con animales para su utilización en la Red en un futuro cercano. Varias instituciones nacionales ya han manifestado su interés sobre el particular.

### Avances de la RIEPT

La RIEPT cuenta actualmente con 11 ERA y 29 ERB dentro de los cinco principales ecosistemas de América tropical (Cerrados, Llanos, sabanas mal drenadas, bosque tropical semi-siempreverde estacional y bosque tropical lluvioso). En la Figura 1 se presenta la distribución geográfica de los ensayos regionales en actividad. Los Cuadros 1 y 2 muestran el país y localidad donde se llevan a cabo los ensayos, la institución colaboradora y el responsable de los mismos.

La segunda reunión de participantes de la RIEPT se celebró después de casi tres años, entre el 27 y 29 de septiembre del presente año, con una participación de más de 80 colaboradores de 40 instituciones de investigación y desarrollo de 15 países, la mayoría de América tropical. La lista de participantes se muestra en el Cuadro 3.

## RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE ENSAYOS REGIONALES LOCALIZACION Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA



- Ensayo Regional A
- Ensayo Regional B
- Sitios mayores

Figura 1. Distribución geográfica de los Ensayos Regionales.

Cuadro 1. Ensayos Regionales A en América tropical.

País	Localidad	Institución/colaborador	Ecosistema <sup>a</sup>	Fecha siembra
Brasil	Boa Vista	EMBRAPA-UEPAT/V. Gianluppi, E.A. Serrao	SBDH	VI-81
	Corumbá	EMBRAPA-UEPAE/A. Pott, J.A. Comastri	SMD	VI-81
	Itabela	CEPLAC/M. Moreno, J. Marques Pereira	BTL	XI-80
	Jataí	EMBRAPA-EMGOPA/E. Barbosa	SBDT	XII-80
	Paragominas	PROPASTO-CPATU/M.B. Días Filho, E.A. Serrao	BTSSVE	IV-80
Colombia	Macagual	ICA/A. Acosta, P. Cuesta	BTL	VI-80
	Leticia	CIAT/A. Gómez-Carabaly	BTL	III-80
	Orocué	CIAT-HIMAT/A. Gómez-Carabaly, L.H. Franco	SMD	VI-80
Nicaragua	Nueva Guinea	MIDINRA-DGTA/C. Avalos, A. Cruz, A. Castro	BTL	VII-80
Perú	Pucallpa	IVITA/H. Ordóñez, C. Reyes	BTSSVE	III-80
Venezuela	El Tigre	FONAIAP/D. Sanabria	SBDH	VII-80

a. SBDH = sabana bien drenada isohipertérmica; SMD = sabana mal drenada;  
 BTL = bosque tropical lluvioso; SBDT = sabana bien drenada isotérmica;  
 BTSSVE = bosque tropical semi-siempreverde estacional.

Cuadro 2. Ensayos Regionales B en América tropical.

País	Localidad	Institución/colaborador	Ecosistema <sup>a</sup>	Fecha siembra
Bolivia	Valle del Sacta Chipiriri	Univ. M.S. Simón/J. Espinoza	BTSSVE	X-80
		IBAT/F. Saavedra	BTL	IX-80
Brasil	Barrolandia	CEPLAC/J. Marques Pereira	BTL	XII-80
	Paragominas	PROPASTO-CPATU/M.B. Dias Filho, E.A. Serrao	BTSSVE	IV-81 <sup>b</sup>
	Porto Velho	EMBRAPA-UEPAE-PROPASTO/C.A. Goncalves, J.R. da C. Oliveira	BTL	II-81 <sup>b</sup>
Colombia	Carimagua	CIAT/R. Gualdrón, C. Escobar	SBDH	V-80
	Guayabal,	CIAT/A. Gómez-Carabaly,		
	Pto. Gaitán	L.H. Franco	SBDH	V-80
	Paraíso,	CIAT/A. Gómez-Carabaly,		
	Pto. Gaitán	L.H. Franco	SBDH	V-80
	El Viento,	CIAT/A. Gómez-Carabaly,		
	Pto. Gaitán	L.H. Franco	SBDH	V-80
	Caucasia	Univ. Antioquia/A. Giraldo, H.J. Hoyos, L.F. Ramírez	BTSSVE	VII-80
Puerto Asís	Fondo Gan. Putumayo/D. Orozco	BTL	I-80	
Quilichao	CIAT/A. Ramírez	BTSSVE	XI-79	
Orocué	CIAT-HIMAT/A. Gómez-Carabaly, L.H. Franco	SMD <sup>c</sup>	VI-81	
Costa Rica	Buenos Aires	MAG/V.M. Prado	BTL	VIII-80
Cuba	Guáimaro	MINAG/A. Gutiérrez	SBDH	---- <sup>b</sup>
	Pinar del Rio	MINAG/A. Gutiérrez	SBDH	---- <sup>b</sup>
	Isla Juventud	MINAG/A. Gutiérrez	SBDH	---- <sup>b</sup>
Ecuador	El Napo	INIAP/K. Muñoz	BTL	IX-80
	El Puyo	ESPOCH/M. Freire	BTL	X-80
Estados Unidos	Hawai	Univ. Hawai/A. S. Whitney	BTL	VI-80
Guyana	Moblissa,	CARDI/G. A. Nurse	BTSSVE	IX-80 <sup>b</sup>
	Ebini Lethem,	CARDI/G. A. Nurse	SBDH	IX-80 <sup>b</sup>
Mexico	Arriaga	INIA/A. Ramos	SBDH	VII-81 <sup>b</sup>
Nicaragua	El Recreo	MIDINRA-DGTA/A. Cruz, C. Avalos, A. Castro	BTL	XII-80
	Nueva Guinea	MIDINRA-DGTA/C. Avalos, A. Castro	BTL	VI-81
Panamá	Calabacito	IDIAP/M.A. Avila	SBDH	X-80
	Los Santos, Chiriquí	Univ. Panama/J. Quintero	SBDH	VII-80
	El Chepo	Univ. Panama/J. Quintero	SBDH	VI-80

(Continúa)

Cuadro 2. (Continuación)

País	Localidad	Institución/colaborador	Ecosistema <sup>a</sup>	Fecha siembra
Perú	Yurimaguas	INIPA-NCSU/M. Ara, R. Schaus	BTL	XI-80
	Coperholta,	INIPA-CIPA X/W. López	BTSSVE	II-81
	Tarapoto	INIPA-CIPA X/G. Silva	BTSSVE	II-81
	(ESEP)			
	Tarapoto	INIPA-CIPA X/W. López	BTSSVE	XI-81
	Porvenir			
	Alto Mayo	INIPA/E. Palacios	BTSSVE	X-81
Surinam	Coebiti	Min. Can Land./P. Kerkhoff	BTSSVE	VI-80 <sup>b</sup>
Trinidad	Centeno	CARDI/N. Persad	BTL	X-80
Venezuela	Guachi	Univ. Zulia/I. Urdaneta	BTSSVE	V-80
	Atapirire	FONAIAP/D. Sanabria	SBDH	VII-80
	Mantecal	FONAIAP/G.R. Torres	SMD <sup>c</sup>	V-80

a. BTL = bosque tropical lluvioso; BTSSVE = bosque tropical semi-siempreverde estacional; SBDH = sabana bien drenada isohipertérmica; SMD = sabana mal drenada.

b. Establecidos pero sin evaluaciones de producción.

c. En el "banco" o zona de mejor drenaje.

Cuadro 3. Participantes en la II Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, septiembre 27 a 29, 1982.

País	Participante	Institución
Bolivia	José Espinoza H.	Universidad Mayor de San Simón Misión Británica en Agricultura Tropical
	Robert Paterson	
Brasil	Carlos Magno Campos da Rocha	EMBRAPA/CPAC
	Miguel Antonio Moreno R.	CEPLAC
	Nuno María Sousa Costa	EPAMIG
	Arnildo Pott	EMBRAPA/UEPAE-Corumbá
	Judson Ferreira Valentim	EMBRAPA/UEPAE-Rio Branco
	Armando T. Primo	EMBRAPA/CENARGEN
	José Marques Pereira	CEPLAC
	Vicente Gianluppi	EMBRAPA/UEPAT-Boa Vista
	Moacyr Bernardino Dias Filho	EMBRAPA/CPATU/PROPASTO
	Airton Rodrigues Salerno	EMPASC-Itajaí
	Antonio Pedro Silva da Souza Filho	EMBRAPA/UEPAT-Macapá
	Milton Andrade Botrel	EMBRAPA/CNPGL
	Francisco Beni de Sousa	EMBRAPA/CPAC

(Continúa)

Cuadro 3. (Continuación)

País	Participante	Institución
	Coy Patrick Moore	CPAC/CIAT
	Derrick Thomas	CPAC/CIAT
	Jurândira Cândida de Oliveira	EMGOPA
Colombia	César Julio Jaramillo I.	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
	Senén Suárez V.	CENICAFE
	Luis Fernando Ramírez M.	Universidad de Antioquia
	Raúl Barreto O.	ICA
	Luis Alfonso Giraldo V.	Secretaría de Agricultura
	Héctor Julio Hoyos O.	Inversiones Oriente
	Carlos Eduardo Gavilanes C.	ICA
	Freddy Ospina M.	ICA
	Manuel Guillermo Carrasco P.	Ministerio de Defensa
	Pablo Antonio Cuesta M.	ICA
Cuba	Juan José Paretas F.	Ministerio de Agricultura
	Armando Gutiérrez S.	Ministerio de Agricultura
Ecuador	Kleber Amado Muñoz M.	INIAP
	Manuel Tarquino Freire B.	ESPOCH
Guyana	Godfrey A. Nurse	CARDI
Nicaragua	Constantino Avalos P.	MIDINRA
	Aristóbulo Casto R.	MIDINRA
Panamá	Carlos Manuel Ortega V.	IDIAP
	José M. Quintero P.	Universidad de Panamá
Perú	Rodolfo Schaus A.	NCSU-Proyecto Suelos Tropicales
	Washington López C.	INIPA (Ministerio de Agricultura)
	Ricardo César Pérez A.	ESEP
	José Hugo Ordóñez F.	IVITA
	Kenneth Reátegui	INIPA (Ministerio de Agricultura)
	César Augusto Reyes A.	IVITA
	Germán Silva del Aguila	INIPA (Ministerio de Agricultura)
Trinidad	Denny Seecharan	Ministerio de Agricultura
Venezuela	José Alberto Landaeta R.	Universidad del Zulia
	Haydee J. Delgado G.	Universidad del Zulia
	José Ramón Blásquez	Universidad del Zulia
	Jesús Ramón Paredes B.	Universidad del Zulia
	Iván Urdaneta	Universidad del Zulia
	Santiago Rodríguez C.	FONAIAP
	Lupercio Boscán	Asociación Ganaderos del Catatumbo

Durante esta reunión se revisaron los avances de la RIEPT en cuanto a evaluación agronómica de adaptabilidad del germoplasma con base en un resumen de resultados a la fecha, el cual será publicado durante 1983. Además de este resumen, cada participante tuvo la oportunidad de presentar públicamente y exponer sus experiencias e inquietudes.

La reunión fue muy exitosa tanto por los resultados mostrados como por el alto interés de los participantes en la filosofía de la Red y su futuro. Fueron discutidas las metodologías en uso, proponiéndose ligeras modificaciones que mejorarán la eficiencia y precisión de las evaluaciones agronómicas en Ensayos Regionales A y B. En las mesas de discusión de la reunión se visualizaron también alternativas de experimentación de apoyo o paralelas necesarias para adelantar el germoplasma "adaptado" a etapas de evaluación más avanzadas. Estas incluyen ajuste de fertilización de establecimiento, Rhizobium eficiente, mezclas compatibles, etc.

Durante toda la reunión, el interés primordial fue el de hacer crecer la RIEPT con más pruebas de nuevas alternativas de germoplasma y pruebas de pastoreo que permitan incorporar los materiales ya seleccionados en cada localidad y ecosistema a los sistemas de producción existentes.

#### Resumen de resultados

Con base en los datos actualizados producidos por la RIEPT y los presentados por los participantes durante la segunda reunión de la Red, se presentan los resúmenes siguientes por ecosistema:

Sabanas bien drenadas. La RIEPT tiene en marcha dos Ensayos Regionales A y 13 Ensayos Regionales B en los Llanos y un Ensayo Regional A en los Cerrados.

De los tres Ensayos Regionales A, sólo el de El Tigre, conducido por FONAIAP en Anzoátegui, Venezuela ("Llanos") cuenta con información suficiente como para permitir separar los mejores materiales. En el Cuadro 4 se presenta la lista de materiales que, después de dos años de evaluaciones, han mostrado adaptación superior. Debe anotarse que durante el establecimiento este ensayo sufrió fuerte ataque de conejos silvestres que causó la pérdida de varias introducciones de los géneros Aeschynomene, Centrosema y Desmodium.

Cinco Ensayos Regionales B reportaron información. El Cuadro 5 presenta las tasas medias de producción diarias de MS (kg MS/ha por día) por localidad. Para los ecotipos comunes evaluados, se aprecia una consistente productividad en todo el ecosistema. La producción media diaria de gramíneas durante la época seca fue sólo 43.5% de la producción durante la época de lluvia. Las leguminosas durante la época seca produjeron sólo 19% de la producción durante las lluvias. Debe resaltarse la similitud en la productividad de gramíneas y leguminosas durante la época de lluvia y la productividad claramente menor de las leguminosas en la época seca.

Cuadro 4. Ecotipos de gramíneas y leguminosas seleccionados por FONAIAP, con grado de adaptación promedio<sup>a</sup>, igual o superior a bueno, en el Ensayo Regional A de El Tigre, Anzoátegui, Venezuela (dos años de evaluación).

<u>Especies</u>	<u>No. CIAT</u>
<u>Gramíneas<sup>b</sup></u>	
<u>Andropogon gayanus</u>	621
<u>A. gayanus</u>	6053
<u>Brachiaria decumbens</u>	606
<u>Leguminosas<sup>c</sup></u>	
<u>Stylosanthes capitata</u>	1097
<u>S. capitata</u>	1342
<u>S. capitata</u>	1686
<u>S. capitata</u>	1693
<u>S. capitata</u>	1728
<u>S. capitata</u>	1943
<u>S. guianensis "tardío"</u>	1280
<u>S. guianensis "tardío"</u>	1283
<u>S. guianensis "tardío"</u>	1523
<u>S. macrocephala</u>	1582
<u>S. macrocephala</u>	2133
<u>S. leiocarpa</u>	2115

- a. Promedio de calificación a partir de la tercera evaluación.
- b. Seis gramíneas probadas (tres A. gayanus y tres Brachiaria spp.).
- c. Cuarenta y ocho leguminosas probadas (24 Stylosanthes spp., 5 Centrosema spp., 5 Desmodium spp., 10 Zornia spp., 3 Aeschynomene spp., y 1 Pueraria sp.).

Cuadro 5. Tasa de producción de materia seca (kg/ha por día) de gramíneas y leguminosas tropicales en ecosistema de sabanas bien drenadas (Llanos).

Localidad	Mínima precipitación		Máxima precipitación	
	Leguminosas	Gramíneas	Leguminosas	Gramíneas
<u>Colombia</u>				
Carimagua	6	23	39	35
Guayabal	2	2	21	2
El Paraíso	3	6	26	29
El Viento	2	4	7	10
<u>Venezuela</u>				
Atapirire	9	15	23	39
Promedio	4.4	10	23.2	23

Las muy bajas productividades de gramíneas en Guayabal podrían ser explicadas por una extrema pobreza de condiciones del suelo en cuanto a excesivo drenaje y baja capacidad de cationes cambiabiles.

Los datos de estos Ensayos Regionales B fueron analizados a través de localidades en forma combinada, usando la metodología descrita en el Manual para la Evaluación Agronómica, 1982, y el Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales de 1981.

La Figura 2 muestra que S. capitata CIAT 1693, 1342, 1315 y 1405 tuvieron, durante el período lluvioso, tasas medias de producción de MS diarias superiores a la media de todos los materiales comunes en los Ensayos Regionales B en este ecosistema. Durante el período de mínima precipitación, sobresalieron S. capitata 1315, 1342, 1728 y Zornia latifolia 728.

Durante la segunda reunión de la RIEPT quedó claro que las enfermedades que constituyeron amenaza para especies con potencial para este ecosistema son: antracnosis en el género Stylosanthes spp., sphaceloma en Zornia spp., y cercospora, rhizoctonia y bacteriosis en Centrosema spp. El salivazo, mión, o cigarrinha sigue siendo la principal amenaza de las gramíneas, especialmente del género Brachiaria.

Sabanas mal drenadas. De los dos Ensayos Regionales A en este ecosistema, sólo hay suficientes evaluaciones reportadas del ensayo en Orocué (Casanare, Colombia) para la condición de menor nivel de inundación (Cuadro 6). De las 11 gramíneas y 20 leguminosas evaluadas, sólo cuatro gramíneas y tres leguminosas mostraron una adaptación promedio igual o superior a buena.

ECOSISTEMA SABANA BIEN DRENADA ISOHIPERTERMICA

PERIODO DE MAXIMA PRECIPITACION

PERIODO DE MINIMA PRECIPITACION

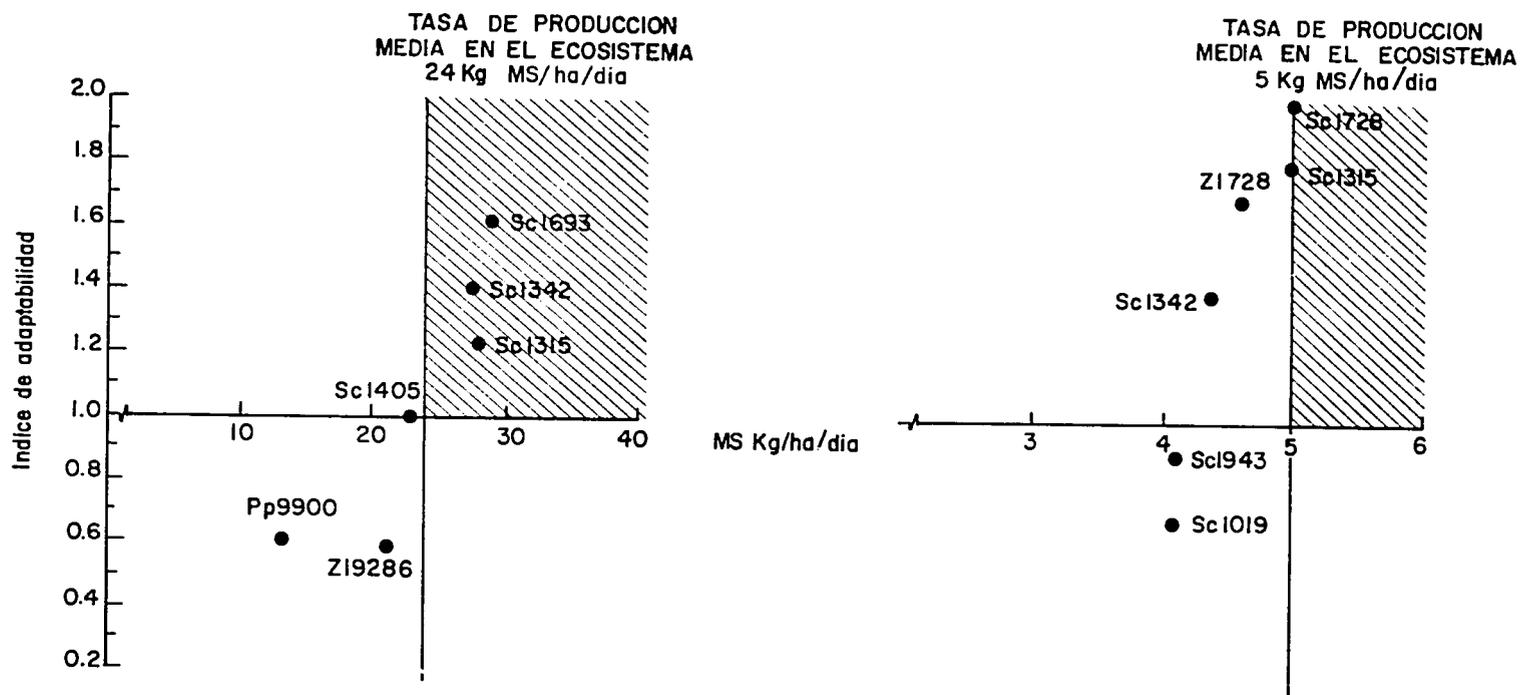


Figura 2. Tasa de producción e índice de adaptabilidad de gramíneas y leguminosas tropicales.

Cuadro 6. Ecotipos de gramíneas y leguminosas seleccionados por grado de adaptación promedio<sup>a</sup> igual o superior a bueno en condiciones de menor inundación de sabana mal drenada, en el Ensayo Regional A de Orocué (dos años de evaluación).

<u>Especies</u>	<u>No. CIAT</u>
<u>Gramíneas</u> <sup>b</sup>	
<u>Brachiaria brizantha</u>	665
<u>B. decumbens</u>	606
<u>B. humidicola</u>	679
<u>B. radicans</u>	6020
<u>Leguminosas</u> <sup>c</sup>	
<u>Aeschynomene sp.</u>	8057
<u>Desmodium gyroides</u>	3001
<u>D. ovalifolium</u>	350

- a. Promedio de calificación a partir de la tercera evaluación.
- b. Once gramíneas probadas (6 Brachiaria spp., 2 Echinochloa spp., 1 Hemarthria sp., 1 Andropogon sp y 1 Eriochloa sp.)
- c. Veinte leguminosas probadas (7 Aeschynomene spp., 6 Centrosema spp., 5 Desmodium spp., 1 Pueraria sp. y 1 Vigna sp.).

Debe aquí indicarse que las parcelas localizadas en condiciones de mayor saturación de agua e inundación se perdieron por dificultades en el establecimiento (inundación temprana) y/o falta de adaptación del germoplasma.

Dentro de este ecosistema, dos Ensayos Regionales B fueron establecidos en Orocué (Casanare, Colombia) (HIMAT/CIAT) y Mantecal (Apure, Venezuela) (FONAIAP) en las condiciones de "teso" o "banco" (área no inundable con aceptable drenaje). El germoplasma probado en esta condición provino de selecciones hechas en Carimagua para condiciones bien drenadas.

Los resultados del Ensayo Regional B de "banco" en Orocué se muestran en el Cuadro 7. Las tasas de crecimiento promedio en este ensayo para los mejores materiales es igual o superior, tanto en la época de lluvia como en la seca, a los registrados por ellos en la sabana bien drenada. Esto, y la coincidencia de especies y ecotipos

promisorios en Carimagua, muestra las posibles perspectivas que este germoplasma tendría en esta importante condición ("bancos") dentro de la sabana mal drenada.

Cuadro 7. Tasas de crecimiento (kg MS/ha por día) de mejores gramíneas y leguminosas en Ensayo Regional B en "banco" de sabana mal drenada de Orocué, Colombia.

Especies	Tasas de crecimiento	
	Máxima	Mínima
<u>Gramíneas</u>		
<u>Andropogon gayanus</u> CIAT 621	39	14
<u>Brachiaria decumbens</u> CIAT 606	33	7
<u>B. dictyoneura</u> CIAT 6133	36	10
<u>B. humidicola</u> CIAT 679	52	7
Promedio	40	9.5
<u>Leguminosas</u>		
<u>Pueraria phaseoloides</u> CIAT 9900	34	7
<u>Desmodium ovalifolium</u> CIAT 350	48	9
<u>Stylosanthes guianensis</u> "tardío" CIAT 1283	29	18
<u>S. capitata</u> CIAT 1315	28	6
<u>S. capitata</u> CIAT 1318	40	7
<u>S. capitata</u> CIAT 1342	29	5
<u>S. capitata</u> CIAT 1405	30	6
<u>S. capitata</u> CIAT 1441	26	6
<u>S. capitata</u> CIAT 1693	38	8
<u>S. capitata</u> CIAT 1728	28	4
<u>D. gyroides</u> CIAT 3001	48	5
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5065	25	7
<u>Centrosema</u> sp. CIAT 5112	42	7
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5184	28	10
Promedio	33.8	7.5

Bosques tropicales. Los dos ecosistemas mayores de bosque (lluvioso y semi-siempreverde estacional) dentro de la RIEPT cuentan con seis Ensayos Regionales A y 19 Ensayos Regionales B, que vienen reportando información. El Cuadro 8 presenta un resumen de las gramíneas que reportaron grado de adaptación promedio (pasado el establecimiento) igual o superior a "bueno" en los seis Ensayos Regionales A. Nótese el buen comportamiento del A. gayanus (especialmente CIAT 6054). El Cuadro 9, en igual forma, resume la lista de leguminosas que mostraron grado de adaptación superior. Sobresale el buen comportamiento de C. macrocarpum CIAT 5065, C. pubescens CIAT 438 y S. guianensis CIAT 136 y 184 en cinco de las seis localidades.

Cuadro 8. Gramíneas seleccionadas por grado de adaptación promedio igual o superior a bueno en los Ensayos Regionales A en los ecosistemas de bosques tropicales.

Germoplasma	Itabela,	Leticia, Colombia	Macagual	Nueva Guinea	Paragominas,	Pucallpa
	Bahía, Brasil CEPLAC		Colombia ICA	Nicaragua MIDINRA	Pará, Brasil CPATU	Perú IVITA
Gramíneas evaluadas (n)	6	42	39	3	9	11
Tiempo de evaluación (meses)	17	25	24	19	14	24
<u>Andropogon gayanus</u> CIAT 621	X <sup>a</sup>	X	X	- <sup>a</sup>	X	X
<u>A. gayanus</u> CIAT 6053	X	X	X	-	X	X
<u>A. gayanus</u> CIAT 6054	X	X	X	X	X	X
<u>Axonopus micay</u> CIAT 6050	-	-	X	-	-	-
<u>A. micay</u> (local)	-	X	-	-	-	-
<u>Brachiaria brizantha</u> CIAT 665	-	X	X	-	-	-
<u>B. brizantha</u> CIAT 667	-	X	X	-	-	-
<u>B. decumbens</u> CIAT 606	X	X <sup>a</sup>	X	-	X	-
<u>B. decumbens</u> CIAT 6130	-	0 <sup>a</sup>	X	-	0	-
<u>B. humidicola</u> CIAT 6013	-	X	X	-	-	-
<u>B. humidicola</u> (Local)	X	-	-	-	-	-
<u>B. ruziziensis</u> CIAT 654	-	0	X	-	-	-
<u>B. ruziziensis</u> CIAT 655	-	X	0	-	-	-
<u>B. ruziziensis</u> CIAT 656	-	0	X	-	-	-
<u>Panicum maximum</u> CIAT 604	-	0	X	-	X	X
<u>P. maximum</u> CIAT 622	-	0	X	-	X	X
<u>P. maximum</u> CIAT 673	-	X	0	-	X	X
<u>P. maximum</u> CIAT 679	-	0	X	-	X	X
<u>P. maximum</u> (local)	-	-	-	X	-	-
<u>Paspalum conjugatum</u> (local)	-	X	0	-	-	-
<u>P. plicatulum</u> CIAT 600	-	X	X	-	-	X
<u>P. plicatulum</u> CIAT 6046	-	X	0	-	-	-
<u>Setaria anceps</u> CIAT 6187	-	X	X	-	-	-
<u>Tripsacum andersonii</u> CIAT 6051	-	X	X	-	-	-

a. X = seleccionado; 0 = no seleccionado; - = no incluido en la prueba.

Cuadro 9. Leguminosas seleccionadas por grado de adaptación promedio igual o superior a bueno en los Ensayos Regionales A en los ecosistemas de bosques tropicales.

Germoplasma	Itabela, Bahía, Brasil CEPLAC	Leticia, Colombia	Macagual Colombia ICA	Nueva Guinea Nicaragua MIDINRA	Paragominas, Pará, Brasil CPATU	Pucallpa Perú IVITA
Leguminosas evaluadas (n)	45	82	68	34	65	62
Tiempo de evaluación (meses)	17	25	24	19	14	24
<u>Aeschynomene americana</u> CIAT 9291	0 <sup>a</sup>	0	0	0	X <sup>a</sup>	0
<u>A. brasiliana</u> CIAT 9681	0	0	0	- <sup>a</sup>	X	-
<u>A. histrix</u> CIAT 9666	0	0	X	0	X	0
<u>A. histrix</u> CIAT 9690	0	X	X	0	X	0
<u>A. mollicula</u> CIAT 3179	0	0	X	-	X	0
<u>A. paniculata</u> CIAT 9665	0	0	X	0	X	X
<u>Calopogonium mucunoides</u> CIAT 9161	X	0	0	-	X	X
<u>C. mucunoides</u> (local)	-	0	0	-	X	0
<u>Canavalia</u> sp. CIAT 9892	-	0	-	-	-	X
<u>Centrosema brasilianum</u> CIAT 491	X	-	-	-	X	-
<u>C. brasilianum</u> CIAT 494	-	X	X	-	X	-
<u>C. brasilianum</u> (local)	-	-	X	-	-	-
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5180	X	0	0	-	X	0
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5234	X	0	X	-	X	X
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5065	X	X	X	-	X	X
<u>C. pubescens</u> CIAT 438	X	0	X	X	X	X
<u>C. pubescens</u> CIAT 5126	-	0	X	-	X	X
<u>C. pubescens</u> (local)	-	0	-	X	-	X

(Continúa)

Cuadro 9. (Continuación)

Germoplasma	Itabela, Bahía, Brasil CEPLAC	Leticia, Colombia	Macagual Colombia ICA	Nueva Guinea Nicaragua MIDINRA	Paragominas, Pará, Brasil CPATU	Pucallpa Perú IVITA
<u>C. pubescens</u> CIAT 5189	-	0	-	-	X	-
<u>C. pascuorum</u> CIAT 5171	X	0	0	0	X	0
<u>C. pascuorum</u> CIAT 5230	X	0	0	-	X	0
<u>C. schiedeanum</u> CIAT 5066	X	X	0	-	X	-
<u>Centrosema</u> sp. CIAT 5112	-	X	X	-	X	X
<u>Centrosema</u> sp. CIAT 5118	X	X	X	-	X	-
<u>Centrosema</u> sp. (local)	-	-	-	-	X	-
<u>Desmodium canum</u> CIAT 3522	X	0	0	0	X	-
<u>D. gyroides</u> CIAT 3001	-	X	C	C	X	X
<u>D. heterophyllum</u> CIAT 349	-	X	X	0	X	X
<u>D. heterophyllum</u> CIAT 3782	-	X	0	-	0	0
<u>D. heterophyllum</u> CIAT 3791	0	-	-	-	X	-
<u>D. heterocarpon</u> CIAT 365	0	0	0	0	X	X
<u>D. ovalifolium</u> CIAT 350	0	X	X	-	X	X
<u>D. ovalifolium</u> CIAT 3673	0	X	X	-	X	0
<u>Desmodium</u> sp. CIAT 3490	X	0	0	0	X	0
<u>Galactia striata</u> CIAT 964	0	0	X	-	-	0
<u>Glycine wightii</u> (local)	X	-	-	-	-	-
<u>Leucaena leucocephala</u> (local)	X	-	-	0	-	-
<u>Macroptilium atropurpureum</u> CIAT 4048	-	0	0	0	X	0
<u>Pueraria phaseoloides</u> CIAT 7182	-	0	-	-	-	X

(Continúa)

Cuadro 9. (Continuación)

Germoplasma	Itabela, Bahía, Brasil CEPLAC	Leticia, Colombia	Macagual Colombia ICA	Nueva Guinea Nicaragua MIDINRA	Paragominas, Pará, Brasil CPATU	Pucallpa Perú IVITA
<u>P. phaseoloides</u> CIAT 9900	-	0	X	-	X	0
<u>Stylosanthes capitata</u> CIAT 1019	-	0	X	0	X	X
<u>S. capitata</u> CIAT 1097	-	0	X	0	X	0
<u>S. capitata</u> CIAT 1315	-	0	X	0	X	X
<u>S. capitata</u> CIAT 1405	-	0	X	0	X	0
<u>S. capitata</u> CIAT 1078	-	0	0	-	X	0
<u>S. guianensis</u> CIAT 136	-	X	X	0	X	X
<u>S. guianensis</u> CIAT 184	-	X	X	X	X	X
<u>S. guianensis</u> CIAT 1175	X	X	X	0	X	-
<u>S. guianensis</u> "tardío" CIAT 1280	X	-	X	-	X	-
<u>S. guianensis</u> "tardío" CIAT 1283	-	0	X	-	X	0
<u>S. hamata</u> CIAT 147	-	0	0	0	X	0
<u>S. leiocarpa</u> CIAT 1087	0	0	0	-	X	-
<u>S. macrocephala</u> CIAT 1281	X	0	-	-	X	0
<u>S. scabra</u> CIAT 1009	0	0	X	0	0	-
<u>Zornia brasiliensis</u> CIAT 7485	0	0	-	-	X	-
<u>Z. brasiliensis</u> CIAT 9472	-	0	-	-	X	-
<u>Z. latifolia</u> CIAT 728	-	X	0	0	X	0
<u>Z. latifolia</u> CIAT 9179	-	X	-	0	X	X
<u>Z. latifolia</u> CIAT 9199	0	X	X	-	X	-
<u>Zornia</u> sp. CIAT 935	X	0	0	-	X	0
<u>Zornia</u> sp. CIAT 7475	X	0	0	-	0	X
<u>Zornia</u> sp. CIAT 9616	0	0	0	-	0	X
<u>Zornia</u> sp. CIAT 9648	0	0	-	0	X	X
<u>Zornia</u> sp. (local)	-	0	-	-	-	X

a. seleccionado; 0 = no seleccionado; - = no incluido en la prueba.

Igualmente, debe hacerse notar el alto número de materiales con buen comportamiento, en comparación con los resultados de Ensayos Regionales A en sabanas.

Las tasas de producción de MS (kg/ha por día) para todas las gramíneas y leguminosas evaluadas en los Ensayos Regionales B en los dos ecosistemas de bosque se presentan en el Cuadro 10. En forma general, existe una buena consistencia entre la productividad observada entre sitios, con excepción de las producciones más bajas observadas en Tarapoto, Perú (precipitación anual mucho menor a 1250 mm).

Cuadro 10. Tasa de producción de materia seca (kg/ha por día) de gramíneas y leguminosas en ecosistema de bosques tropicales.

Localidad	Mínima precipitación		Máxima precipitación	
	Leguminosas	Gramíneas	Leguminosas	Gramíneas
<u>Bolivia</u>				
Valle del Sacta	25	21	46	114
<u>Brasil</u>				
Barrolandia	13	32	22	73
<u>Colombia</u>				
Quilichao	28	77	29	93
Caucasia	22	24	39	68
<u>Ecuador</u>				
El Puyo	55	94	46	104
El Napo	56	128	49	84
<u>Perú</u>				
Tarapoto - Coperholta	9	19	15	24
Tarapoto - Porvenir	6	10	8	14
Tarapoto - ESEP	25	35	15	73
Yurimaguas	13	39	18	43
<u>Venezuela</u>				
Guachi	21	73	35	110
Promedio	24.8	50.2	29.3	72.7

La producción media diaria de las gramíneas en el período de mínima precipitación fue 69% comparada con la del período de máxima precipitación. Las leguminosas durante el período de mínima precipitación produjeron 85% de lo que produjeron en la época de máxima precipitación. Debe hacerse notar la mayor producción observada en gramíneas y leguminosas en el Ensayo conducido por INIAP en el Napo, Ecuador, durante el período de mínima precipitación; al igual que en El Puyo, Ecuador (ESPOCH) para las leguminosas. Esto puede ser explicado por una excesiva precipitación y cobertura de nubes durante el período de máxima precipitación y condiciones de balance de agua y mayor radiación durante el período de mínima precipitación.

Los datos muestran que las leguminosas en este ecosistema tuvieron tasas de crecimiento entre 40% (máxima precipitación) y 50% (mínima precipitación) de las observadas en gramíneas. Esto contrasta con lo observado en las leguminosas en sabanas, las cuales fueron menores en la época seca.

El análisis combinado realizado con base en estos Ensayos Regionales B, incluyendo la información de los dos ecosistemas de bosque (lluvioso y estacional), muestra para el período de máxima precipitación, que los ecotipos de Zornia latifolia 728, D. gyroides CIAT 3001, D. ovalifolium CIAT 350 y S. guianensis CIAT 136 fueron superiores al promedio del comportamiento de todos los ecotipos en el ecosistema (Figura 3). Al caer éstos en el campo sombreado (derecho superior) muestran también capacidad de respuesta a mejores condiciones de la localidad (fertilidad del suelo, menos problemas fitosanitarios, manejo, etc.). En forma similar, durante el período de mínima precipitación Z. latifolia CIAT 728, S. guianensis CIAT 136 y 184 y D. ovalifolium CIAT 350 se mostraron superiores al promedio del ecosistema, mostrando sólo los tres primeros superiores al promedio de capacidad de respuesta a mejoras en condiciones de la localidad.

Durante la reunión de la RIEPT se hizo claro el elevado interés de los participantes por este ecosistema. Todos los seis Ensayos Regionales A y 14 de los 19 con información participaron en este evento.

Entre la problemática de las pasturas comúnmente reportada para este ecosistema, deben mencionarse la degradación o pérdida de productividad de las pasturas, invasión de malezas y la falta de alternativas de germoplasma adaptado que constituya pasturas productivas y persistentes.

En cuanto a plagas, el salivazo, mión, o cigarrinha es el problema grave en todo el ecosistema. Este problema es de tal magnitud, que se recomendó que la RIEPT deberá enfatizar la búsqueda de alternativas tolerantes para reemplazar y diversificar las pasturas.

Las enfermedades en este ecosistema no parecen ser de gravedad. Las más comunes fueron rhizoctonia en Centrosema spp. y Macroptilium spp. La antracnosis ha estado presente en Stylosanthes spp. por más de 15 años, sin embargo, dichos materiales no muestran daños de gravedad.

BOSQUE TROPICAL LLUVIOSO Y SEMI-SIEMPRE VERDE ESTACIONAL

PERIODO DE MAXIMA PRECIPITACION

PERIODO DE MINIMA PRECIPITACION

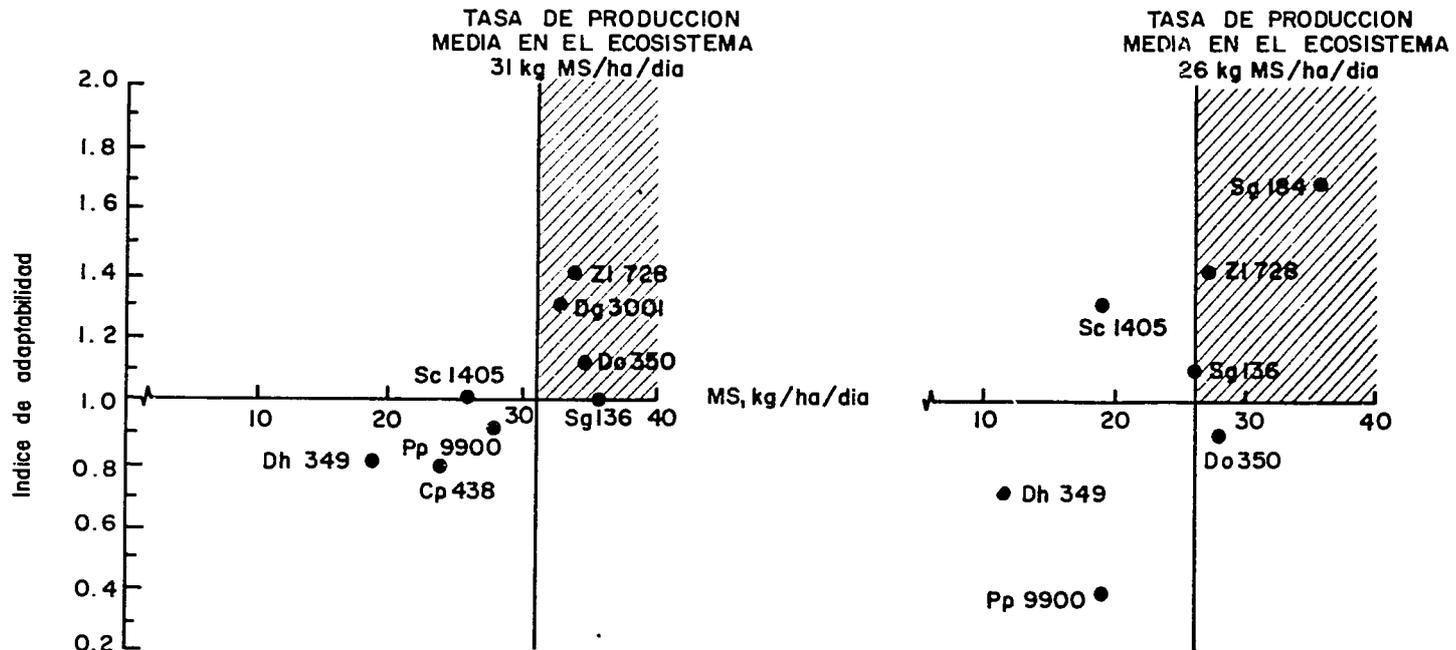


Figura 3. Tasa de producción e índice de adaptabilidad de gramíneas y leguminosas tropicales. (Area sombreada: ecotipos superiores al promedio de tasa de producción del ecosistema con respuesta a condiciones superiores de la localidad.)

# Fitopatología

## Introducción

Los principales objetivos de la sección de fitopatología durante el año 1982 fueron: seleccionar todo el germoplasma por resistencia a enfermedades en los principales sitios de evaluación y en las localidades de ensayos regionales en cada ecosistema; detectar, identificar y estudiar enfermedades del germoplasma forrajero en evaluación; evaluar y desarrollar medidas de control de enfermedades en especies forrajeras promisorias.

## Reconocimiento de Enfermedades

Se actualizó la distribución de enfermedades de plantas forrajeras con respecto al ecosistema (Cuadro 1). En dicho cuadro se pueden apreciar además los resultados de las evaluaciones realizadas en los principales sitios de selección y en los ensayos regionales. Sólo una nueva enfermedad fue detectada: el nematodo de las agallas del tallo sobre Desmodium ovalifolium en las sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Llanos). La distribución del nematodo del nudo de la raíz fue ampliada con base en detecciones realizadas en los ecosistemas de sabana y de bosque.

## Estudios Generales

### Enfermedades de Stylosanthes spp.

Durante el año 1982 continuaron los diferentes estudios básicos y se iniciaron nuevas investigaciones sobre antracnosis, la enfermedad más devastadora de Stylosanthes spp.

Variación patogénica entre aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides que afectan Stylosanthes spp. Hasta el momento, más de 400 aislamientos provenientes de Colombia, Perú, Brasil, Venezuela, Australia, Africa y Tailandia han sido evaluados. Se estudiaron prioritariamente los aislamientos provenientes de S. capitata y de S. guianensis. Los aislamientos fueron globalmente clasificados en ocho grupos según sus reacciones en las diferentes especies (Cuadro 2). Estos grupos difieren también en su distribución en las regiones tropicales de América Latina según el reparto natural respectivo de las especies de Stylosanthes afectadas (Cuadro 3).

Investigaciones específicas sobre varios grupos de patógenos están siendo adelantadas. El examen de las reacciones en el mismo hospedante de aislamientos de S. guianensis y de S. capitata de floración tardía mostró que sólo algunos aislamientos de ésta última eran patogénicos a ambas especies, por lo cual se clasificaron en el grupo No. 7 (Cuadro 4). Por el contrario, ningún aislamiento de S. guianensis afectó la especie S. capitata de Bahía.

Cuadro 1. Distribución de enfermedades de forrajes en diferentes ecosistemas--resumen.

Enfermedades en forrajes	Ecosistema <sup>a</sup>						
	Sabana tropical isohipertérmica (Llanos) (9)	Sabana tropical isohipertérmica (Llanos) Carimagua, Colombia	Sabana tropical isotérmica (Cerrado) (4)	Sabana tropical isotérmica (Cerrado) Brasilia, Brasil	Sabana tropical, mal drenada (2)	Bosque lluvioso tropical (22)	Bosque lluvioso tropical sub-montano estacional Quilichao
1. Antracnosis	+	+	+	+	+	+	+
2. Mancha foliar por Cercospora-Gramíneas	+	+	+	+	+	+	+
3. Mancha foliar por Cercospora-Leguminosas	+	+	+	+	+	+	+
4. Nematodo del nudo de la raíz	+	+	+ <sup>a</sup>			+	
5. Añublo	+	+	+			+	
6. Costra por Sphaceloma	+	+	+	+		+	
7. Carbón - Tilletia	+	+	+	+		+	+
8. Carbón - Urocystis			+ <sup>a</sup>			+	+
9. Mancha foliar por Camptomeris		+				+	+
10. Roya - Uromyces	+		+	+		+	+
11. Roya - Puccinia						+	+
12. Falsa roya		+	+	+		+	
13. Rhizoctonia solani	+	+	+ <sup>a</sup>	+		+	+
14. Mancha foliar por Rhynchosporium	+	+			+	+	+
15. Mancha foliar por Drechslera - Leguminosas	+ <sup>b</sup>	+	+	+	+	+	+
16. Mancha foliar por Drechslera - Gramíneas	+	+	+	+	+	+	+
17. Hoja pequeña o filodío	+	+	+	+	+		
18. Cornuzuelo		+	+ <sup>a</sup>	+		+ <sup>z</sup>	+
19. Añublo de inflorescencias por Giberella			+ <sup>a</sup>			+ <sup>a</sup>	+
20. Añublo de inflorescencias por Botrytis						+ <sup>a</sup>	
21. Moho negro			+	+			
22. Mildew polvoso	+	+	+	+		+	+
23. Moho limoso	+	+				+	+
24. Bacteriosis	+	+				+	+
25. Añublo bacteriano de la vaina		+				+	+
26. Chancro por Botryosphaeria		+				+	+
27. Macrophomina phaseolina		+				+	
28. Punta loca	+	+				+	
29. Añublo de inflorescencias por Cerebella		+				+	+
30. Virosis	+	+				+ <sup>a</sup>	
31. Añublo de inflorescencias por Rhizopus	+	+	+	+		+	+
32. Mancha negra		+					
33. Marchitez bacteriana		+					
34. Mancha foliar por Alternaria	+	+					+
35. Nematodo de las agallas del tallo	+	+					

a. Las cifras entre paréntesis bajo cada ecosistema indican el número de sitios muestreados.  
b. Sólo en un sitio.

Cuadro 2. Reacción de Stylosanthes spp. a aislamientos de Colletotrichum gloesporioides.

	Grupos de aislamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	SGC <sup>b</sup>	SGT	SGT	SC SS	SC SH	SCB	SCB SG	SC
<u>S. guianensis</u> "común"	+	-	+	-	-	-	+	+
<u>S. guianensis</u> "tardío"	-	+	+	-	-	-	-	-
<u>S. capitata</u>	-	-	-	+	+	-	-	+
<u>S. capitata</u> Bahía <sup>a</sup>	-	-	-	+	+	+	+	+
<u>S. scabra</u>	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>S. hamata</u>	-	-	-	-	+	-	-	-

a. Accesiones con floración tardía provenientes de Bahía (Brasil).

b. Hospedante: SGC = S. guianensis "común"; SGT = S. guianensis "tardío"; SC = S. capitata,  
 SS = S. scabra; SH = S. hamata; SCB = S. capitata (proveniente de Bahía);  
 SG = S. guianensis.

Cuadro 3. Distribución de los grupos de aislamientos en América del Sur tropical.

Grupos de aislamientos	Distribución			
	Colombia	Brasil	Peru	Venezuela
1	+	+	+	+
2	-	+	-	+
3	+	+	-	-
4	-	+	-	-
5	-	+	-	-
6	+	-	-	-
7	+	-	+	-
8	-	+	-	+

+ = presencia.  
- = ausencia.

Todos los aislamientos colombianos de S. guianensis pueden ser clasificados en los grupos 1 y 3. La mayoría de los aislamientos provenientes de los tipos "comunes" fueron patogénicos solamente a este tipo de plantas. Por el contrario, gran parte de los aislamientos de los tipos "tardíos" fueron patogénicos tanto en los tipos "comunes" como en los "tardíos" (Cuadro 5). Se descubrieron, además, patógenos excepcionales tales como el I 1507 proveniente de un "tardío" y que fue patogénico solo a los tipos "comunes". Por el contrario, el I 1404 aislado en un "común" fue patógeno a ambos tipos. El I 1404 se distinguió también por sus reacciones diferenciales en las accesiones CIAT 1280 y 1283, provenientes ambas de la región de Maranhao (Brasil). Es importante notar que las accesiones CIAT 10136 y CIAT 1275 no fueron afectadas por ninguno de los patógenos aislados. Aislamientos de S. guianensis provenientes de Brasil fueron comparados con aislamientos colombianos (Cuadro 6). Como en los grupos 1 y 3, ciertos aislamientos de "tardíos" brasileños, tales como el I 2245, fueron patogénicos sólo a los tipos "tardíos" por lo cual se clasificaron en el grupo 2. Este grupo sólo ha sido identificado hasta ahora en Brasil. Se debe notar además, que el aislamiento I 2245 fué patogénico al CIAT 10136. S. guianensis "común" CIAT 1275 fue también resistente a todos los patógenos brasileños, y por ende, presenta grandes aptitudes para futuros programas de cruzamientos. Los aislamientos de S. capitata y S. guianensis provenientes de Venezuela fueron también comparados con los de Colombia y Brasil. Los aislamientos venezolanos presentaron generalmente una baja patogenicidad (Cuadro 7).

Se estudiaron también patógenos obtenidos en Australia, Africa y Tailandia. Estos aislamientos afectaron solamente a S. guianensis "común" (grupo 1) y fueron menos patogénicos que los aislamientos emparentados de las regiones tropicales de América Latina (Cuadro 8).

Cuadro 4. Reacción de accesiones de Stylosanthes spp. a aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides de S. guianensis y S. capitata de floración tardía.

No. CIAT	Especies de <u>Stylosanthes</u>	Reacción <sup>a</sup>									
		I 1493, C. Colombia	I 136 Q, Colombia	I 2393 Q, Colombia	I 184 Q, Colombia	I 1078 C, Colombia	I 2404 C, Colombia	I 2521 Q, Colombia	I 184 Pucallpa, Perú	I 1097 Pucallpa, Perú	I 1019, Brasil
1019	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
1097	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	2.7	1	1	1	1.7	2
1078	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1405	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.7
147	<u>S. hamata</u>	1	1	1	1	1	1	1.3	1	1	1.3
136	<u>S. guianensis</u>	4.7	4	4	4.3	4	4.7	2	4.7	5	1.7
184	<u>S. guianensis</u>	5	2	4	4	4	1	2	5	2	1.3
1280	<u>S. guianensis</u>	2.3	1	1	1.3	1	1	1.3	1	1	1
1283	<u>S. guianensis</u>	5	1	1.7	3	1.7	2	1	2.3	2.3	1
FITZROY	<u>S. scabra</u>	1	1	1	1	1.3	1	1	1	1	1.3

a. 1 = ninguna reacción; 5 = muerte de la planta.

Cuadro 5. Reacción de accesiones de *Stylosanthes guianensis* a aislamientos de *Colletotrichum gloesporioides* provenientes de los tipos "tardíos" y "comunes" de Colombia.

No. CIAT	Especies	Reacción <sup>a</sup>							
		Aislamientos de "tardíos"				Aislamientos de "comunes"			
		I 1493	I 1246	I 2191	I 1507	I 136	I 1151	I 1128	I 1404
<b>"Tardíos"</b>									
1280	<u>S. guianensis</u>	3.3	4	3.7	1.3	1	1	1	1
1283	<u>S. guianensis</u>	4	4.7	4.3	1	1	1.7	1.3	4
1493	<u>S. guianensis</u>	4.7	3.7	5	1	1	1.3	1.3	3.7
2243	<u>S. guianensis</u>	1.3	1.7	1.3	1	1	1	1	1.7
10136	<u>S. guianensis</u>	1	1	1	1	1	1	1	1
2031	<u>S. guianensis</u>	1.7	1.3	1.7	1	1	1	1	1.3
<b>"Comunes"</b>									
136	<u>S. guianensis</u>	4	3.7	4	3.3	4.7	4	5	4
184	<u>S. guianensis</u>	3	3	2.7	3.7	3.7	4	4.3	3.7
1003	<u>S. guianensis</u>	4.7	3.7	4	4	4	3.3	3.7	3
1875	<u>S. guianensis</u>	3	3.7	3.3	4	4	4	4	4
1275	<u>S. guianensis</u>	1	1	1	1	1	1	1	1

a. 1 = ninguna reacción; 5 = muerte de la planta.

Cuadro 6. Reacción de accesiones de Stylosanthes guianensis a aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides provenientes de tipos "tardíos" y "comunes" de Colombia y Brasil.

No. CIAT	Especies	Reacción <sup>a</sup>									
		Aislamientos de "tardíos"						Aislamientos de "comunes"			
		Brasil			Colombia			Brasil		Colombia	
I 1533	I 2245	IN	I 1493	I 2046	I 1507	I END.	I 1975	I 136	I 1404		
<b>"Tardíos"</b>											
1280	<u>S. guianensis</u>	3.7	5	2.3	3.3	4	1.3	1	1.7	1	1
1283	<u>S. guianensis</u>	4.0	4.3	4.3	4	4.7	1	1	1	1	4
1493	<u>S. guianensis</u>	4.3	4.7	4	4.7	3.7	1	1	1.7	1	3.7
2243	<u>S. guianensis</u>	1.7	3.3	3.3	1.3	1.7	1	1	1	1	1.7
10136	<u>S. guianensis</u>	1	3.3	1	1	1	1	1	1	1	1
2031	<u>S. guianensis</u>	1	4	1	1.7	1.3	1	1	1	1	1.3
<b>"Comunes"</b>											
136	<u>S. guianensis</u>	2	1.7	2.7	4	3.7	3.3	4	4	4.7	4
184	<u>S. guianensis</u>	2	1	2.3	3	3	3.7	3	3	3.7	3.7
1003	<u>S. guianensis</u>	2.3	1.3	3	4.7	3.7	4	4	3.7	4	3
1875	<u>S. guianensis</u>	2.7	1.3	3	3	3.7	4	4	2.7	4	4
1275	<u>S. guianensis</u>	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

a. 1 = ninguna reacción; 5 = muerte de la planta.

Cuadro 7. Reacción de accesiones de Stylosanthes spp. a aislamientos de Colletotrichum gloesporioides provenientes de El Tigre (Venezuela).

No. CIAT	Especies de <u>Stylosanthes</u>	Reacción <sup>a</sup>							
		I 1019 Ven.	I 1045 Ven.	I 1342 Ven.	I 1691 Ven.	I 1493 Ven.	I 1019 Bras.	I 1493 Col.	I 136 Col.
1019	<u>S. capitata</u>	2	1	2	1	1	4	1	1
1342	<u>S. capitata</u>	1.3	1	1	1	1	3.3	1	1
1405	<u>S. capitata</u>	2	1	1	1	1	4.3	1	1
1691	<u>S. capitata</u>	1	1	2	1.3	1	3	1	1
1097	<u>S. capitata</u>	1	1.3	1	1	1	2.3	1	1
1280	<u>S. guianensis</u> T	1	1	1	1	1	1	2.3	1
1283	<u>S. guianensis</u> T	1	1	1	1.3	2.3	1	4.7	1
1493	<u>S. guianensis</u> T	1	1	1	1	2.7	1	5	1
136	<u>S. guianensis</u>	1.7	1.7	2	1.7	2	2	4.3	4
1047	<u>S. viscosa</u>	1	1	1	1	1	1	1	1
1074	<u>S. scabra</u>	1	1	1	1	1	1.3	1	1

a. 1 = ninguna reacción; 5 = muerte de la planta.

Cuadro 8. Reacción de accesiones de Stylosanthes spp. a aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides provenientes de Australia, Tailandia, Africa, Brasil, Colombia y Perú.

		Aislamiento <sup>a</sup>										
		I 21423	I 21938	I 184	I Schofield	I 136	I 1493	I 1019	I 1078	I 313	I Verano	I Paterson
		Aus	Aus	P	B	C	C	B	C	Af.	T	T
1019	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	3.3	1	1	4	2.7
1315	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	2.7	1	1	1	2.3
1097	<u>S. capitata</u>	1	1	1	1	1	1	2	3.3	1.3	1	1
136	<u>S. guianensis</u>	1	2	4	4	5	4	3	3	1.7	2.3	1
184	<u>S. guianensis</u>	1.3	1	5	3.7	3	2	2.3	2.3	1.3	1.7	1
Cook*	<u>S. guianensis</u>	3	2.7	1	3.7	1.7	1	3.7	1	2.3	1	1
End*	<u>S. guianensis</u>	4.7	4.3	5	5	4.7	5	5	3.7	5	2.7	1
Grah*	<u>S. guianensis</u>	1.3	1.7	2	2.7	2	3	2.7	1	1	1	1
1283	<u>S. guianensis</u> T	1.3	1	2	1	1	5	2.3	1	1	1	1
147	<u>S. hamata</u>	1	1.3	2.3	2	2.7	1	3.3	1	1	1	1.7
1047	<u>S. scabra</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.7	1.3
1074A	<u>S. viscosa</u>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	1

a. Aus = Australia; B = Brasil; Af = Africa; P = Perú; C = Colombia; T = Tailandia

\* Cultivares comerciales australianos Cook, Endeavor, Graham.

Los dos patógenos tailandeses fueron patogénicos a S. capitata, particularmente al tipo I Verano.

S. macrocephala fue incluida en varios estudios de variación patogénica. No obstante, todavía no se encontraron aislamientos patogénicos a las accesiones de esta especie.

Infección latente. Esta ocurre cuando un patógeno invade un hospedante pero permanece inactivo hasta que cambios fisiológicos permiten el desarrollo de la infección. Las especies de Colletotrichum causan infecciones latentes en muchos frutales, sojas, frijoles y gramíneas.

La infección latente causada por C. gloeosporioides en S. guianensis fue detectada por primera vez en 1982 en Pucallpa (Perú). La frecuencia de este fenómeno fue desde entonces periódicamente medida en las plántulas de diversas especies de Stylosanthes que reaccionan negativamente en estudios de variación patogénica. Se encontró que en dichas especies la ocurrencia de infecciones latentes era muy alta (Cuadro 9).

Estos resultados no sólo ponen en duda la interpretación de los estudios de variación patogénica y la validez de las investigaciones de resistencia con plántulas, sino que también subrayan la necesidad de más información sobre la infección latente. La tasa y extensión del desarrollo de la infección latente fueron evaluadas en tallos jóvenes de varias accesiones de S. guianensis con diferentes reacciones a antracnosis en el campo (Cuadro 10). Las accesiones más susceptibles (reacciones 4 y 5) desarrollaron más extensa y rápidamente la infección latente que las accesiones menos susceptibles (reacciones 2 y 3).

Cuadro 9. Ocurrencia de infecciones latentes de Colletotrichum gloeosporioides en plántulas de Stylosanthes spp.

Accesión No.	Especie	Frecuencia (%)
1097	<u>S. capitata</u>	100
1078	<u>S. capitata</u>	64
2310	<u>S. capitata</u>	100
2393	<u>S. capitata</u>	100
1019	<u>S. capitata</u>	45
1315	<u>S. capitata</u>	68
1693	<u>S. capitata</u>	100
2252	<u>S. capitata</u>	100
1281	<u>S. macrocephala</u>	15
136	<u>S. guianensis</u>	73
1283	<u>S. guianensis</u> T	57

Cuadro 10. Desarrollo de la infección latente causada por Colletotrichum gloeosporioides en tallos de accesiones de Stylosanthes guianensis con diferentes reacciones a antracnosis en el campo.

Reacción en el campo de una accesión conocida	Tiempo (horas)			
	24	48	72	120
1	0.5	1.1	1.9	3.0
2	0.3	0.6	0.9	1.6
3	0.5	0.7	1.4	2.4
4	0.8	1.3	2.0	3.0
5	0.3	0.9	1.5	2.8

\* Escala: 0 = ninguna infección; 4 = ennegrecimiento extenso del tallo.

Asimismo, las accesiones más resistentes (reacción 1) mostraron también un amplio desarrollo de la infección latente. Muchas de estas accesiones eran del tipo "tardío" con tallos muy pilosos, en la base de los cuales se inicia la infección latente. Por eso, el nivel de resistencia en el campo no puede ser considerado como el único factor que afecta el desarrollo de la infección latente. La morfología de la planta parece influir también en este proceso.

La tasa y extensión del desarrollo de la infección latente fueron evaluadas en tallos de varias edades de accesiones de S. guianensis (Cuadro 11). Las infecciones latentes se desarrollaron más rápida y extensamente en los tallos y en los pedúnculos más viejos. Estos resultados corroboran antiguas observaciones sobre el desarrollo de la infección latente y su relación con la floración y la senescencia de la planta.

Para poder precisar la influencia de la infección latente de antracnosis en Stylosanthes, es indispensable determinar cuáles son las condiciones que favorecen su desarrollo. Aunque la ocurrencia en ecosistemas de bosque (Pucallpa, Perú) de infecciones latentes en S. guianensis es alta, la ausencia de antracnosis sugiere que las condiciones ambientales favorables pueden influir en la ausencia de síntomas de infecciones latentes. Asimismo, esto implica que el estrés ambiental común en los ecosistemas de sabana, en los cuales la antracnosis es una enfermedad perjudicial, juegan cierto papel en el desarrollo de la infección latente. Se iniciaron estudios colaborativos a fin de determinar el efecto de estreses tales como la sequía, la temperatura, luminosidad reducida, nutrientes, etc. en el desarrollo de la infección latente en las especies de Stylosanthes.

Cuadro 11. Desarrollo de la infección latente causada por Colletotrichum gloeosporioides en tallos de varias edades de accesiones de Stylosanthes guianensis.

Accesión No.	Edad del tallo	Evaluación de la infección latente*				
		24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
136	Joven	0	0	1.0	1.3	1.7
	Interm.	0	0.3	1.0	1.7	2.3
	Inflor.	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	Viejo	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1875	Joven	0	1.0	1.0	1.7	2.0
	Interm.	0	1.0	1.3	1.7	2.3
	Inflor.	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	Viejo	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1599	Joven	0	1.0	2.0	2.3	3.0
	Interm.	0	1.0	1.7	2.7	3.3
	Inflor.	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	Viejo	3.0	3.7	4.0	4.0	4.0

\* Escala: 0 = ninguna infección; 4 = ennegrecimiento extenso del tallo.

Determinación de fenoles en Stylosanthes guianensis. En 1982 se prosiguió la investigación sobre la presencia de fenoles en S. guianensis y su relación con la resistencia a antracnosis. El porcentaje de ácido tánico de 122 accesiones varió en el rango de 0.85 a 4.47. Los resultados fueron ordenados según la reacción de la planta adulta a antracnosis en varias localidades (Carimagua, Quilichao y CPAC). Se tuvo en cuenta además la reacción de las plántulas a ataques de C. gloeosporioides I 1493 en invernadero (Cuadro 12). Los resultados de las selecciones realizadas en Carimagua y en invernadero sugieren que puede existir una relación entre las accesiones que poseen altos niveles de fenoles y la resistencia a antracnosis. Sin embargo, dicha relación no ha sido encontrada ni en el CPAC, ni en Quilichao, siendo más susceptibles las accesiones con los mayores niveles de ácido tánico. En estas dos últimas localidades, los factores climáticos y los estreses del suelo podrían jugar un papel importante en la susceptibilidad de las plantas a antracnosis.

Se realizaron también varios ensayos a fin de determinar el efecto de extractos de ácido tánico de varias accesiones de S. guianensis, de D. ovalifolium CIAT 350, y de soluciones de compuestos fenólicos comerciales sobre el crecimiento in vitro de aislamientos de C. gloeosporioides. Como se puede apreciar en la Figura 1, los extractos de S. guianensis "tardío" CIAT 2191 y de D. ovalifolium CIAT 350 y el

Cuadro 12. Porcentaje de ácido tánico en accesiones de Stylosanthes guianensis "tardío" agrupadas de acuerdo a su reacción a la antracnosis en tres localidades y en invernadero.

Localidad	No. de muestras	Reacción a antracnosis <sup>a</sup>				
		1	2	3	4	5
Invernadero	42	2.14	2.23	1.74	1.60	1.25
Carimagua	88	2.65	2.22	2.35	2.09	1.66
Quilichao	48	1.99	1.79	1.88	2.36	1.65
CPAC	58	1.84	1.75	1.91	1.74	

a. Reacción a Colletotrichum gloeosporioides I 1493 de Carimagua.

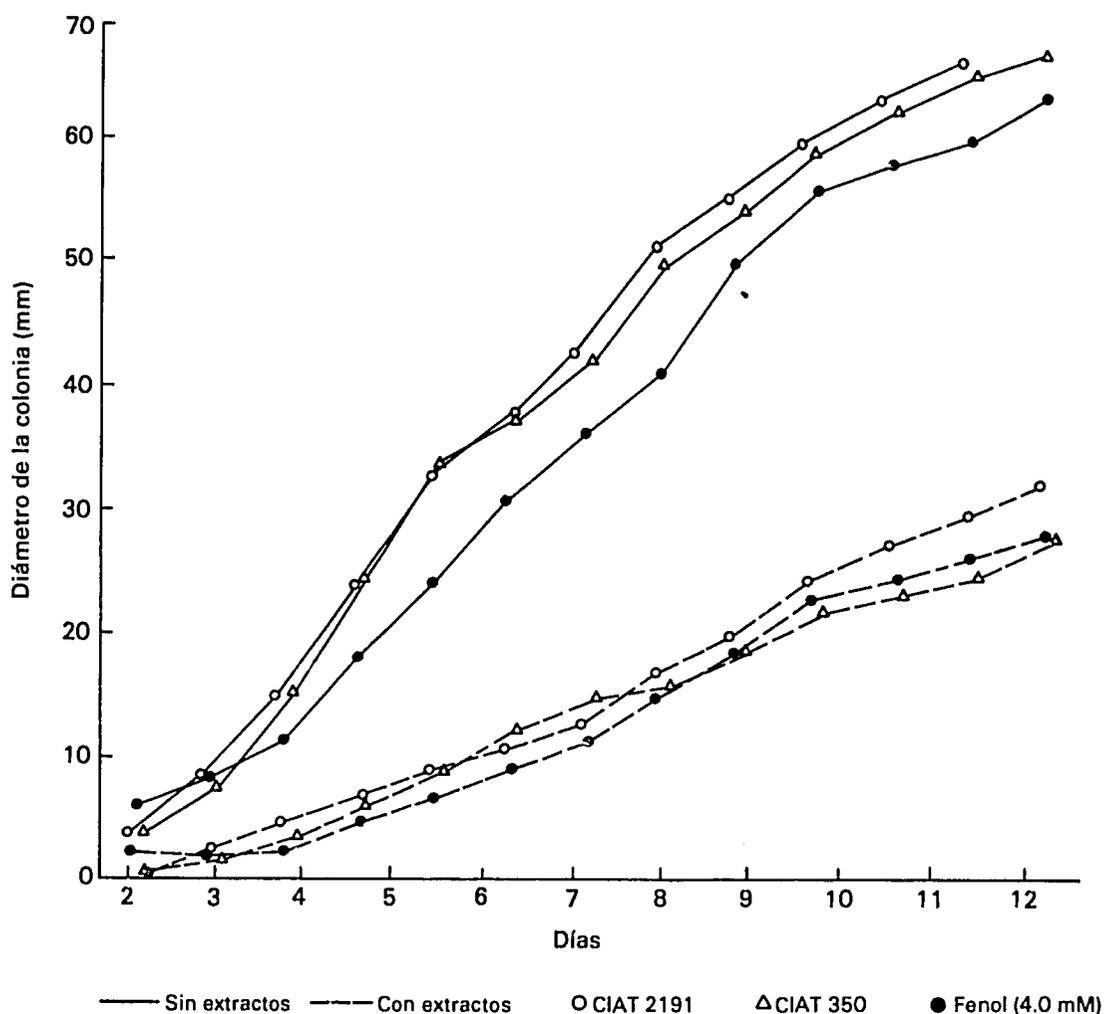


Figura 1. Efectos de un extracto de S. guianensis tardío CIAT 2191, D. ovalifolium 350 y fenol (4.0 mM) en el desarrollo de C. gloeosporioides I 136 in vitro.

fenol (solución 4.0 mm) redujeron fuertemente el crecimiento de dicho hongo. Se planean más estudios para localizar los compuestos fenólicos en ciertas accesiones seleccionadas de S. guianensis "tardío". Los resultados obtenidos hasta ahora sugieren que los fenoles podrían intervenir en la resistencia de S. guianensis a la antracnosis.

### Metodología de inoculación

La utilización de mezclas de aislamientos de C. gloeosporioides para seleccionar especies de Stylosanthes ha sido considerada como una técnica rápida de selección de gran número de plantas. No se había tenido en cuenta el hecho de que en mezcla los patógenos pueden interferir unos con otros. En este estudio se compararon los comportamientos de ocho accesiones de S. capitata infectadas por cinco aislamientos patógenicos de C. gloeosporioides tomados individualmente y en mezcla (Cuadro 13). En todas las accesiones, los aislamientos individuales fueron más virulentos que sus mezclas. En ensayos de resistencia a enfermedades, las mezclas producen respuestas erróneamente bajas, por lo cual no se recomienda su uso.

Continuaron los estudios de protección cruzada (Informe Anual 1981). Se observó el efecto de diferentes concentraciones y combinaciones de tres aislamientos de C. gloeosporioides, dos no patógenicos (I 136 e I 2404) y uno patógeno (I 1493) en la reacción de S. guianensis "tardío" CIAT 1283 (Cuadro 14). La inoculación 24 horas antes con I 136 o I 2404, seguida por I 1493 redujo la enfermedad hasta los niveles leve y moderado, respectivamente, en comparación con I 1493,

Cuadro 13. Reacción de ocho accesiones de Stylosanthes capitata a cinco aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides, de C. dematium, y a la mezcla de aislamientos.

Accesión CIAT No.	Mezcla	I 2423 <sup>b</sup>	I 2304 <sup>b</sup>	I 1019 <sup>c</sup>	I 2423 <sup>c</sup>	I 2310 <sup>c</sup>
1097	2.0	3.0	3.0	3.3	3.7	4.0
2104	2.0	1.0	4.0	4.0	3.0	3.7
2106	1.0	2.7	3.7	4.0	2.7	3.7
2125	1.0	2.7	3.0	3.0	4.0	3.3
2310	2.3	2.3	3.3	4.0	3.7	3.0
2400	2.0	3.0	4.0	3.7	2.7	4.0
2415	0.7	2.0	3.0	4.0	3.7	4.0
2510	1.7	4.0	3.7	4.0	4.0	3.0

a. 0 = ninguna enfermedad; 1 = detección de la enfermedad, ningún daño; 5 = muerte de las plantas.

b. Aislamientos de C. dematium.

c. Aislamientos de C. gloeosporioides.

Cuadro 14. Reacción de S. guianensis "tardío" CIAT 1283 a tres aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides I 136 Q<sup>a</sup>, I 2404 Q<sup>b</sup>, e I 1493 C<sup>c</sup> en varias concentraciones y combinaciones.

Combinación de aislamientos	Reacción*
Testigo	0
I 136 Q 10 <sup>6d</sup>	0
I 2404 Q 10 <sup>6</sup>	0
I 1493 C 10 <sup>6</sup>	5.0
I 136 Q 10 <sup>2</sup> antes de <sup>e</sup> I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.0
I 136 Q 10 <sup>4</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.0
I 136 Q 10 <sup>4</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.0
I 136 Q 10 <sup>6</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.7
I 2404 Q 10 <sup>2</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.7
I 2404 Q 10 <sup>4</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	2.7
I 2404 Q 10 <sup>4</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	3.7
I 2404 Q 10 <sup>6</sup> antes de I 1493 C 10 <sup>6</sup>	3.0

\* Escala: 0 = ninguna enfermedad; 5 = muerte de la planta; promedio de tres bandejas de 50 plantas.

- a. I 136 Q = de S. guianensis CIAT 136 en Quilichao
- b. I 2404 Q = de S. capitata CIAT 2404 en Quilichao
- c. I 1493 C = de S. guianensis T CIAT 1493 en Carimagua
- d. Concentración de esporas por mililitro.
- e. Inoculación del primer aislamiento 24 horas antes del segundo.

sin inoculación previa, que provocó la muerte de todas las plantas. El fenómeno de protección cruzada podría intervenir en la resistencia de S. guianensis a antracnosis.

#### Enfermedades de Desmodium spp.

Falsa roya. El año pasado se detectó Synchytrium desmodii en una siembra de Desmodium ovalifolium CIAT 350 con semillas comerciales importadas del sureste de Asia. Dicho cultivo ha sido ya destruido y el CIAT no planea importar de esa región grandes cantidades de semilla comercial. No obstante, como esta leguminosa es promisoriosa en varios ecosistemas existe el riesgo de que empresas privadas importen semillas y por ende, la enfermedad. La colección de D. ovalifolium y otras especies de Desmodium están siendo seleccionadas por su reacción a S. desmodii. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que como grupo, D. ovalifolium es más susceptible que D. heterocarpon y que D. canum. D. ovalifolium CIAT 350 es moderadamente susceptible mientras que CIAT 3780 y 3788 lo son aún más. Varias accesiones, incluyendo CIAT 3607, 3663 y 3674, mostraron altos niveles de resistencia a S. desmodii (Cuadro 15). Más evaluaciones se están llevando a cabo.

Cuadro 15. Efecto de Synchytrium desmodii sobre accesiones de varias especies de Desmodium.

No. CIAT	Especies	Plantas		Clasi- ficación 0-5
		Emergencia (%)	Supervivencia (%)	
350	<u>D. ovalifolium</u>	44.4	87.5	2.8
350 A	<u>D. ovalifolium</u>	100	61.1	2.8
365	<u>D. heterocarpon</u>	100	95.5	1.2
3005	<u>D. canum</u>	100	88.8	1.4
3607	<u>D. ovalifolium</u>	100	94.4	1.6
3608	<u>D. ovalifolium</u>	100	100	2.0
3652	<u>D. ovalifolium</u>	0	0	-
3663	<u>D. ovalifolium</u>	88.7	87.5	1.6
3666	<u>D. ovalifolium</u>	54.4	36.0	1.4
3668	<u>D. ovalifolium</u>	100	92.2	2.1
3673	<u>D. ovalifolium</u>	100	94.4	2.7
3674	<u>D. ovalifolium</u>	100	87.7	1.8
3669	<u>D. heterocarpon</u>	55.5	34.0	1.6
3671	<u>D. heterocarpon</u>	44.4	55.0	1.4
3672	<u>D. heterocarpon</u>	100	82.2	1.3
3675	<u>D. heterocarpon</u>	100	86.6	1.9
3776	<u>D. ovalifolium</u>	11.1	0	0
3780	<u>D. ovalifolium</u>	22.2	80.0	3.5
3781	<u>D. ovalifolium</u>	100	88.8	2.4
3784	<u>D. ovalifolium</u>	100	87.7	2.4
3788	<u>D. ovalifolium</u>	100	66.6	3.0
3787	<u>D. ovalifolium</u>	100	96.6	1.9
3793	<u>D. ovalifolium</u>	77.7	67.1	2.1
3794	<u>D. ovalifolium</u>	33.3	36.7	1.4

\* 0 = ninguna enfermedad; 5 = plantas muertas.

Nematodo del nudo de la raíz. Se encontraron en los Llanos (Colombia) bajas poblaciones de Meloidogyne javanica y, además, agallas leves de las raíces en varias pasturas de D. ovalifolium CIAT 350 de dos a tres años de edad. Se seguirán registrando datos sobre esta enfermedad y si los daños aumentan en el futuro, se realizará la evaluación de toda la colección de D. ovalifolium.

Nematodo de las agallas del tallo. Un nematodo del tallo de la familia Anguinidae fue detectado por primera vez en 1982 en varias pasturas de D. ovalifolium CIAT 350 en los Llanos (Colombia). Este nematodo invade el follaje provocando la aparición en los tallos de protuberancias confluyentes particularmente en los nudos y en las divisiones de las ramas. Las plantas severamente afectadas se marchitan y mueren lo que resulta en grandes áreas muertas en pasturas de CIAT 350 de dos a tres años de edad.

Muchas protuberancias en los tallos de la accesión CIAT 350 están relacionadas con daños provocados por el pisoteo de animales (abrasiones, trituramientos y partiduras). Además, las observaciones de campo realizadas en Carimagua mostraron que las accesiones menos vigorosas de D. ovalifolium tales como CIAT 3666, 3784 y 3793, padecieron menos de las agallas del tallo que las más vigorosas (CIAT 350 y 3652). Así mismo las primeras sufrieron menos con el pisoteo animal. La colección de D. ovalifolium está siendo evaluada por su resistencia a dicho nematodo empleando tratamientos con y sin heridas.

#### Enfermedades de Zornia spp.

Costra por Sphaceloma. Se evaluaron las posibilidades de selección in vitro de Zornia spp. por su reacción a Sphaceloma zorniae. Para tal fin se estudió el efecto de extractos foliares de varias accesiones de Zornia en el crecimiento de cultivos de S. zorniae. El extracto de la accesión más susceptible (Z. latifolia CIAT 728) aumentó el crecimiento de las colonias, mientras que el de la accesión más resistente lo redujo considerablemente (Cuadro 16). Esta técnica es promisoría y será evaluada más a fondo.

Marchitez bacteriana. En 1981 se registraron niveles de infección por Corynebacterium flaccumfaciens hasta del 100% en lotes de semillas de Zornia sp. CIAT 7847. Varios tratamientos fueron ensayados en el laboratorio y permitieron una reducción de la infección y un aumento considerable del porcentaje de germinación de las semillas (Cuadro 17). Los tratamientos con bajas temperaturas y con bactericidas (Vitavax y Kocide) dieron los mejores resultados. Como los residuos dificultan la evaluación precisa del efecto de los bactericidas in vitro, se están llevando a cabo más ensayos a fin de estimar la acción de estos productos bajo condiciones de campo.

Cuadro 16. Efecto de extractos foliares de Zornia spp. en el crecimiento in vitro de Sphaceloma zorniae.

<u>Tratamiento</u>	Reacción en campo <sup>a</sup> a <u>S. zorniae</u>	Crecimiento del diámetro de la colonia (mm)
Testigo - PDA-Ac		0.86 (0.5-1.2)
<u>Zornia latifolia</u> CIAT 728	S	1.09 (0.6-1.8)
<u>Zornia</u> sp. CIAT 7847	MR	0.79 (0.5-1.2)
<u>Zornia brasiliensis</u> CIAT 7485	R	0.32 (0 -0.8)

a. S = susceptible; MR = moderadamente resistente; R = resistente.

Cuadro 17. Efecto de varios tratamientos en los niveles de infestación por la bacteria Corynebacterium flaccumfaciens y en la germinación de semillas de Zornia CIAT 7847.

Tratamiento	Infección <sup>b</sup> (%)	Germinación <sup>c</sup> (%)
1. Testigo <sup>a</sup>	66.3	21.7
2. Calor (semillas en el horno a 60° C por diferentes lapsos)		
2 días	9.7	34.7
4 días	9.3	27.3
6 días	25.0	55.0
8 días	19.0	53.0
10 días	16.0	48.0
3. Frio (semillas en nevera a 5°C durante diferentes lapsos)		
4 semanas	5.3	30.3
8 semanas	24.0	29.0
12 semanas	8.3	42.7
16 semanas	30.7	48.3
4. Agua caliente (semillas en agua caliente 90°C durante diferentes lapsos)		
2 minutos	52.3	44.3
5 minutos	40.7	45.3
10 minutos	27.7	49.0
15 minutos	24.7	27.7
5. Bactericidas (aplicados en polvo en la dosis recomendada)		
Vitavax	1	35
Kocide	6	38.3
6. Humedad relativa (100%)	5.3	32.7
7. Alta humedad relativa (100%) + fungicida (semillas tratadas con Benlate y colocadas en cámaras con un 100% de HR en diferentes lapsos)		
1 semana	9	19.7
2 semanas	11	15.0
4 semanas	13.3	12.0
8 semanas	10.7	18.7

(Continúa)

Cuadro 17. (continuación)

Tratamiento	Infección <sup>b</sup> (%)	Germinación <sup>c</sup> (%)
8. Alta humedad relativa (100%) + bactericida (igual tratamiento que el 7, excepto el Kocide)		
1 semana	2.7	58.3
2 semanas	5.0	44.0
4 semanas	1.7	48.3
8 semanas	3.0	28.0
9. Alta humedad relativa (100%) + fungicida y bactericida		
1 semana	9.3	2.7
2 semanas	11.7	7.0
4 semanas	7.3	5.0
8 semanas	7.0	6.7
10. Humedad relativa 80% (51% Glycerol)	77.7	34.3
11. Solución NaCl al 75% (HR 80%)	62.3	31.7
12. Solución NaCl al 50% (80% HR 100%)	17.7	38.3

- a. Las semillas testigo provienen de la sección de Producción de Semillas; cosechadas en Quilichao; no tratadas excepto la remoción de la cáscara.
- b. Promedio de tres replicaciones (100 semillas/rep.) probadas en cajas de petri con agar nutritivo (20 semillas/plato).
- c. Promedio de tres replicaciones (100 semillas/rep.) probadas en cajas de petri con papel filtro húmedo (20 semillas/plato).

En 1981 se inició en Quilichao un estudio de la supervivencia de *C. flaccumfaciens* en el suelo durante la estación seca. Se descubrió que la bacteria no sobrevive más de tres semanas en la superficie del suelo o a 10 cm de profundidad. En el primer caso, el porcentaje de supervivencia fue mucho menor que en el segundo. Como la bacteria no puede sobrevivir en estado libre en el suelo, la destrucción de las plantas afectadas así como el tratamiento de las semillas permiten mejor control de la enfermedad.

#### Enfermedades de *Centrosema* spp.

Marchitamiento bacteriano y muerte descendente. De 1981 a 1982 se investigó en Quilichao el efecto de esta enfermedad causada por *Pseudomonas fluorescens* Biotipo 2 en la producción de materia seca de *Centrosema* sp. CIAT 5118. La bacteria redujo significativamente dicha producción en un 47.1% (de 530.7 a 280.7 g/m<sup>2</sup>) durante el período de establecimiento de la leguminosa. Además, los estudios de supervivencia de *P. fluorescens* Biotipo 2 en suelo de Quilichao mostraron que esta bacteria podía sobrevivir hasta seis semanas (Cuadro 18).

Cuadro 18. Supervivencia de Pseudomonas fluorescens Biotipo 2 durante la estación seca en suelos de Quilichao.

Tratamiento (semanas)	Número de colonias													
	Superficie <sup>a</sup>							10 cm de profundidad <sup>b</sup>						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	90	7	1	7	3	0	0	0	3	2	4	1	1	0
+ bacteria	3	137	13	18	5	1	0	201	59	14	83	1	1	0

a. Discos de nylon colocados sobre la superficie del suelo.

b. Discos de nylon colocados a 10 cm de profundidad.

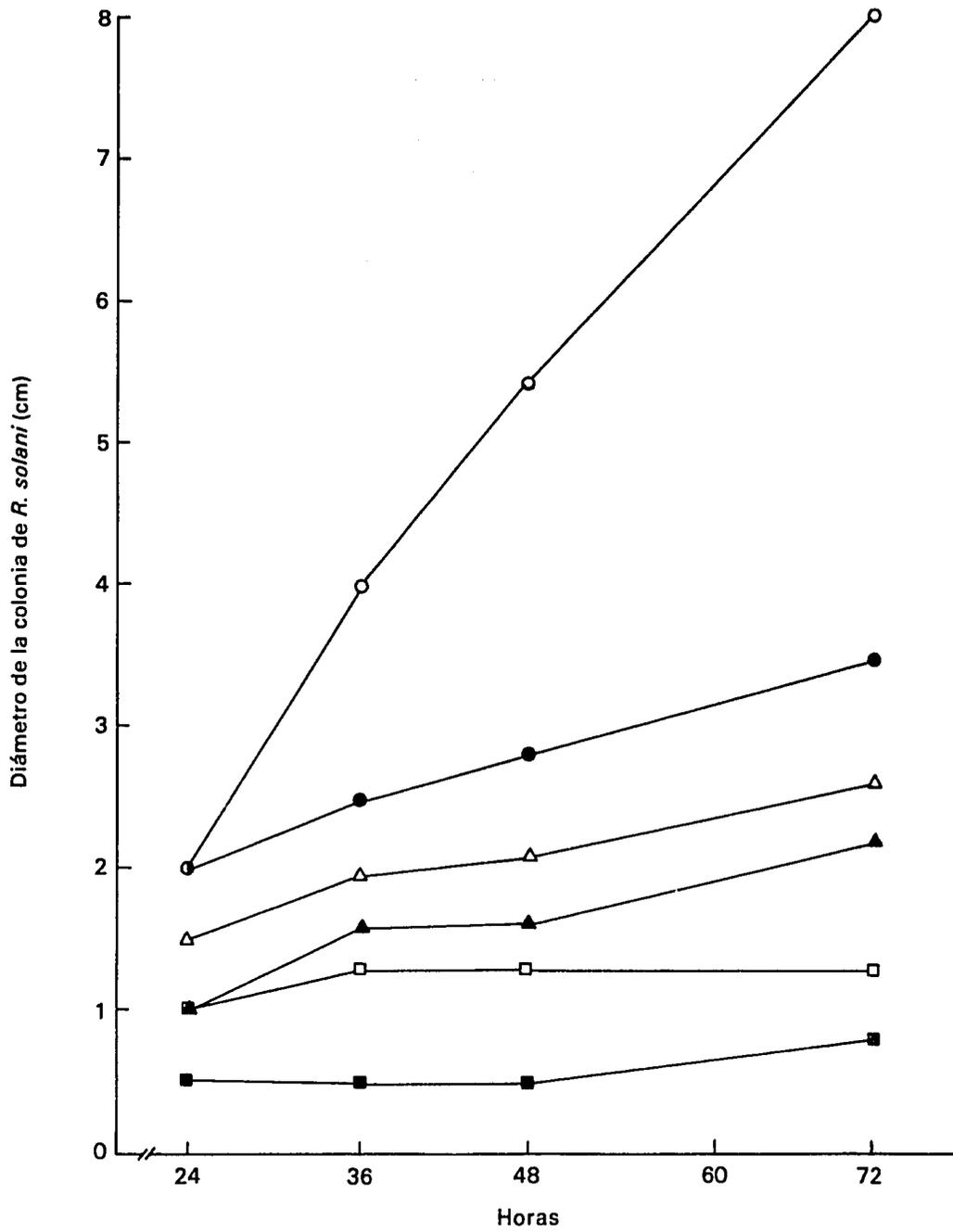
En consecuencia, debido al efecto nocivo de la bacteria en el rendimiento de la accesión CIAT 5118 y a su buena capacidad saprofitica, es necesario encontrar resistencia a esta enfermedad. De las 10 accesiones que están siendo evaluadas en Quilichao, CIAT 5568, 5610 y 5611 muestran resistencia.

Añublo foliar por Rhizoctonia. En 1981 y 1982, se observó en Carimagua que muchas accesiones de Centrosema brasilianum eran severamente afectadas de abril a junio por el añublo foliar por Rhizoctonia. La enfermedad decaía a medida que avanzaba la estación húmeda, aunque las condiciones ambientales seguían siendo favorables para su desarrollo. Los estudios sobre el antagonismo natural de Rhizoctonia solani encontraron en el suelo y en las hojas de C. brasilianum altas poblaciones de Trichoderma spp. y de bacterias.

Ensayos de laboratorio confirmaron la acción inhibidora de aislamientos de T. hanatum, T. harzianum, Trichoderma spp. y Penicillium funiculosum en el crecimiento in vitro de R. solani (Figura 2). Además, varios aislamientos bacterianos mostraron antagonismo a siete aislamientos de R. solani (Cuadro 19).

El efecto de los aislamientos bacterianos sobre el crecimiento de cuatro aislamientos de Trichoderma spp. fue también evaluado a fin de determinar las mejores combinaciones de aislamientos antagónicos para ensayos de campo. Los aislamientos bacterianos más antagónicos a R. solani (LP 12 y DP 7), mostraron serlo también a Trichoderma spp. (Cuadro 20). Se observó la misma relación para las bacterias menos antagónicas (LP 9 y DP 4).

Se iniciaron estudios en Carimagua a fin de determinar el efecto del añublo foliar por Rhizoctonia en los rendimientos de varias accesiones de C. brasilianum en presencia o no de varias combinaciones de aislamientos antagónicos.



- Grupo 1
- Grupo 4
- △—△ Grupo 2
- Grupo 5
- ▲—▲ Grupo 3
- Testigo

Figura 2. Inhibición del crecimiento de *R. solani* por *Trichoderma* spp. y *Penicillium funiculosum*.

Cuadro 19. Niveles<sup>a</sup> de antagonismo entre siete aislamientos de Rhizoctonia solani y de 23 aislamientos bacterianos.

Rhizoctonia solani, aislamiento No.	Aislamiento bacteriano																						
	LP <sub>1</sub>	LP <sub>2</sub>	LP <sub>3</sub>	LP <sub>4</sub>	LP <sub>6</sub>	LP <sub>7</sub>	LP <sub>8</sub>	LP <sub>9</sub>	LP <sub>10</sub>	LP <sub>15</sub>	LP <sub>12</sub>	LP <sub>16</sub>	LP <sub>17</sub>	LP <sub>18</sub>	DP <sub>1</sub>	DP <sub>2</sub>	DP <sub>3</sub>	DP <sub>4</sub>	DP <sub>6</sub>	DP <sub>7</sub>	DP <sub>8</sub>	DP <sub>10</sub>	DP <sub>11</sub>
5173	-	-	-	-	-	-	-	+	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
5178	-	-	-	-	-	+	-	+	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
5369	-	-	-	-	-	+	+	++	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
5372	-	-	-	-	-	+	+	+	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
5211	-	-	-	-	-	+	-	+	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	++	-	+++	-	-	+
5247 A	-	-	-	-	-	+	-	-	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
5248 B	+	-	-	-	-	+	-	++	++	-	+++	+	-	-	-	-	-	++	+	+++	+	-	+++

a. - ningún antagonismo; + = ligera inhibición del crecimiento de R. solani; ++ = moderada inhibición del crecimiento; +++ = fuerte inhibición del crecimiento.

Cuadro 20. Crecimiento de cuatro aislamientos antagónicos de Trichoderma spp. en asociación con cinco aislamientos bacterianos antagónicos sobre PDA durante 72 horas.

Aislamientos de bacteria	<u>T. harzianum</u> I 30	<u>T. hamatum</u> I 29	<u>Trichoderma</u> sp. I 44	<u>Trichoderma</u> sp. I 10
Testigo	8.0 <sup>a</sup>	8.0	8.0	8.0
LP 9	7.2	4.7	5.8	5.5
LP 12	5.6	5.8	4.0	5.7
DP 4	7.3	7.5	7.0	6.7
DP 7	4.1	7.5	4.2	4.6
DP 11	3.9	4.9	4.2	4.3

a. Diámetro de la colonia (cm).

Estudios de supervivencia de Metarhizium spp. en el suelo. Se estudió en el laboratorio la supervivencia de 45 aislamientos de Metarhizium spp. (agente de control biológico del salivazo) en suelos húmedo y seco. Después de seis meses, sólo 13 aislamientos seguían viables en los suelos húmedos y 12 en los suelos secos (Cuadro 21). Ocho aislamientos fueron seleccionados para estudios básicos de supervivencia en Quilichao y Carimagua. En Quilichao, los aislamientos BEI, QUIL 2, FL 11 y RS 485 sobrevivieron sin salivazo durante cinco meses de estación seca. En Carimagua solamente CAR 1 y 7 sobrevivieron durante seis meses (incluyendo la estación seca) con una baja población de salivazo (Cuadro 22). Estos resultados muestran que ciertos patógenos persisten durante largos períodos en ausencia de altas poblaciones de sus hospedantes.

#### Reconocimiento de Enfermedades en Leguminosas Nativas de Colombia

Durante este año continuaron los reconocimientos periódicos de enfermedades de leguminosas nativas y naturalizadas. La información recolectada sobre los patógenos potenciales de las plantas mejoradas de pasto se da en el Cuadro 23. Cinco de estas enfermedades no han sido hasta ahora registradas en las plantaciones experimentales.

#### Sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Llanos)

Con base en las evaluaciones realizadas en Carimagua y en ensayos regionales de los Llanos de Colombia y Venezuela, se clasificaron las enfermedades de los principales géneros y de las especies clave en principales, secundarias y menores.

Cuadro 21. Supervivencia de aislamientos de *Metarhizium* spp. en suelos húmedos<sup>a</sup> y secos de Quilichao bajo condiciones de laboratorio.

Aislamiento	País de origen	Hospedante	Supervivencia después de 6 meses	
			Suelo húmedo	Suelo seco
BE 1*	Belice	Salivazo-adulto	+	+
ES 9*	Brasil	Salivazo-adulto	+	+
MET 1	Japón	<u>Bombyx mori</u>	+	+
MET 4	Japón		-	-
MET 5*	Japón	<u>Ornebius kanetataki</u>	+	+
MET 6	Japón	<u>Popilia japonica</u>	-	-
EU 1	U.S.A.	<u>Nemocestus incomputos</u>	+	-
MET 3258	Nueva Zelandia	<u>Porina</u> sp.	-	-
MET 3259	Nueva Zelandia	Escarabajo negro	-	-
MET 3095	Nueva Zelandia	<u>Costrelytra</u>	-	-
MET 4560	Nueva Zelandia	Escarabajo rinoceronte	-	-
CBS 130-22	Holanda		-	-
CBS 285-59	Holanda		-	-
CBS 431-64	Holanda		-	-
CBS 248-64	Holanda		-	-
CBS 218-56	Holanda		-	-
CAR 1*	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> -adulto	-	-
CAR 2	Colombia	Suelo	-	-
CAR 3	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> -ninfa	-	-
CAR 4	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> -ninfa	-	-
CAR 5	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> -ninfa	-	-
CAR 6	Colombia	<u>Mocis</u> sp.-larva	-	-
CAR 7*	Colombia	<u>Mocis</u> sp.-larva	+	+
QUIL 1*	Colombia	<u>Zulia colombiana</u> -adulto	+	+
POP 1	Colombia	Suelo	-	-
ESP 1	Colombia	Suelo	+	+
FL 5	Australia	<u>Telegryllus commodus</u>	-	-
FL 6	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	-	-
FL 7	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	-	-
FL 8	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	-	-
FL 11*	Australia	<u>Anoplognathus porosus</u>	+	+
FL 12	Australia	<u>Rhopaea magnicornis</u>	-	-
FL 13	Australia	<u>Seviceschis geminata</u>	-	-
FL 14	Australia	<u>Sericesthis nigrolineata</u>	-	-
FL 19	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	-	-
RS 324	Australia	<u>Austraeris</u> sp.	+	+
RS 435	Australia	Grillo	-	-
RS 440	Australia	Grillo	-	-
RS 445	Australia	Grillo	-	-
RS 473	Australia	Suelo	-	-
RS 297	Samoa Oeste	Escarabajo rinoceronte	+	+
RS 455	Filipinas	Saltahojas marrón	+	+
RS 457	Filipinas	Saltahojas marrón	-	-
RS 485*	Filipinas	Saltahojas marrón	+	+
RS 487	Filipinas	Saltahojas marrón	-	-

a. Suelo humedecido en el momento de la inoculación del hongo.

\* Aislamientos seleccionados para estudios de campo.

Cuadro 22. Supervivencia de aislamientos de Metarhizium anisopliae en suelos de Quilichao y Carimagua, 1981 a 1982.

Aislamiento	País de origen	Supervivencia (meses)						
		1	2	3	4	5	6	7
<u>Quilichao<sup>a</sup></u>								
BE 1	Belice	+	+	+	+	+	-	-
ES 9	Brasil	+	+	+	-	-	-	-
MET 5	Japón	+	+	+	-	-	-	-
CAR 1	Colombia	+	+	+	-	-	-	-
CAR 7	Colombia	+	+	+	-	-	-	-
QUIL 1	Colombia	+	+	+	+	+	-	-
FL 11	Australia	+	+	+	+	+	-	-
RS 485	Filipinas	+	+	+	+	+	-	-
<u>Carimagua<sup>b</sup></u>								
BE 1	Belice	+	-	-	-	-	-	-
ES 9	Brasil	+	+	-	-	-	-	-
MET 5	Japón	+	-	-	-	-	-	-
CAR 1	Colombia	+	+	+	+	+	+	-
CAR 7	Colombia	+	+	+	+	+	+	-
QUIL 1	Colombia	+	-	-	-	-	-	-
FL 11	Australia	+	+	+	+	+	-	-
RS 485	Filipinas	+	+	+	-	-	-	-

a. Fecha de aplicación: septiembre 1, 1981.

b. Fecha de aplicación: septiembre 30, 1981.

#### Enfermedades de *Stylosanthes* spp.

Aunque seis enfermedades diferentes fueron detectadas en *Stylosanthes* spp., la antracnosis sigue siendo el principal problema (Cuadro 24).

De 1979 a 1982, 545 accesiones de *S. guianensis* "común" fueron evaluadas en Carimagua. Sólo la accesión CIAT 1275 sobrevivió más de dos años. Una colección australiana de 113 accesiones fue recientemente sembrada en Carimagua a fin de evaluar su resistencia.

Durante ese mismo período, de las 83 accesiones de *S. guianensis* "tardío" evaluadas en varios ensayos, sólo 10 (CIAT 2031, 2222, 2361, 2362, 2373, 2436, 2520, 2742, 2773, y 10136) mostraron niveles moderados a altos de resistencia a antracnosis.

En julio de 1982, una gran proporción de la colección de *S. guianensis* "tardío" fue sembrada en Carimagua para futura evaluación. En la última evaluación hecha en octubre de 1982, el 49% de las

Cuadro 22. Supervivencia de aislamientos de Metarhizium anisopliae en suelos de Quilichao y Carimagua, 1981 a 1982.

Aislamiento	País de origen	Supervivencia (meses)						
		1	2	3	4	5	6	7
<u>Quilichao<sup>a</sup></u>								
BE 1	Belice	+	+	+	+	+	-	-
ES 9	Brasil	+	+	+	-	-	-	-
MET 5	Japón	+	+	+	-	-	-	-
CAR 1	Colombia	+	+	+	-	-	-	-
CAR 7	Colombia	+	+	+	-	-	-	-
QUIL 1	Colombia	+	+	+	+	+	-	-
FL.11	Australia	+	+	+	+	+	-	-
RS 485	Filipinas	+	+	+	+	+	-	-
<u>Carimagua<sup>b</sup></u>								
BE 1	Belice	+	-	-	-	-	-	-
ES 9	Brasil	+	+	-	-	-	-	-
MET 5	Japón	+	-	-	-	-	-	-
CAR 1	Colombia	+	+	+	+	+	+	-
CAR 7	Colombia	+	+	+	+	+	+	-
QUIL 1	Colombia	+	-	-	-	-	-	-
FL 11	Australia	+	+	+	+	+	-	-
RS 485	Filipinas	+	+	+	-	-	-	-

a. Fecha de aplicación: septiembre 1, 1981.

b. Fecha de aplicación: septiembre 30, 1981.

#### Enfermedades de *Stylosanthes* spp.

Aunque seis enfermedades diferentes fueron detectadas en *Stylosanthes* spp., la antracnosis sigue siendo el principal problema (Cuadro 24).

De 1979 a 1982, 545 accesiones de *S. guianensis* "común" fueron evaluadas en Carimagua. Sólo la accesión CIAT 1275 sobrevivió más de dos años. Una colección australiana de 113 accesiones fue recientemente sembrada en Carimagua a fin de evaluar su resistencia.

Durante ese mismo período, de las 83 accesiones de *S. guianensis* "tardío" evaluadas en varios ensayos, sólo 10 (CIAT 2031, 2222, 2361, 2362, 2373, 2436, 2520, 2742, 2773, y 10136) mostraron niveles moderados a altos de resistencia a antracnosis.

En julio de 1982, una gran proporción de la colección de *S. guianensis* "tardío" fue sembrada en Carimagua para futura evaluación. En la última evaluación hecha en octubre de 1982, el 49% de las

Cuadro 23. Enfermedades de leguminosas nativas en Colombia.

Leguminosa	Enfermedad/patógeno	Distribución
<u>Stylosanthes</u> spp.	Antracnosis ( <u>Colletotrichum</u> spp.)	Lago Calima, Cali, Pance; Buga, Quisquina, cerca de Bogotá.
<u>Desmodium</u> spp.	Roya ( <u>Uromyces</u> sp.) <sup>a</sup> Falsa Roya ( <u>Synchytrium</u> <u>citrinum</u> ) <sup>a</sup> Mancha foliar por Cercospora Antracnosis	Quisquina, Lago Calima. Quisquina, Ricaurte Quisquina Quisquina
<u>Zornia</u> spp.	Costra por Sphaceloma ( <u>Sphaceloma zorniae</u> ) Roya ( <u>Puccinia</u> sp.) Mancha foliar por Drechslera	Lago Calima, Quisquina Lago Calima, Quisquina Lago Calima, Quisquina, Ricaurte
<u>Dioclea</u> spp.	Mancha foliar por Pseudocercopora Virus Roya	Buga, Quisquina Quisquina Quisquina
<u>Indigofera</u> spp.	Mancha foliar por Cercospora Virus	Quisquina Lago Calima
<u>Macroptilium</u> spp.	Virus Roya ( <u>Uromyces</u> <u>appendiculatus</u> ) Mancha foliar por Cercospora Añublo foliar por Rhizoctonia Falsa Roya ( <u>Synchytrium</u> <u>phaseoli</u> )	Buga Buga, Quisquina, Valle (General) Valle (General) Buga Buga, Lago Calima
<u>Rhynchosia</u> spp.	Virus Roya <sup>a</sup> Falsa Roya ( <u>Synchytrium</u> sp.) <sup>a</sup>	Valle (General) Lago Calima Quisquina

a. Enfermedades no registradas en las plantaciones experimentales en Colombia.

Cuadro 24. Enfermedades de Stylosanthes spp.--sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Llanos).

Enfermedad	Especies <sup>a</sup>		
	<u>S. guianensis</u>	<u>S. capitata</u>	<u>S. macrocephala</u>
Antracnosis	+ /+++	+ /++	- /+
Añublo	-	+	-
Añublo de inflorescencias por <u>Rhizopus</u>	- /+	- /++	-
Chancro	-	- /+	-
Pudrición negra	-	- /++	-
Moho limoso	-	- /+	-

a. - = no se detectó; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

accesiones sufrían ya de antracnosis, con un 20% entre moderada a severamente afectadas.

Se siguieron evaluando las nuevas accesiones de S. capitata tanto en parcelas de introducción como en la colección mantenida en Carimagua. En general los niveles de antracnosis fueron extremadamente bajos. Las accesiones más resistentes en los ensayos regionales de los Llanos colombianos fueron CIAT 1315, 1318, 1342, 1693 y 1728. En ensayos regionales en los Llanos venezolanos, dichas accesiones presentaron también muy bajos niveles de antracnosis o mostraron ser resistentes, mientras que accesiones provenientes de Venezuela, como la CIAT 1535 fueron más afectadas.

Se evaluó además en otros ensayos la resistencia a la antracnosis de varias accesiones de S. macrocephala. En todas las localidades la antracnosis presentó niveles bajos o estuvo ausente (Cuadro 24). Esta especie sigue siendo muy resistente a la enfermedad.

#### Enfermedades de Desmodium spp.

Seis enfermedades fueron detectadas en Desmodium spp. en las sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Cuadro 25). Desmodium canum y D. heterophyllum fueron poco afectadas mientras que D. gyroides lo fue ocasionalmente por la hoja pequeña causada por micoplasma. Ciertas accesiones de D. heterocarpon son severamente atacadas por esta última enfermedad, mientras que el nematodo del nudo de la raíz es considerado como enfermedad secundaria de esta especie. La enfermedad más importante de D. ovalifolium es el nematodo de las agallas del tallo, siendo las accesiones CIAT 350 y 3652 las más susceptibles en condiciones de campo.

En evaluaciones realizadas en Carimagua de 1981 a 1982, en una vasta siembra mezclada de accesiones de D. barbatum, D. canum, D.

Cuadro 25. Enfermedades de Desmodium spp.--sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Llanos).

Enfermedad	Especies <sup>a</sup>				
	D. ovalifolium	D. heterocarpon	D. heterophyllum	D. gyroides	D. canum
Nematodo del nudo de la raíz	-/++	-/++	-	-	-
Nematodo de las agallas del tallo	-/+++	-	-	-	-
Hoja pequeña	-/+	-/+++	-/+	-/+++	-
Mancha foliar por Cercospora	-/+	-/+	-	-/+	-
Antracnosis	-/+	-/+	-/+	-/+	-/++
Añublo foliar por Rhizoctonia	-/++	-	-	-/+	-

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

heterophyllum, D. heterocarpon, D. intortum, D. ovalifolium y otras, se demostró que el micoplasma de la hoja pequeña era la enfermedad más común y devastadora. La mayoría de las accesiones de D. ovalifolium, incluyendo CIAT 3608, 3668, 3673, 3778, y 3781, no fueron afectadas. No se detectaron nematodos en estas parcelas.

Las accesiones resistentes al nematodo de las agallas del tallo, seleccionadas en estudios de invernadero, serán evaluadas el próximo año en Carimagua. Los estudios de control del nematodo en la accesión 350 por medio de quemas estratégicas están siendo discutidos. Se investigará además la posible transmisión de esta enfermedad por semillas.

#### Enfermedades de Zornia spp.

En comparación con otras especies, Zornia latifolia y otras dos especies bifoliadas presentan más problemas de enfermedades (Cuadro 26).

Durante el período 1981 a 1982, dos plantaciones de 145 accesiones de Zornia spp. fueron evaluadas en Carimagua. De las 75 accesiones sembradas en parcelas individuales, 37 murieron antes de ocho meses y varias fueron moderada a severamente afectadas por la costra por Sphaceloma y/o por la mancha angular por Drechslera. Siete de estas accesiones, entre las cuales se encuentran CIAT 7485, 7518, 7546, 8278, 8285, y 8327 mostraron bajos niveles de enfermedad. De las 70 accesiones evaluadas en ensayos con repeticiones, 14 presentaron solamente bajos niveles de costra por Sphaceloma y de mancha angular por Drechslera. En todas las localidades de ensayo de este ecosistema, Z. brasiliensis CIAT 7845 mostró la mayor resistencia a las enfermedades.

Cuadro 26. Enfermedades de Zornia spp.--sabanas bien drenadas isohiper-térmicas (Llanos).

Enfermedad	Especies <sup>a</sup>			<u>Zornia</u> sp. CIAT 7847
	<u>Z. latifolia</u> <sup>b</sup>	<u>Z. brasiliensis</u>	<u>Z. myriadena</u>	
Costra por				
<u>Sphaceloma</u>	-/+++	-	-	++
Complejo del tallo	+ /++	-	-	+
Antracnosis	+ /++	+ /++	+	+
Mancha foliar				
por <u>Drechslera</u>	+ /+++	-	-	
Marchitez bacteriana	-	- /+	-	++
Roya	- /+	-	-	-
Añublo foliar	- /++	-	-	+

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

b. Incluye otras especies bifoliadas de Zornia spp.

### Enfermedades de Centrosema spp.

Aunque se registraron seis enfermedades de Centrosema spp. en las sabanas bien drenadas isohipertérmicas, existe generalmente una sola enfermedad importante por especie. Por ejemplo, la enfermedad más grave en C. brasilianum es el añublo foliar por Rhizoctonia, mientras que la mancha foliar por Cercospora es la afección más devastadora en C. pubescens (Cuadro 27). Generalmente, C. macrocarpum permanece relativamente exento de enfermedades.

De 1981 a 1982, se evaluaron en Carimagua 79 accesiones de Centrosema spp. y los cruzamientos de CIAT 5224 x CIAT 5234. La mayor parte de las accesiones de C. brasilianum fueron moderada a severamente afectadas por el añublo foliar por Rhizoctonia. La accesión CIAT 5234 fue una de las menos afectadas, mientras que todas las accesiones de C. pubescens fueron moderada a severamente afectadas por la mancha foliar por Cercospora. Casi todas las accesiones de C. angustifolium, C. macrocarpum y de una especie aún no descrita de Centrosema proveniente de los Llanos Orientales fueron moderada a levemente atacadas por dichas enfermedades.

Se iniciaron estudios en Carimagua sobre el efecto del añublo foliar por Rhizoctonia en el rendimiento de las accesiones de C. brasilianum y el efecto de la mancha foliar por Cercospora en los rendimientos de varias accesiones de C. pubescens y C. macrocarpum. En 1983 los resultados indicarán si los niveles de pérdidas registrados son aceptables o si se necesita germoplasma resistente.

### Enfermedades de Andropogon gayanus

Mancha foliar por Rhynchosporium. Se completó la investigación sobre la relación existente entre la mancha foliar por Rhynchosporium en A. gayanus y el escaldado causado por Rhynchosporium oryzae del arroz. Los aislamientos de A. gayanus fueron confirmados como R. oryzae por el Instituto Micológico del Commonwealth. Además, aislamientos del hongo del arroz y de A. gayanus provenientes de Villavicencio produjeron resultados positivos en estudios de inoculación cruzada (Cuadro 28). No obstante, los aislamientos de A. gayanus fueron menos patogénicos que los del arroz. El Andropogon gayanus puede servir, por consiguiente, de hospedante para R. oryzae. Sin embargo, varias malezas herbáceas comunes en los arrozales sirven también de hospedantes a este hongo. Además, los niveles de mancha foliar en una plantación extensa de A. gayanus en Villavicencio fueron durante dos años apenas superiores al nivel de detección, por lo cual el riesgo de que este aislamiento sea fuente de inóculo de R. oryzae es extremadamente bajo.

### Ensayos de Control de Enfermedades

Utilización de mezclas intra-específicas para control de enfermedades. Repetidamente se ha demostrado que cuando se siembran en grandes áreas, los cultivares resistentes se vuelven poco a poco susceptibles a razas de patógenos específicamente adaptadas.

Cuadro 27. Enfermedades de Centrosema spp.--sabanas bien drenadas isohipertérmicas (Llanos).

Enfermedad	Especies <sup>a</sup>			
	<u>C. brasilianum</u>	<u>C. pubescens</u>	<u>C. macrocarpum</u>	<u>Centrosema sp</u> <sup>b</sup>
Mancha foliar por Cercospora	+	++/+++	+/++	+/++
Añublo foliar por Rhizoctonia	++/++++	+/++	-/+	-/+
Antracnosis	-/+	+/++	-/+	-/+
Mancha foliar por Alternaria	-	+/++	-	-
Bacteriosis	-	+/++	-	+/+++
Hoja pequeña	-/+	-	-	-

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

b. Centrosema sp. tipo CIAT 5112.

Cuadro 28. Reacción de aislamientos de Rhynchosporium oryzae<sup>a</sup> de arroz y de Andropogon gayanus sobre los mismos hospedantes.

Planta	Reacción <sup>b</sup>	
	R. oryzae de arroz	R. oryzae de A. gayanus
Arroz IR 4505 4-1-2	3.5	2.0
<u>A. gayanus</u> CIAT 621	3.5	1.5

- a. Aislamientos recolectados en La Libertad, Villavicencio (Colombia).  
 b. Promedio de seis plantas.

Para retardar o prevenir este fenómeno común, varios investigadores han utilizado mezclas de cultivares con diversidad de resistencia a enfermedades para el control del mildew polvoso de la cebada.

El potencial de mezclas de S. guianensis para controlar la antracnosis está siendo estudiado en Carimagua. Seis accesiones con reacciones conocidas a antracnosis fueron sembradas en parcelas puras y en mezclas en abril de 1982. Ellas incluyeron los tipos resistentes "tardíos" CIAT 10136 y 2031, el moderadamente resistente CIAT 1949 "común", y los susceptibles "tardíos" CIAT 1927 y "comunes" CIAT 1875 y 136.

En el Cuadro 29 y en la Figura 3 se comparan los niveles de antracnosis en parcelas puras y mezcladas después de seis meses. Los tipos resistentes CIAT 10136 y 2031 "tardíos" permanecieron indemnes. Aunque resistente, la accesión CIAT 1949 "común" no está bien adaptada a las condiciones ambientales de Carimagua y los síntomas de antracnosis se confundían con los de otros problemas. Además, los resultados de la primera cosecha y el recuento de plantas realizado en octubre mostraron que la supervivencia de las plantas fue un 34.5% mayor en las plantaciones mezcladas. La supervivencia de las accesiones susceptibles CIAT 1927 y CIAT 136 aumentó en un 82.2 y 88.5%, respectivamente. Así mismo, las mezclas permitieron un aumento del 20.5% en rendimiento de plantas vivas, con incrementos de las accesiones susceptibles CIAT 1927 y CIAT 136 del 30.3 y 66.5%, respectivamente (Cuadro 30).

Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la reacción de pastos tropicales a enfermedades. En 1981 se inició un ensayo en colaboración con la sección de Entomología para determinar el efecto de varios niveles de fósforo, potasio, magnesio, azufre y calcio en la reacción de varios forrajes tropicales a enfermedades e insectos.

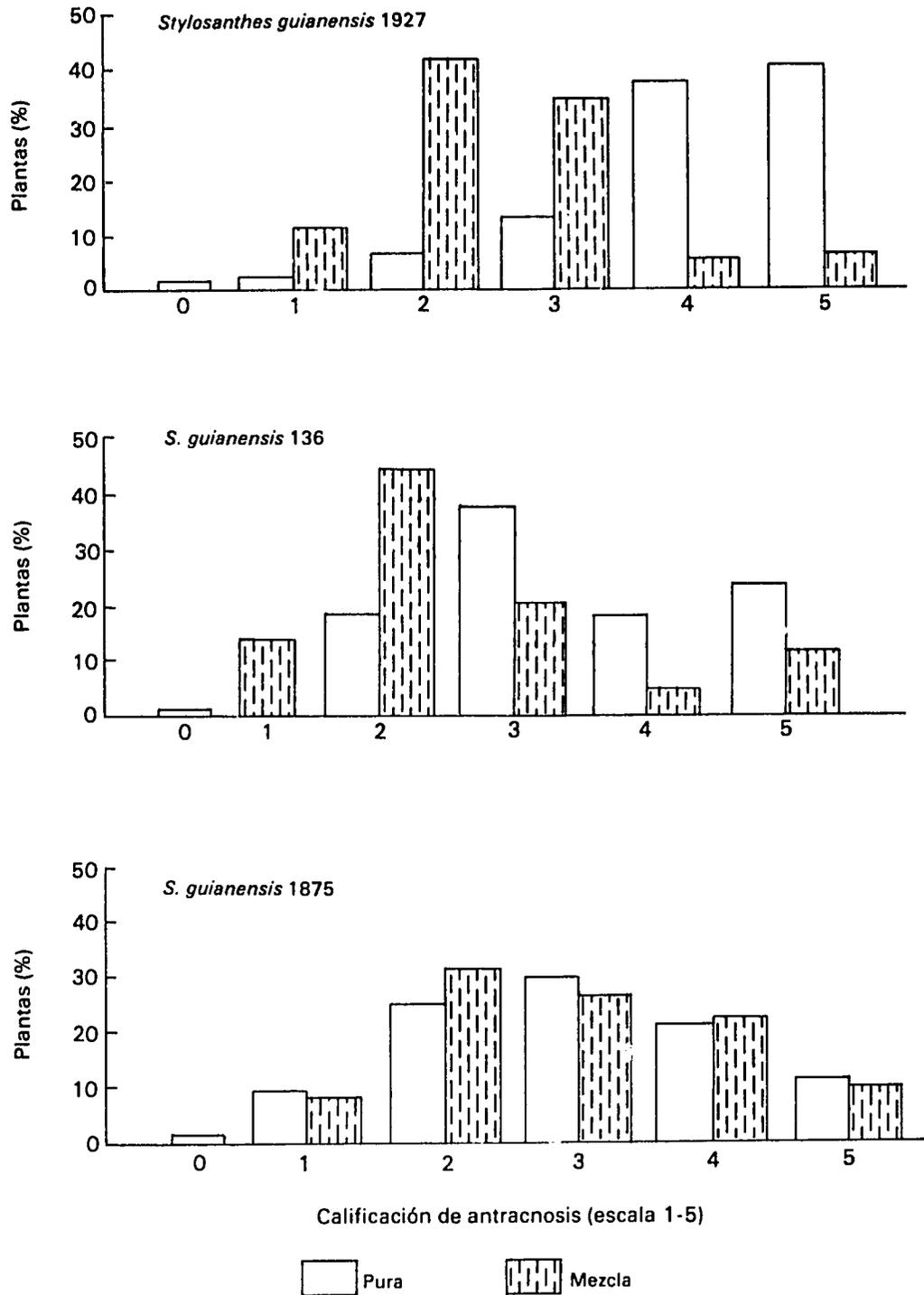


Figura 3. Efecto de la antracnosis de *S. guianensis* 1927, 136, y 1875, puros y en mezcla.

Cuadro 29. Efecto de la antracnosis en Stylosanthes guianensis en plantaciones puras y mezcladas.

Accesión	Evaluación de la antracnosis <sup>a</sup>	
	Puro	Mezcla
2031	0.6	0
10136	0	0
1927	4.2	2.5
136	4.1	3.3
1875	3.6	3.4
1949	3.3	2.2

a. 7 octubre, 1982.

Cuadro 30. Porcentaje de mejoramiento en la supervivencia y en el rendimiento en plantas vivas de accesiones de S. guianensis debido a la mezcla. (Evaluación hecha seis meses después de la siembra en abril de 1982 en Carimagua.)

Accesión con resistencia conocida	10136 T*	2031 T	1949	1927 T	1875	136	$\bar{X}$
	+	-	-	-	-	-	
Supervivencia	0	0.5	-4.4	82.2	40.1	88.5	34.5
Rendimiento/plantas vivas	-20.8	30.4	33.7	30.3	-17.0	66.5	20.5

\* T = "tardío".

Después de doce meses, no se encontró relación alguna entre la fertilización y las enfermedades de Desmodium ovalifolium CIAT 350, y antracnosis de Zornia latifolia CIAT 728. La antracnosis destruyó en diez meses la plantación Stylosanthes guianensis CIAT 136. No obstante, se detectaron en varias asociaciones enfermedad-leguminosa diferencias significativas entre tratamientos de fertilización.

Se encontró que los tratamientos con altos niveles de calcio (500 kg/ha) y bajos niveles de fósforo (25 kg/ha) y potasio (0 a 25 kg/ha) estaban relacionados con ataques más leves de mancha foliar por Drechslera en Zornia latifolia CIAT 728 y de añublo foliar por Rhizoctonia en C. pubescens CIAT 438. Sin embargo, las parcelas más afectadas por costra por Sphaceloma en CIAT 728 fueron tratadas con bajos niveles de fósforo y de potasio. Altos niveles de calcio permitieron mayor desarrollo de la mancha por Cercospora en CIAT 438.

Estos resultados sugieren que cada asociación enfermedad-leguminosa posee requerimientos nutricionales específicos y que cierto nivel de fertilizante necesario para reducir una enfermedad puede aumentar el desarrollo de otra en la misma leguminosa.

Como las diferencias en los niveles de enfermedad entre tratamientos fueron relativamente bajas, y el testigo (tratamiento fosfórico 2) no presentó sino menores niveles de enfermedad, se cree que la fertilización no interviene significativamente en el control de las enfermedades de forrajes tropicales en los Llanos. Estos mismos datos permitieron establecer para Carimagua diagramas de variación de los niveles de enfermedad en función del tiempo. De enero a marzo, época de mayor demanda de leguminosa por los animales, se registraron los niveles más bajos de mancha foliar por *Cercospora* y de añublo foliar por *Rhizoctonia* en *C. pubescens* CIAT 438 (Figura 4). Así mismo, los niveles más bajos de todas las enfermedades de *Z. latifolia* CIAT 728 coincidieron con la estación seca de enero a marzo (Figura 5). Si la persistencia de la leguminosa no se afecta, son aceptables los niveles moderados de tales enfermedades durante la estación lluviosa ya que los bajos niveles de enfermedad en la estación seca no afectan la disponibilidad de forraje para los animales.

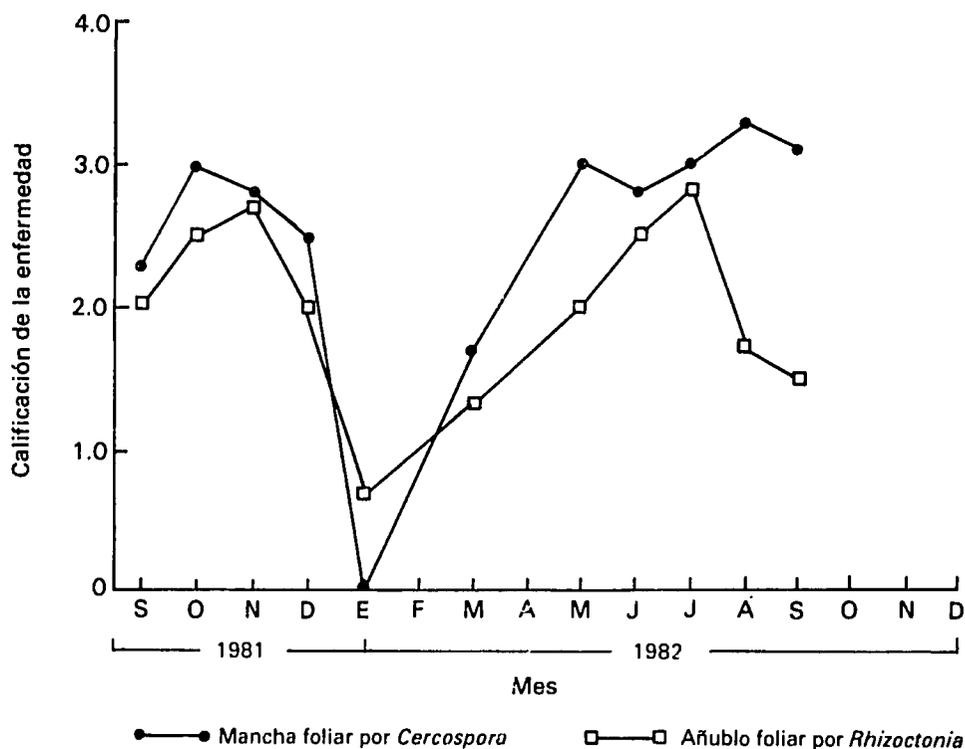
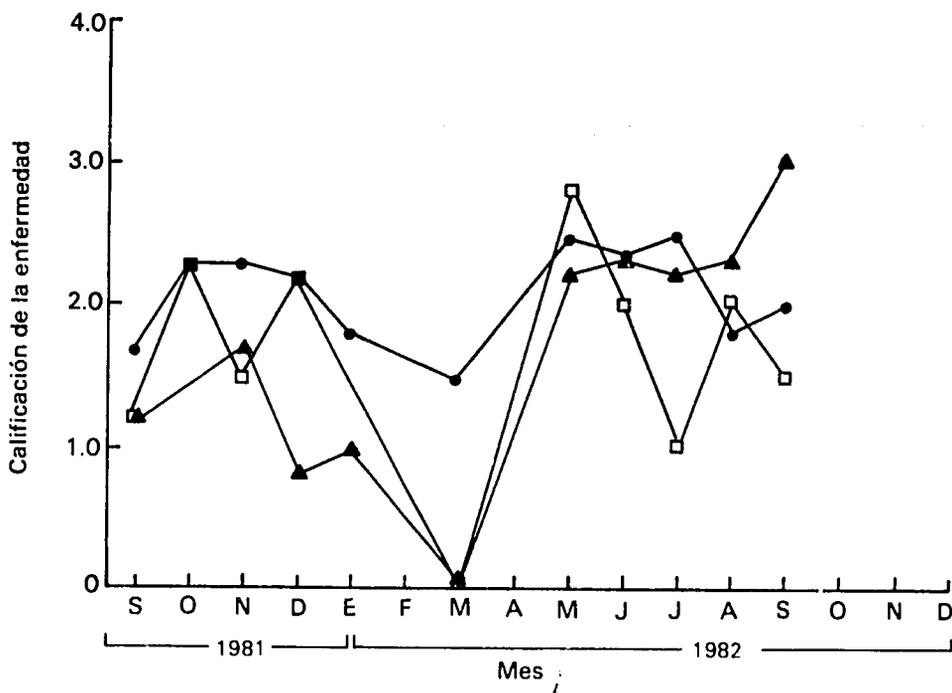


Figura 4. Niveles, en promedio, de las enfermedades mancha foliar por *Cercospora* y añublo foliar por *Rhizoctonia* en *C. pubescens* CIAT 438 en Carimagua, Septiembre 1981 a Septiembre 1982.



● Costra por *Sphaceloma*      □ Mancha foliar por antracnosis      ▲ Mancha foliar por *Drechslera*

Figura 5. Niveles, en promedio, de costra por *Sphaceloma*, mancha foliar por *Drechslera* y antracnosis en *Z. latifolia* CIAT 728 en Carimagua, Septiembre 1981 a Septiembre 1982.

Sabanas bien drenadas isotérmicas (Cerrados)

Con base en evaluaciones realizadas en CPAC (Planaltina, Brasil) y en otras localidades (ensayos regionales y pastos nativos) de los Cerrados de Brasil, se clasificaron las enfermedades de los géneros y de las especies más importantes en principales, secundarias y menores.

Enfermedades de *Stylosanthes* spp. De las 4 enfermedades detectadas en *Stylosanthes* spp., la más importante es la antracnosis, en particular en *S. guianensis* y *S. capitata*. La hoja pequeña causada por micoplasma es la enfermedad principal en *S. scabra*, mientras que el chancro por *Botryosphaeria* y el nematodo del nudo de la raíz son afecciones menores y secundarias, respectivamente (Cuadro 31).

Después de 2 años de evaluación en CPAC, el 48% de las accesiones de *S. guianensis* "tardío" presentan niveles de antracnosis leves o muy bajos, manteniendo CIAT 2243 su superioridad. Otras accesiones promisorias son: CIAT 1059, 1286, 1317, 1927, 2028, 2031, 2034, 2046, 2146, 2156, 2323, 2328. Las accesiones provenientes de Venezuela fueron altamente susceptibles como lo fueron en el ecosistema de los Llanos. Por el contrario, la accesión CIAT 2243 mostró ser altamente susceptible a la antracnosis en los Llanos. Los bajos niveles de enfermedad en CPAC dificultaron la selección de las accesiones más resistentes en las siembras de 1981.

Cuadro 31. Enfermedades de Stylosanthes spp.--sabanas bien drenadas isotérmicas (Cerrados).

	Especies <sup>a</sup>			
	<u>S. guianensis</u>	<u>S. capitata</u>	<u>S. macrocephala</u>	<u>S. scabra</u>
Antracnosis	+ /+++	+ /+++	- /+	- /+
Hoja pequeña	-	- /+	- /+	- /+++
Chancro	-	- /+	-	- /+
Nematodo del nudo de la raíz	- /++	-		-

a. - = enfermedad no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

Aunque las últimas evaluaciones fueron realizadas en 1980, los síntomas en las plantaciones de S. capitata se confundieron con los de senescencia debida a la estación seca y fría. Se estableció claramente que las accesiones de Minas Gerais (por ejemplo CIAT 2257 a 2259) eran más susceptibles a antracnosis, mientras las accesiones provenientes de Bahía, Maranhao, Piauí y Ceara eran menos susceptibles. De 33 accesiones estudiadas, sólo un 45% sufrió levemente de dicha enfermedad. Los resultados fueron similares en suelos LVA y LVE. La hoja pequeña causada por micoplasma fué también detectada en varias accesiones.

Gran parte de las accesiones de S. macrocephala siguieron resistentes o levemente afectada por antracnosis (90% en LVE y 79% en LVA en el CPAC). No obstante, las accesiones CIAT 2272, 2275, 2278 y 2282 fueron moderada a severamente afectadas por antracnosis en una sola o en ambas localidades. CIAT 2133 se distinguió por su alta resistencia a antracnosis y por tener el más alto rendimiento.

La hoja pequeña causada por micoplasma es la afección más importante de S. scabra, con aproximadamente el 90% de las accesiones moderada a fuertemente afectadas en CPAC. La antracnosis fue generalmente una enfermedad secundaria en esta especie.

Enfermedades de Zornia spp. De las 5 enfermedades de Zornia spp. detectadas en los Cerrados, el complejo virus-hongo es la afección más importante (Cuadro 32). Aunque las enfermedades principales no han sido aún identificadas, el añublo foliar por Rhizoctonia es la enfermedad secundaria de la mayor parte de las especies. Como en los Llanos, C. macrocarpum se mantuvo notablemente indemne de enfermedades.

Ensayo en muchas localidades de una selección de Stylosanthes capitata. Este ensayo, compuesto de 100 accesiones de S. capitata

Cuadro 32. Enfermedades de Zornia spp. y de Centrosema spp.--sabanas bien drenadas isotérmicas (Cerrados).

Enfermedad	Calificación de la enfermedad <sup>a</sup>			
	<u>Z. latifolia</u> <sup>b</sup>	<u>Z. brasiliensis</u>	<u>Z. myriadena</u>	<u>Zornia</u> sp. <sup>c</sup>
En <u>Zornia</u> spp.				
Costra por Sphaceloma	+/>+++	-	-	++
Complejo virus-hongos	++/>+++	+/>++	-	+
Complejo del tallo	+/>++	+	-	+
Antracnosis	+/>++	+/>++	+	+
Mancha foliar por Drechslera	+/>++	-	-	-
En <u>Centrosema</u> spp.	<u>C. brasilianum</u>	<u>C. pubescens</u>	<u>C. macrocarpum</u>	<u>Centrosema</u> sp. <sup>d</sup>
Mancha foliar por Cercospora	-/>+	+/>++	-/>+	-/>+
Añublo foliar por Rhizoctonia	+/>++	-/>++	-/>+	-/>+
Antracnosis	-/>+	-/>+	-/>+	-/>+

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

b. Incluye otras especies bifoliadas de Zornia.

c. Zornia sp. tipo CIAT 7847.

d. Centrosema sp. tipo CIAT 5112.

provenientes de Brasil y Venezuela, fue sembrado en noviembre de 1981 en Acaua (al norte de Minas Gerais) Brasil. La investigación, en colaboración con EPAMIG, tuvo como objetivo evaluar la antracnosis y otras plagas y enfermedades. Particularmente se compararon las reacciones de estas accesiones a antracnosis en varias localidades a través del área de distribución natural de esta especie a fin de evaluar posibles diferencias en la patogenicidad de Colletotrichum gloeosporioides y determinar los mejores sitios de selección.

Después de 10 meses, el nivel de antracnosis es generalmente bajo. Sin embargo, varias accesiones están moderadamente afectadas (Cuadro 33). Hasta el momento, las accesiones más productivas son CIAT 2253, 2254 y 2252 de Ceara (Brasil) y la CIAT 2013 de Goias (Cuadro 34). Este ensayo seguirá siendo evaluado durante los 2 próximos años.

### Ecosistemas de bosque

Las evaluaciones realizadas durante los 3 últimos años en 14 ensayos regionales en ecosistemas boscosos permitieron identificar las enfermedades más importantes de los géneros clave.

Cuadro 33. Evaluación de la antracnosis en accesiones<sup>a</sup> de Stylosanthes capitata en Acaua<sup>b</sup>, Minas Gerais, Brasil, 1982.

Accesión	Origen	Evaluación de antracnosis <sup>c</sup>
2106 <sup>d</sup>	Bahía, Brasil	4.0
2035 <sup>d</sup>	Bahía, Brasil	3.7
2055 <sup>d</sup>	Bahía, Brasil	3.0
2049 <sup>d</sup>	Bahía, Brasil	2.7
2068	Bahía, Brasil	2.3
703 <sup>e</sup>	Minas Gerais, Brasil	2.3
2008	Goias, Brasil	2.0
2109	Bahía, Brasil	2.0
2136	Bahía, Brasil	1.7
1440	Bahía, Brasil	1.7
2051	Bahía, Brasil	1.3
2104	Bahía, Brasil	1.3
2125	Bahía, Brasil	1.3
2155	Bahía, Brasil	1.3
2269	Minas Gerais, Brasil	1.3

- a. Todas las accesiones presentaron niveles de antracnosis superiores a 1.0 (promedio de tres replicaciones).
- b. Ensayo de selección en varias localidades.
- c. 1.0 = detección de la enfermedad; 5.0 = planta muerta.
- d. Stylosanthes pilosa.
- e. Número I.P.F., Brasil.

Cuadro 34. Producción de materia seca en las accesiones<sup>a</sup> más vigorosas de Stylosanthes capitata en Acaua<sup>b</sup>, Minas Gerais, Brasil, junio 1983.

Accesión CIAT No.	Origen	Producción de materia seca (gr/parcela)
2253	Ceara, Brasil	903.3
2254	Ceara, Brasil	877.3
2013	Goiás, Brasil	834.3
2252	Ceara, Brasil	778.0
2138	Bahía, Brasil	742.3
1338	Piauí, Brasil	715.3
1356	Venezuela	674.3
1440	Bahía, Brasil	631.7
1691	Mato Grosso, Brasil	627.3
2251	Ceara, Brasil	619.0
2125	Bahía, Brasil	609.7
517 <sup>c</sup>	Minas Gerais, Brasil	562.7
2221	Bahía, Brasil	517.7
2068	Bahía, Brasil	503.3
1423	Goiás, Brasil	503.0
2069	Bahía, Brasil	472.7
2200	Distrito Federal, Brasil	468.0
1686	Mato Grosso, Brasil	461.3
2035	Bahía, Brasil	450.0
2219	Bahía, Brasil	450.0
2088	Bahía, Brasil	443.0
2054	Bahía, Brasil	440.3
2155	Bahía, Brasil	423.0
920 <sup>c</sup>	Minas Gerais, Brasil	413.0
1535	Venezuela	409.0

- a. Ensayo de selección en varias localidades.
- b. Promedio de tres replicaciones.
- c. Número I.P.F., Brasil.

Enfermedades de Stylosanthes spp. Aunque se han detectado cinco enfermedades en especies de Stylosanthes, no se han identificado enfermedades importantes (Cuadro 35). Es particularmente notable el hecho de que la antracnosis es solamente una enfermedad secundaria de S. guianensis cuando en ambos ecosistemas de sabana esta especie padece considerablemente de la enfermedad, fenómeno éste que es materia de estudio.

Enfermedades de Desmodium spp. Seis enfermedades han sido detectadas en Desmodium spp. en los ecosistemas boscosos, y su importancia generalmente está localizada (Cuadro 36). Por ejemplo, el

Cuadro 35. Enfermedades de Stylosanthes spp. y Zornia spp.--ecosistemas de bosques.

Enfermedad	Calificación de la enfermedad <sup>a</sup>		
	<u>S. guianensis</u>	<u>S. capitata</u>	<u>S. macrocephala</u>
En <u>Stylosanthes</u> spp.			
Antracnosis	-/++	-/++	-
Hoja pequeña	-	-/++	-
Añublo	-	-/+	-
Añublo foliar por Rhizoctonia	-/+	-	-
Mancha foliar por Cercospora	-/+	-	-
En <u>Zornia</u> spp.		<u>Z. latifolia</u> <sup>b</sup>	<u>Z. brasiliensis</u>
Costra por Sphaceloma		-/+++	-
Complejo del tallo		+/>+	-
Antracnosis		+/>+	+/>+
Mancha foliar por Drechslera		+/>+	-
Roya		-/++	-
Añublo foliar por Rhizoctonia		-/++	-/+
Hoja pequeña		-/+++	-/+

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

b. Incluyendo otras dos especies bifoliadas de Zornia.

nematodo del nudo de la raíz es una enfermedad importante de D. gyroides en Tarapoto (Perú), pero no ha sido detectado en otra parte. Así mismo, la hoja pequeña causada por micoplasma es una afección importante de D. heterocarpon en varias localidades de Brasil. Sin embargo, en todos los sitios, D. ovalifolium y D. heterophyllum estuvieron relativamente libres de enfermedades.

Enfermedades de Zornia spp. Como en los ecosistemas de sabana, Z. latifolia y las especies bifoliadas emparentadas son más susceptibles a enfermedades que Z. brasiliensis (Cuadro 35). Tal como la costra por Sphaceloma y la mancha foliar por Drechslera, la hoja pequeña causada por micoplasma y la roya son enfermedades importantes en cierto número de localidades.

Enfermedades de Centrosema spp. Cuatro enfermedades han sido detectadas en Centrosema spp. en los ecosistemas boscosos (Cuadro 36). Como en los ecosistemas de sabana, el problema más importante y más

Cuadro 36. Enfermedades de Desmodium spp. y de Centrosema spp.--ecosistemas de bosques.

Enfermedad	Calificación de la enfermedad <sup>a</sup>			
	<u>D. ovalifolium</u>	<u>D. heterocarpon</u>	<u>D. heterophyllum</u>	<u>D. gyroides</u>
En <u>Desmodium</u> spp.				
Nematodo del nudo de la raíz	-	-	-	-/+++
Hoja pequeña	-/++	-/+++	-/+	-/++
Mancha foliar por Cercospora	-/++	-	-	-/+
Añublo foliar por Rhizoctonia	-/+	-/+	-/+	-/+
Antracnosis	-/+	-/+	-/+	-/+
Roya	-	-	-	-
En <u>Centrosema</u> spp.				
	<u>C. brasilianum</u>	<u>C. pubescens</u>	<u>C. macrocarpum</u>	
Mancha foliar por Cercospora	-/+	+//+	-/+	
Añublo foliar por Rhizoctonia	+//+	-/++	-/+	
Antracnosis	-/+	-/++	-/+	
Hoja pequeña	-	-/+	-	

a. - = no detectada; + = enfermedad leve; ++ = enfermedad secundaria; +++ = enfermedad principal.

extenso en C. brasilianum es el añublo foliar por Rhizoctonia. Las otras especies de Centrosema no presentan problemas importantes de enfermedades en los ecosistemas boscosos.

Estudios sobre antracnosis de S. guianensis en ecosistemas de bosque. En 1981 se iniciaron estudios sobre la baja susceptibilidad de S. guianensis "común" en Pucallpa (Perú). Los resultados mostraron que los aislamientos de C. gloesporioides provenientes de Pucallpa eran tan patógenos o más que los aislamientos de los ecosistemas de sabana en los cuales la leguminosa es altamente susceptible a antracnosis. Los estudios iniciados en 1982 permitirán determinar cuáles son los agentes de control biológico responsables de la ausencia de antracnosis en Pucallpa.

En colaboración con el IVITA en Pucallpa, se recolectaron muestras de las bacterias del filoplano en S. guianensis CIAT 136. Dichas muestras fueron seleccionadas por su antagonismo in vitro e in vivo a 2 aislamientos de C. gloesporioides provenientes de Pucallpa. Varios aislamientos mostraron ser antagónicos in vitro a la germinación y a los procesos de formación del apresorio de los dos hongos. Con base en este estudio, 4 aislamientos bacterianos ( $I_2$ ,  $I_5$ ,  $I_{10}$ ,  $I_{12}$ ) fueron seleccionados y probados in vivo en la accesión CIAT 136. Los aislamientos bacterianos fueron más antagónicos al I Schof que al I 184 (Cuadros 37 y 38).

En ambos aislamientos no hubo diferencia entre las soluciones nutritivas y los tratamientos de agua. El aislamiento bacteriano  $I_{12}$  fué el más antagónico, aunque el  $I_{10}$  mostró también altos niveles de antagonismo. Prosiguen los estudios sobre variaciones en las poblaciones de bacterias del filoplano asociadas al CIAT 136 en Pucallpa a fin de determinar si el  $I_{10}$  y el  $I_{12}$  son miembros dominantes de la microflora. Se iniciaron además investigaciones sobre otras hipótesis tales como el efecto del estrés fisiológico y edafológico en la susceptibilidad de S. guianensis a antracnosis ya que dicho estrés no existe en el ecosistema boscoso en comparación con la sabana.

Como pocas accesiones de S. guianensis "común" habían sido previamente probadas en los ecosistemas boscosos, se establecieron varios ensayos a fin de determinar si la baja susceptibilidad a antracnosis es un carácter general de esta especie. La comparación de las reacciones a la antracnosis después de 6 meses de 27 accesiones de S. guianensis en Pucallpa y en Carimagua (Colombia) mostró que todas fueron inferiores a 2.5 en la primera estación y superiores a 2.5 en la segunda (Figura 6). Los resultados obtenidos hasta ahora sugieren que la susceptibilidad de S. guianensis "común" a la antracnosis en los bosques es un carácter general de la especie y está probablemente determinado por factores externos (climáticos, edafológicos y de microflora).

Cuadro 37. Efecto de aislamientos antagónicos de la bacteria del filoplano sobre la antracnosis de Stylosanthes guianensis causada por Colletotrichum gloeosporioides I Schof de Pucallpa, Perú.

Tratamiento	Evaluaciones de antracnosis <sup>a</sup>					
	Lesiones del tallo		No. de hojas		Lesiones foliares	
	6 s	12 s	6 s	12 s	6 s	12 s
Testigo	2.8	1.3	107	72	57	53
Bactericida <sup>b</sup>	2.5	2.0	127 *	66	100	57
I 2 PG <sup>c</sup>	1.7	1.7	77	65	34 *	38 *
I 5 PG	2.0	3.0	101	59	38 *	46 *
I 10 PG	2.7	2.0	77	104 *	41 *	50
I 12 PG	1.8	1.3	91	64	36 *	58
I M PG	2.3	2.7	77	100	34 *	56
I 2 Agua	1.4 *	1.3	112	127	45	46
I 5 Agua	1.7	2.3	137 *	109 *	36 *	55
I 10 Agua	1.7	2.3	69	55	54	44
I 12 Agua	1.3 *	2.7	142	101 *	26 *	51
I M Agua	2.0	2.7	72	97	45	50

- a. Evaluación de antracnosis: las lesiones del tallo fueron evaluadas con base en el promedio de tres potes con cinco plantas cada uno en escala de 1-4 (1 = ninguna lesión; 4 = fuertes lesiones). El número de hojas fue evaluado con base en el promedio de folíolos restantes en tres potes con cinco plantas cada uno. Las lesiones del tallo fueron evaluadas con base en el promedio de las lesiones presentes sobre folíolos de tres potes con cinco plantas cada uno.
- b. Se aplicó el bactericida Vitavax 0.5%, 2 días antes de la inoculación con I Schof.
- c. PG = solución al 5% de peptona-glucosa (1:3).

\* Evidencia de antagonismo bacteriano significativo.

Cuadro 38. Efecto de aislamientos antagónicos de la bacteria del filoplano sobre la antracnosis causada por Colletotrichum gloeosporioides I 184 de Pucallpa (Perú) en Stylosanthes guianensis CIAT 136.

Tratamiento	Evaluaciones de antracnosis <sup>a</sup>					
	Lesiones del tallo		No. de hojas		Lesiones foliares	
	6 s	12 s	6 s	12 s	6 s	12 s
Testigo	3	2.3	74	79	53	63
Bactericida <sup>b</sup>	2.3	2.0	63	73	58	69
I 2 PG <sup>c</sup>	1.3 *	1.3 *	83	61	58	51 *
I 5 PG	2.3	2.3	91 *	81	43 *	62
I 10 PG	1.7 *	3.0	86 *	49	51	40 *
I 12 PG	2.3	2.3	97 *	82	37 *	48 *
I M PG	2.0	2.7	102 *	101 *	62	78
I 2 Agua	2.0	2.3	67	97 *	69	66
I 5 Agua	2.0	2.3	70	79	31 *	34 *
I 10 Agua	2.0	1.7 *	75	111 *	36 *	54
I 12 Agua	1.7 *	1.7 *	78	105 *	37 *	39 *
I M Agua	1.3 *	2.7	104 *	98	50	56

- a. Evaluación de antracnosis: las lesiones del tallo fueron evaluadas con base en el promedio de tres potes con cinco plantas cada uno en escala de 1-4 (1 = ninguna lesión; 4 = fuertes lesiones). El número de hojas fue evaluado con base en el promedio de folíolos restantes en tres potes con cinco plantas cada uno. Las lesiones del tallo fueron evaluadas con base en el promedio de las lesiones presentes sobre folíolos de tres potes con cinco plantas cada uno.
- b. Se aplicó el bactericida Vitavax 0.5%, 2 días antes de la inoculación con I 184.
- c. PG = solución al 5% de peptona-glucosa (1:3).

\* Evidencia de antagonismo bacteriano significativo.

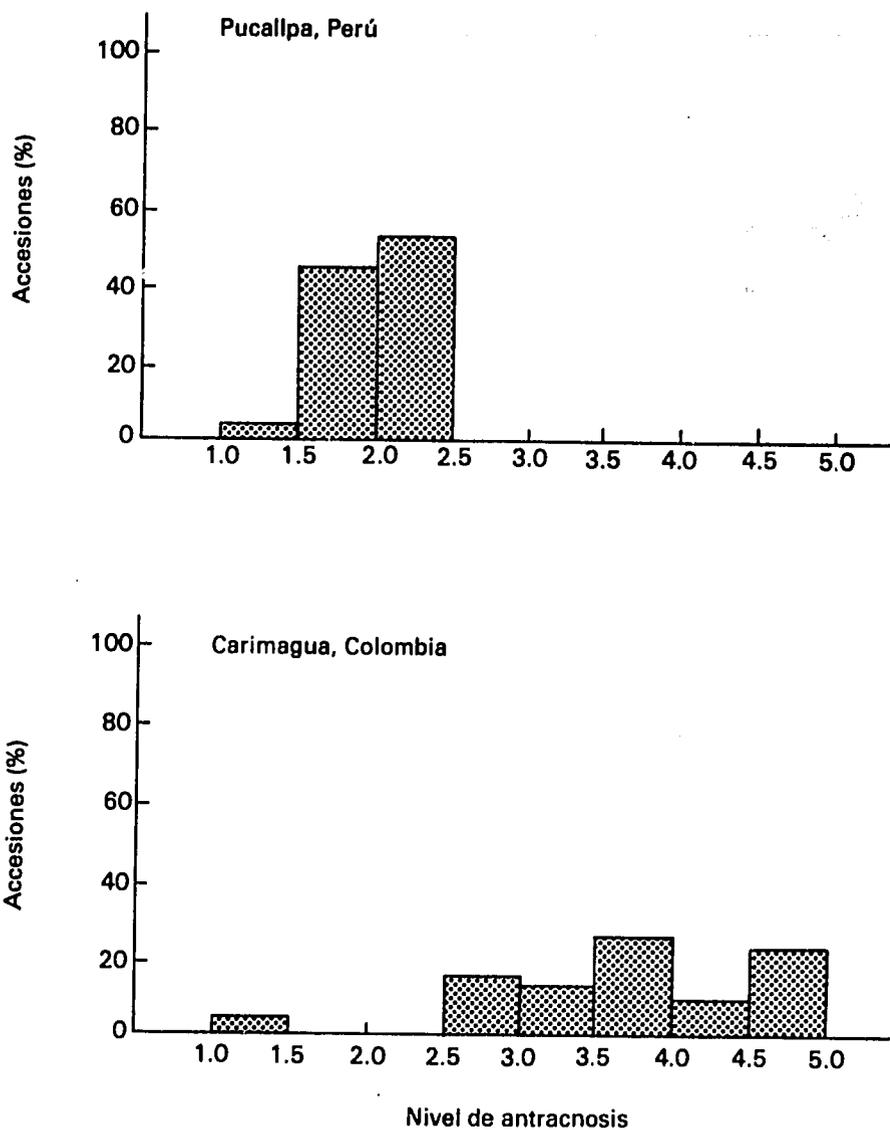


Figura 6. Reacción de 27 accesiones de *S. guianensis* a antracnosis después de seis meses en Pucallpa, Perú y Carimagua, Colombia.

# Entomología

## Introducción

Las actividades de la sección de Entomología del Programa de Pastos Tropicales se han concentrado de acuerdo a sus objetivos en:

a) evaluaciones sistemáticas en el germoplasma en sus diferentes categorías de evaluación de la tolerancia y/o resistencia a ataque de insectos plaga; b) evaluación del germoplasma en ensayos regionales; y c) desarrollo de proyectos de investigación específicos sobre aquellas plagas consideradas como limitativas de la producción de forraje.

## Estudios Generales

Durante el año 1982, se ha dado especial énfasis a la investigación sobre el salivazo o mión de los pastos, ya que ésta es la plaga de más amplia distribución, que afecta la producción de gramíneas (Brachiaria spp.) en pasturas. Estudios sobre posibilidades de control biológico usando el hongo Metarhizium anisopliae, utilización de diferentes alturas de corte, y su posible relación con la incidencia del insecto lo mismo que otros estudios básicos, han sido llevados a cabo con el fin de tratar de entender la problemática de las plagas.

En CIAT-Palmira, en condiciones de invernadero, se realizaron varios experimentos, comparando dos cepas nativas del hongo Metarhizium (Carimagua 7 y Quilichao 1) en relación con la efectividad en el control de ninfas y adultos del salivazo. Los resultados (Figura 1) muestran que cuando se aplicó el hongo directamente al cuerpo del insecto, la cepa C<sub>7</sub> fue mucho más efectiva que la cepa Q<sub>1</sub> tanto en ninfas de varios instars como en adultos.

Similares resultados se obtuvieron cuando las dos cepas se aplicaron independientemente al suelo y los insectos fueron expuestos al contacto del hongo (Figura 2). Estos resultados coinciden con los presentados el año anterior, cuando en los estudios preliminares de patogenicidad, C<sub>7</sub> fue mucho más efectiva que Q<sub>1</sub>. Una de las ventajas que parece tener la cepa C<sub>7</sub> es su amplio espectro de parasitismo, puesto que su aislamiento inicial se hizo de larvas parasitadas de Mocis sp., plaga defoliadora de las gramíneas (Informe Anual, 1981). El hecho de que C<sub>7</sub> se encuentre en condiciones naturales parasitando larvas Mocis parece indicar que C<sub>7</sub> tiene posibilidades de mantener relativamente altas sus poblaciones en el ecosistema, lo que podría garantizar su eficiencia y disponibilidad de inóculo en condiciones de campo, beneficiando en esta forma el control biológico del salivazo.

Resulta claro para la sección que su objetivo principal es la selección del germoplasma que presente características estables de resistencia y/o tolerancia a plagas. Por otra parte, dentro del enfoque del Programa de desarrollar una tecnología de mínimos insumos, la opción de utilización de control químico como una de las alternativas en la

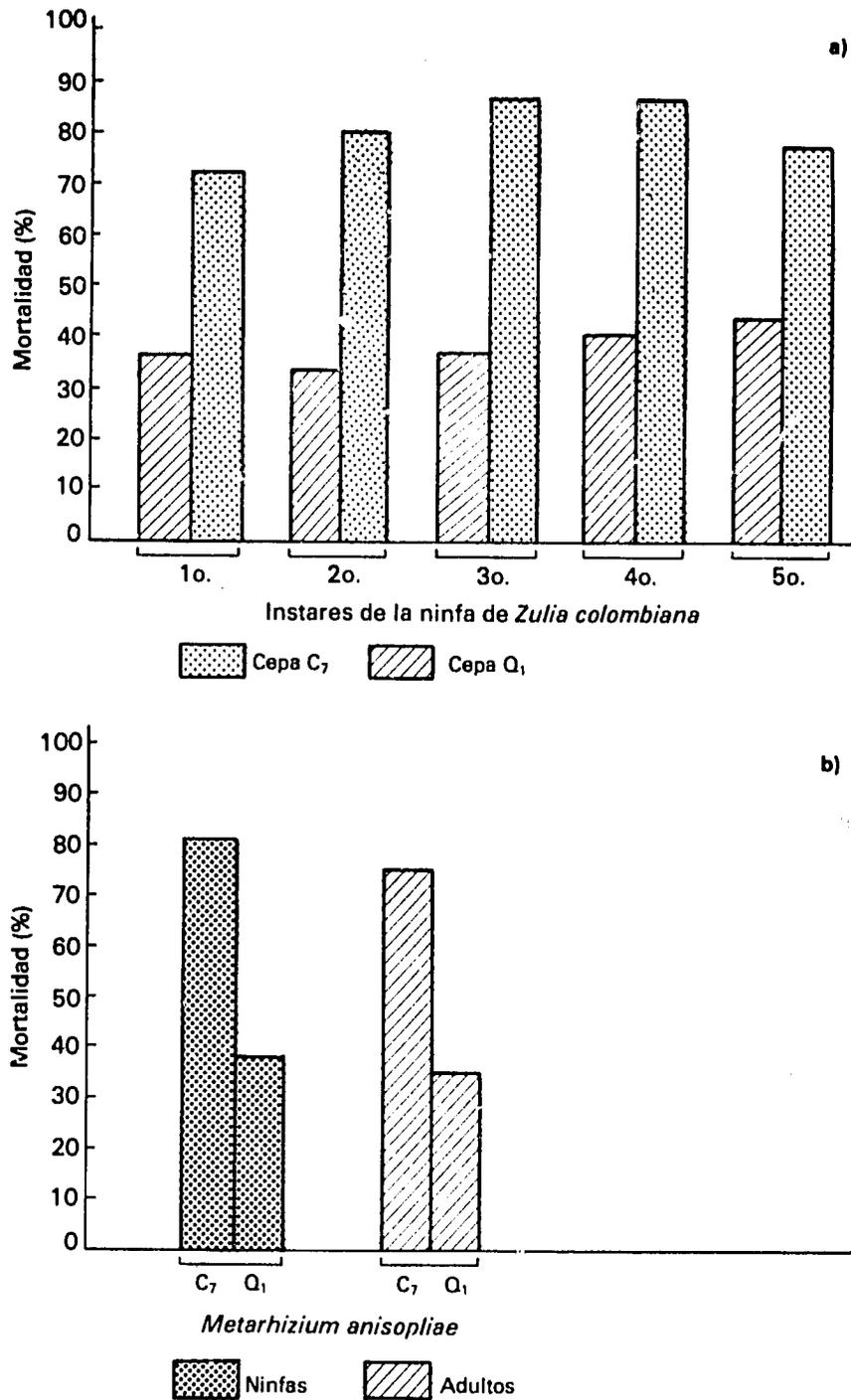


Figura 1. Patogenicidad de dos cepas nativas de *M. anisopliae* (inoculación directa) sobre ninfas de diferentes instares y adultos de *Zulia colombiana*, 1982.

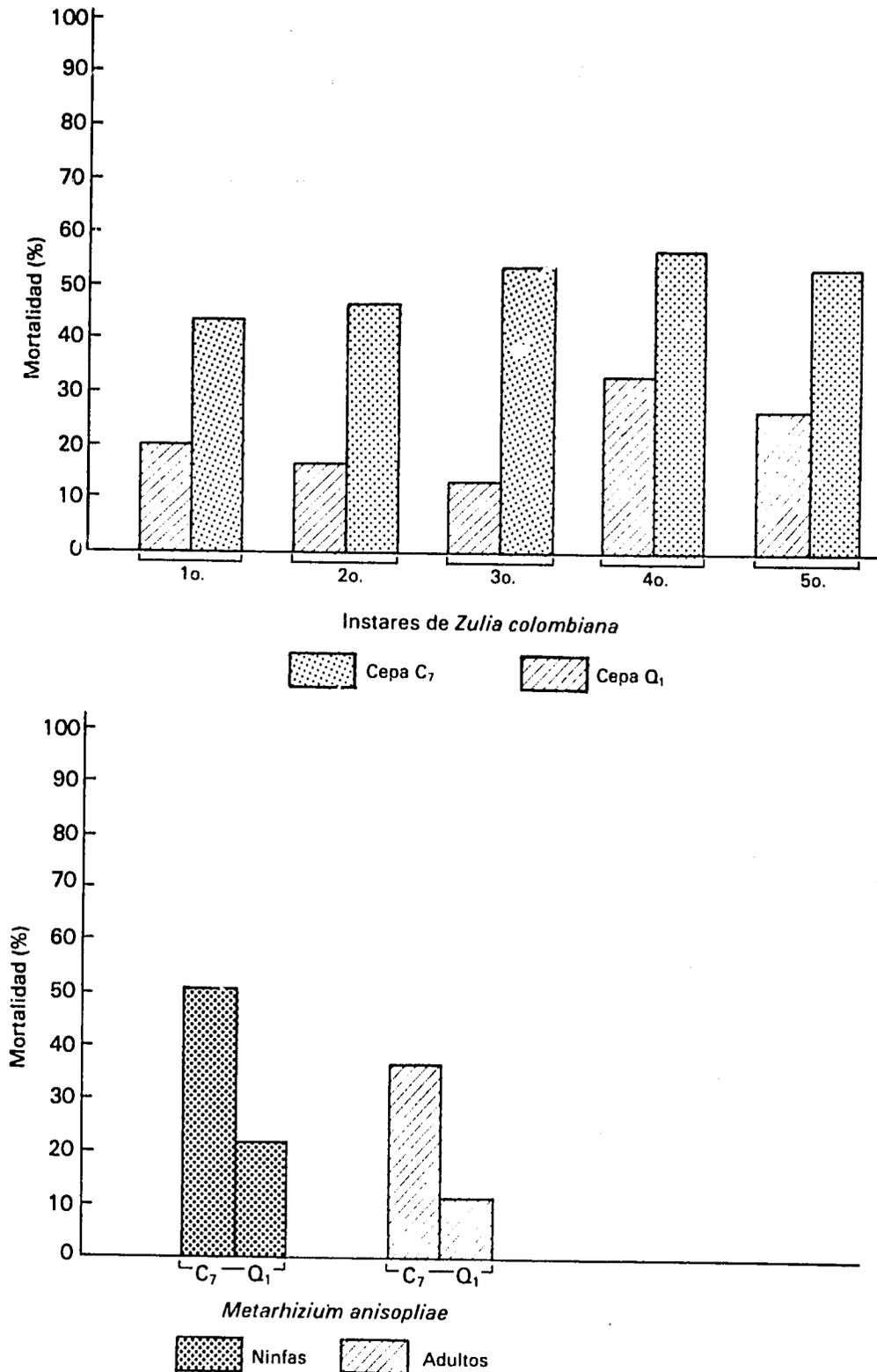
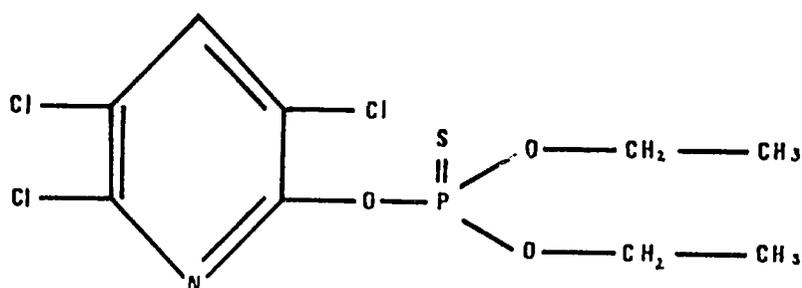


Figura 2. Efectividad de dos cepas nativas de *M. anisopliae* (aplicadas al suelo) sobre ninfas de diferentes instares y adultos de *Zulia colombiana*, 1982.

lucha contra las plagas de los forrajes tropicales es limitada. Sin embargo en situaciones críticas donde el daño causado por el insecto limite en su totalidad el forraje verde disponible por un período considerablemente largo (cuatro meses o más), se podría pensar en la alternativa de un control químico cuyas características (Figura 3) no parezcan causar efectos de consideración sobre los animales y ofrezcan buenas posibilidades de control de la plaga en un período relativamente corto. Esto permitiría una disminución en el tiempo de recuperación de la gramínea libre del insecto y una pronta utilización de la pradera por parte del ganadero.

### Chlorpyrifos



O,O-Dietil-O-(3,5,6-tricloro-2-piridil) fosforotionato

LD<sub>50</sub> = 135 mg/kg.

Plagas que controla: Garrapatas, hormigas, áfidos, grillos, ácaros, trips.

Utilizado en: ● Control de garrapatas en ganado y ovejas.  
● Experimentalmente, en salud pública y control de plagas de animales domésticos.

Información: ● No tiene acción sistémica. **No presenta efecto residual en el follaje.**  
● Efectivo durante varias semanas  
● Resistente a la lixiviación

Figura 3. Chlorpyrifos, insecticida promisorio para el control del salivazo.

Considerando las dos alternativas de control (biológico y químico), se diseñó un experimento en la estación experimental Quilichao (finca El Limonar), a fin de estudiar la efectividad de diferentes dosis de Metarhizium anisopliae cepa Q, en su sitio de origen en el control del salivazo. Los experimentos se establecieron utilizando un potrero

sembrado de B. decumbens y las parcelas se ubicaron en el sitio más uniforme en cuanto a infestación por el insecto y estado general del pasto.

Se probaron cinco dosis del hongo M. anisopliae cepa Q<sub>1</sub>, incluyendo además un testigo sin aplicación de conidias. La mayor dosis usada fue de  $16.2 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup> (igual a la empleada en Brasil), y las cuatro siguientes se disminuyeron cada vez en la mitad hasta la quinta dosis. Las evaluaciones se iniciaron una semana después de la aplicación y se registró el número de ninfas y adultos por parcela durante un período de nueve semanas.

Los resultados se expresan en porcentaje de control (población de ninfas muertas encontradas en cada tratamiento), relacionándolo con la población de ninfas vivas obtenidas en el testigo separadamente en cada evaluación semanal. Este porcentaje de control se calculó dividiendo el número de ninfas muertas por acción del hongo y por Chlorpyrifos entre el número esperado de ninfas vivas (Figuras 4 y 5).

En la Figura 4 se registra el control de ninfas obtenido por cada tratamiento a través del tiempo. En ella se aprecia que el mejor control se realizó con una dosis de  $16.2/2 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup> y que este fue creciente hasta la segunda semana; luego se mantuvo más o menos constante en un 80% hasta la octava semana, cuando la población decreció a niveles mínimos por efecto de condiciones ambientales (sequía).

Dosis inferiores a  $16.22 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup> iniciaron su control un poco más tarde (después de cuatro semanas), y nunca fue superior al 80%. El control de adultos ejercido por la cepa Q<sub>1</sub> fue errático y se considera que tiene poco efecto. Resultados similares se encontraron en el ecosistema de bosque en Macagual.

En una forma similar se ensayaron dosis diferentes de Chlorpyrifos para determinar su efectividad en el control del salivazo. Se emplearon cinco tratamientos (dosis) y un testigo sin aplicación del producto; la mayor dosis empleada fue de 0.96 kg/ha del producto equivalente a 4 litros/ha del producto comercial. Las cuatro dosis restantes fueron cada vez la mitad de la anterior.

En la Figura 5 se observa que la mejor dosis en el control de ninfas fue 2 litros de producto comercial/ha, equivalente a 0.48 kg de Chlorpyrifos/ha, consiguiendo un control de más del 80% hasta la octava semana, cuando la población decreció por condiciones ambientales. Se presenta una situación confusa en la interpretación de los resultados de este ensayo, pues dosis tales como 0.25 litros P.C./ha ofrecen aparentemente mayor control que dosis más altas (1 y 0.5 litros P.C./ha). Los resultados obtenidos con este producto indican que tiene un buen poder de residualidad en el suelo por un período aproximado de dos meses, en condiciones de Quilichao. En zonas con mayor precipitación como Macagual, su efecto sólo se alcanzó dos meses después de la aplicación.

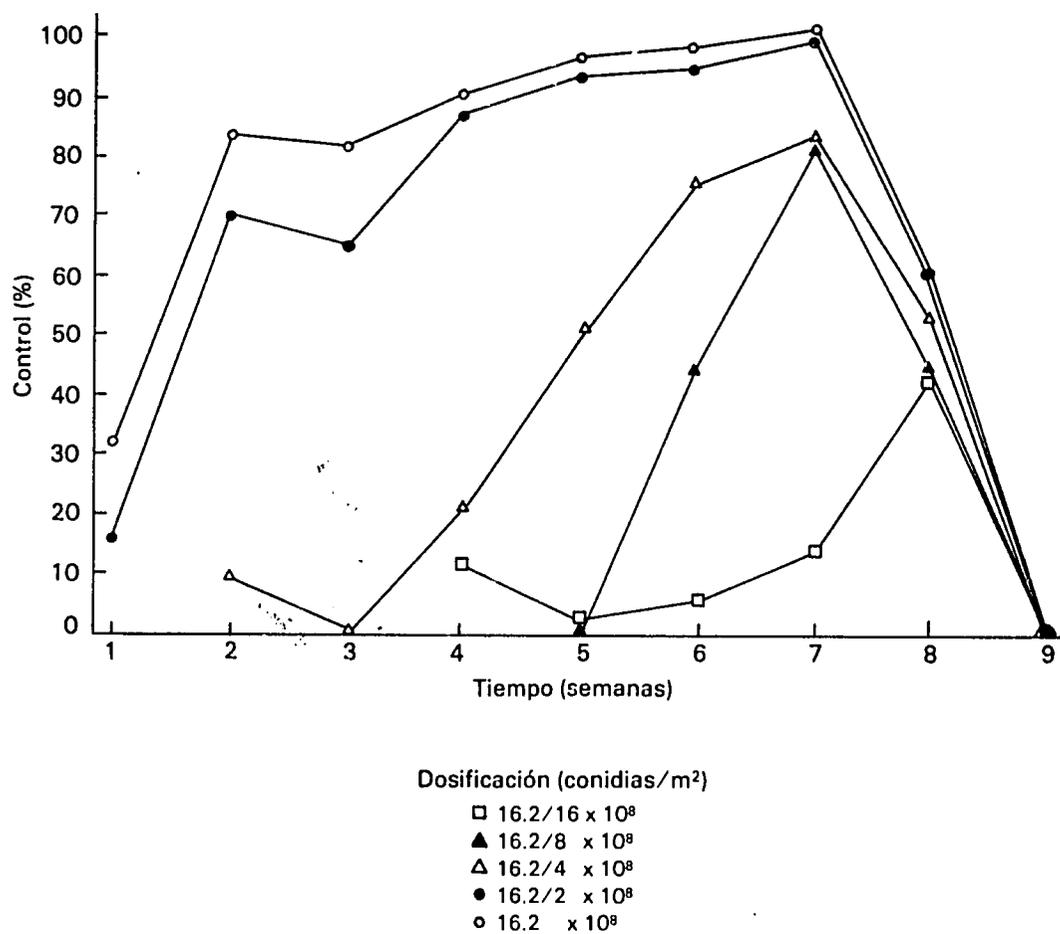


Figura 4. Efectividad de diferentes dosis de Metarhizium anisopliae (Cepa Q<sub>1</sub>) en el control de salivazo Zulia colombiana en Quilichão.

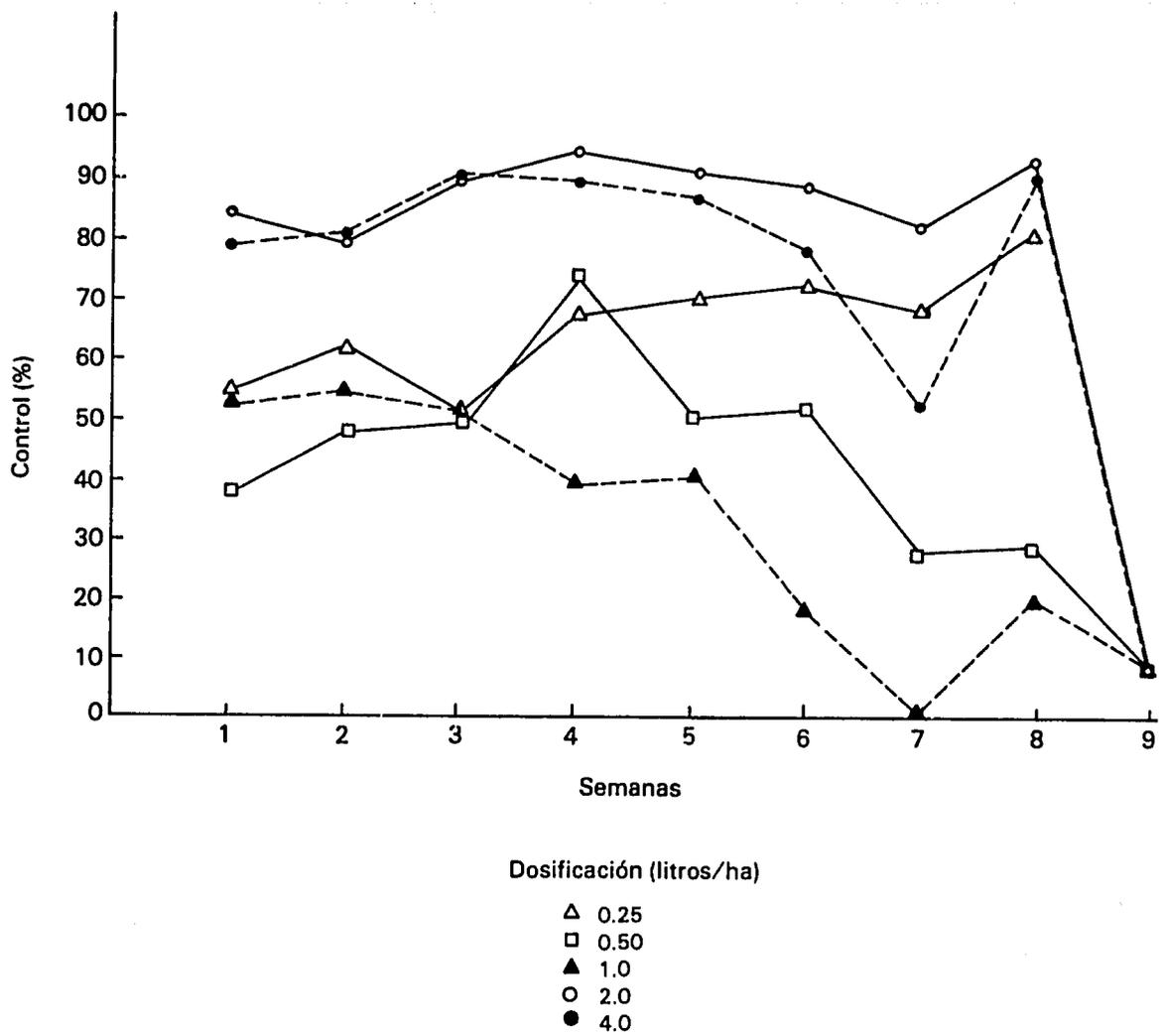


Figura 5. Efectividad de diferentes dosis de Chlorpyrifos en el control de salivazo Zulia colombiana en Quilichao.

## Tolerancia de algunas especies de *Brachiaria* al ataque de salivazo

Algunas especies de *Brachiaria*, tales como *B. humidicola* y *B. dictyoneura*, se han catalogado como tolerantes al ataque del salivazo por su capacidad de tolerar poblaciones altas del insecto durante un tiempo prolongado, en comparación con especies susceptibles como *B. decumbens*.

En condiciones de campo de Santander de Quilichao, las tres gramíneas anotadas: *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* se evaluaron a fin de tratar de explicar la resistencia o tolerancia encontrada en *B. humidicola* con base en la alta capacidad de emitir brotes que le permitan producir nuevas plantas y recuperarse rápidamente del ataque de salivazo.

Se tomaron al azar tres plantas de cada una de las gramíneas después de seis meses de sembradas, y una vez hubieran cubierto toda la superficie del suelo. De cada planta se tomaron al azar nueve tallos y en ellos se midió el número de entrenudos y la longitud de los tallos. Los resultados muestran que en plantas de *B. humidicola* se pueden encontrar nudos cada 3.2 cm, mientras que en *B. dictyoneura* se encuentran cada 5.9 cm y cada 8.7 cm en *B. decumbens* (Cuadro 1). Estos resultados indican que *B. humidicola* tiene una capacidad de formar brotes 2.7 veces mayor que *B. decumbens*, y *B. dictyoneura* es capaz de producir 1.5 más brotes que *B. decumbens*. Con estos datos es posible explicar por qué gramíneas como *B. humidicola* soportan altas poblaciones de salivazo durante más tiempo que *B. decumbens* y aun se recuperan en períodos mucho más cortos.

### Plagas en *Stylosanthes* spp.

#### Mecanismos de resistencia de *S. capitata* al barrenador del tallo, *Caloptilia* sp. Contenido de lignina en los tallos

Los mecanismos de resistencia al barrenador del tallo indicaron que accesiones de *S. capitata* mostraron un efecto de antibiosis afectando la biología del insecto; así mismo se comprobó que el grado de dureza de

Cuadro 1. Capacidad de producción de brotes en tres especies de *Brachiaria*.

Especie	Longitud promedio tallos (cm)	No. promedio entrenudos	Capacidad promedio emisión de brotes (distancia entre nudos) (cm)	Capacidad de emisión de brotes comparada (no. de veces)
<i>B. humidicola</i>	84.8	26.3	3.2 c*	2.70
<i>B. dictyoneura</i>	130.2	22.1	5.9 b	1.5
<i>B. decumbens</i>	75.4	8.7	8.7 a	1.0

\* Promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente al nivel de probabilidad de 0.05 (DMS).

los tallos y su contenido de tejido esclerenquimatoso están negativamente relacionados con los niveles de infestación y daño encontrados en el campo (Informe Anual, 1981). En la búsqueda de un método práctico y efectivo de selección del germoplasma, se diseñó un ensayo preliminar utilizando accesiones reconocidas como susceptibles o resistentes al ataque de barrenador del tallo, el cual consistió en determinar el contenido de lignina presente en los tallos. Se tomaron 11 accesiones de las cuales tres eran consideradas susceptibles: CIAT 136, 184 (S. guianensis común), CIAT 1078 (S. capitata); los ocho ecotipos restantes eran de S. capitata que habían mostrado resistencia y/o tolerancia al ataque del insecto.

Los resultados indican que los ecotipos considerados resistentes al barrenador del tallo presentan contenidos de lignina superiores a aquellos considerados susceptibles (Figura 6). Estudios similares con S. guianensis "tardío", S. macrocephala, S. scabra y un número mayor de S. capitata se han iniciado y continuarán durante 1983 a fin de tratar de comprobar esta hipótesis.

Estimaciones de pérdida de semilla causada por *Stegasta bosquella* en dos ecotipos de *S. capitata* y un ecotipo de *S. guianensis*, Quilichao, 1982

Se siguieron las fluctuaciones de producción de semilla madura, semilla seca perforada y población de larvas del perforador de botones Stegasta bosquella, en tres lotes establecidos con los ecotipos CIAT 1019 y 1315 de S. capitata y CIAT 136 de S. guianensis; las evaluaciones se iniciaron en abril de 1982 y consistieron en la toma semanal de 10 muestras de inflorescencias, cada una en un área de 90 cm<sup>2</sup> por cada ecotipo, donde se midieron las variables anotadas. En las Figuras 7, 8, y 9 se anotan los promedios por evaluación para cada variable a través de un período de lluvia (abril-junio) y un período de verano (julio-septiembre) para cada uno de los ecotipos.

La fluctuación de las poblaciones de larvas de S. bosquella se mostraron bajas durante la época de mayor precipitación (final de abril, mayo y principios de junio) y aumentaron en los meses de sequía (final de junio, julio, agosto y principios de septiembre) en todos los ecotipos.

La producción de semilla madura de los ecotipos de S. capitata se presentó durante agosto, habiéndose registrado los daños más severos durante junio y julio. En S. guianensis 136 la producción alta de semilla madura se produjo en la estación lluviosa precisamente cuando estuvieron bajas las poblaciones de perforador, por lo tanto, las pérdidas fueron relativamente menores en comparación con los ecotipos de S. capitata.

Los resultados indican que la población de larvas de Stegasta está fuertemente influenciada por el clima, especialmente la precipitación. Es necesario hacer las siguientes consideraciones: a) cuando el objetivo de la siembra de Stylosanthes es producción de semilla, se debe

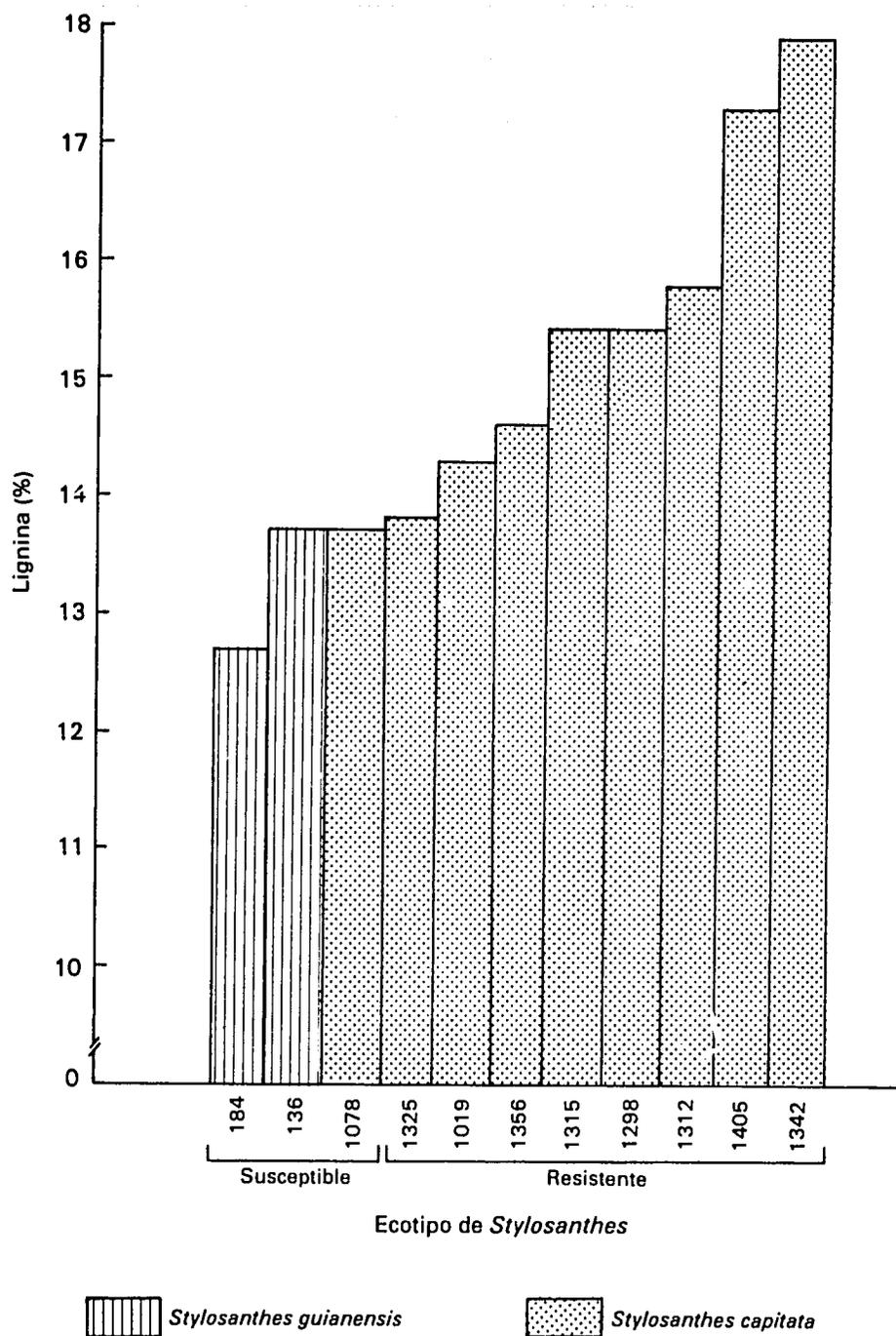


Figura 6. Contenido de lignina registrado en varios ecotipos de *Stylosanthes* susceptibles y resistentes al ataque del barrenador del tallo, *Caloptilia* sp.

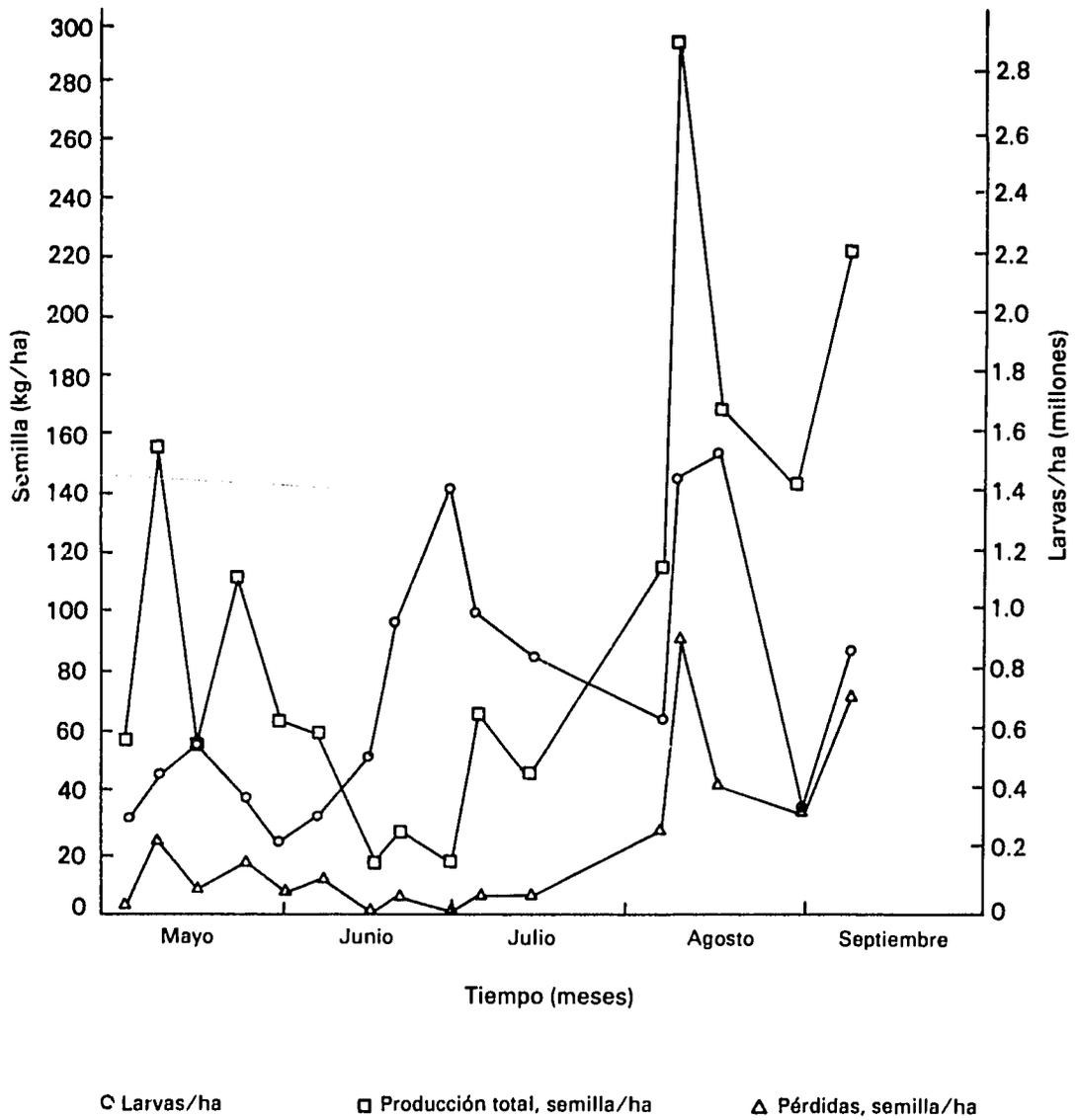


Figura 7. Producción de semilla de *S. capitata* 1315 y pérdidas causadas por infestaciones del perforador de botones *Stegasta bosquella* Ch., Quilichao, 1982.

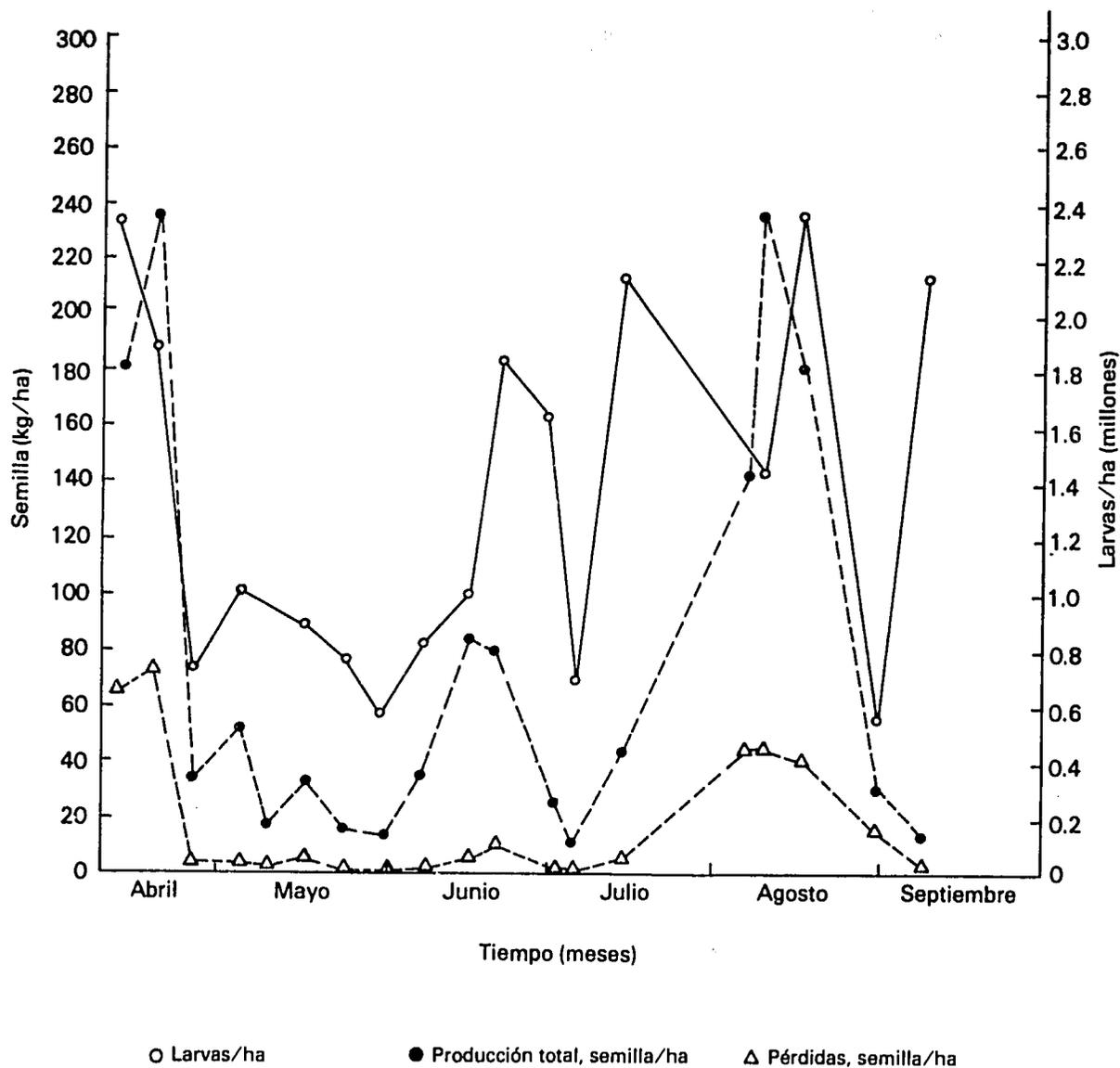


Figura 8. Producción de semilla de *S. capitata* 1019 y pérdidas causadas por infestaciones del perforador de botones *Stegasta bosquella* Ch., Quilichao, 1982.

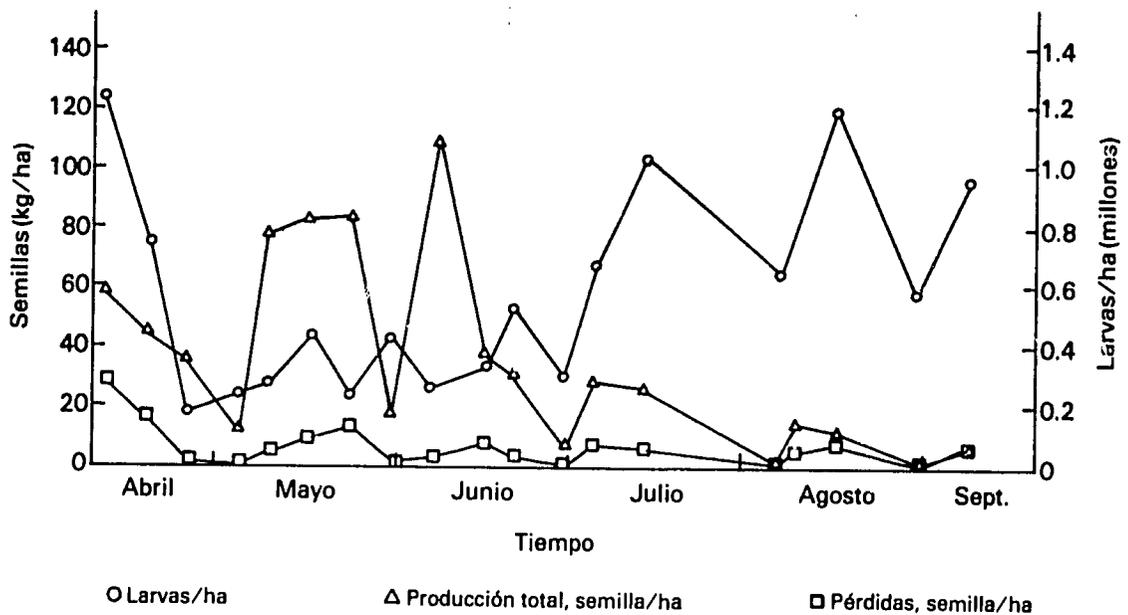


Figura 9. Producción de semilla de S. guianensis 136 y pérdidas causadas por infestaciones del perforador de botones Stegasta bosquella, Quilichao, 1982.

pensar en la utilización de un control químico, y éste debe comenzar en la segunda quincena de junio aproximadamente; para ecotipos cuya cosecha se realice en verano (agosto), el control se debe iniciar en julio para el ecosistema de Quilichao; b) si la siembra del Stylosanthes es para establecer potreros, no se considera que las pérdidas de semilla registradas en este ensayo puedan afectar la persistencia de la pradera.

En el Cuadro 2 se presentan las máximas producciones de semilla madura y las pérdidas por semilla perforada en los tres ecotipos estudiados.

#### Plagas en Sabana Isohipertérmica Bien Drenada (Llanos)

Utilizando potreros de la sección de Productividad y Manejo de Praderas en Carimagua, desde 1980 se han hecho evaluaciones mensuales de las poblaciones de salivazo en a) potreros de Brachiaria en asociaciones con Pueraria phaseoloides en franjas; b) Brachiaria y Pueraria como banco de proteína; y c) potreros de Brachiaria puro. Los resultados de las evaluaciones de tres años (Figuras 10 y 11) nos muestran un incremento de las poblaciones de ninfas y adultos de salivazo, siendo importante mencionar que aquellos potreros asociados con P. phaseoloides siempre presentan mayor población del insecto en comparación con los potreros de Brachiaria puro. Sin embargo, las poblaciones promedio de ninfas y adultos registrados (Cuadro 3) no se consideran críticas y las ganancias de peso de los animales (carga 2.1 UA/ha) durante este período fueron aceptables.

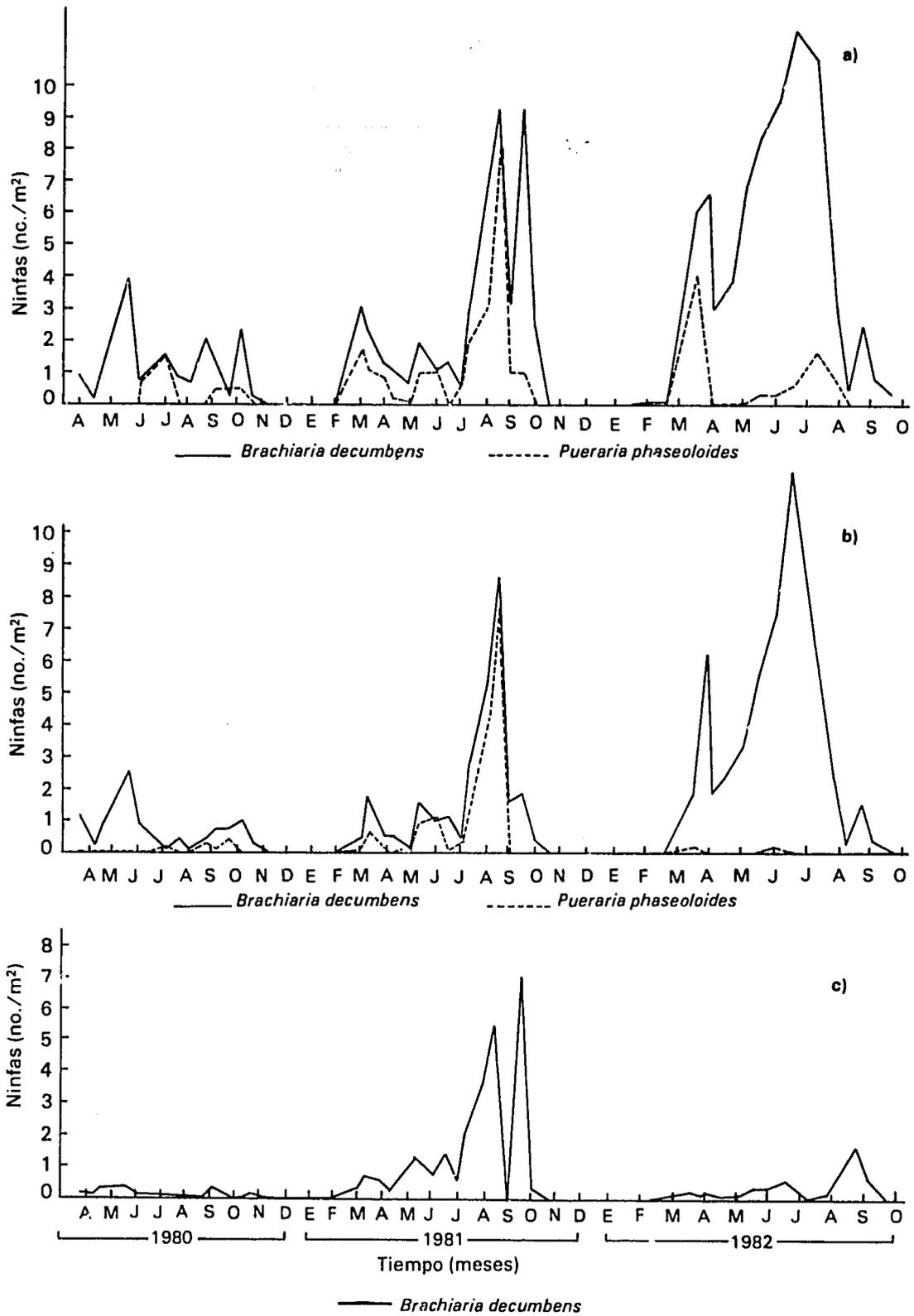


Figura 10. Fluctuación de la población de ninfas de salivazo de los pastos (*Aeneolamia reducta*) en tres sistemas de establecimiento: a) franjas de *B. decumbens* y *P. phaseoloides*; b) bloques de *B. decumbens* y *P. phaseoloides*; c) siembra pura de *B. decumbens*. Carimagua 1980, 1981, 1982.

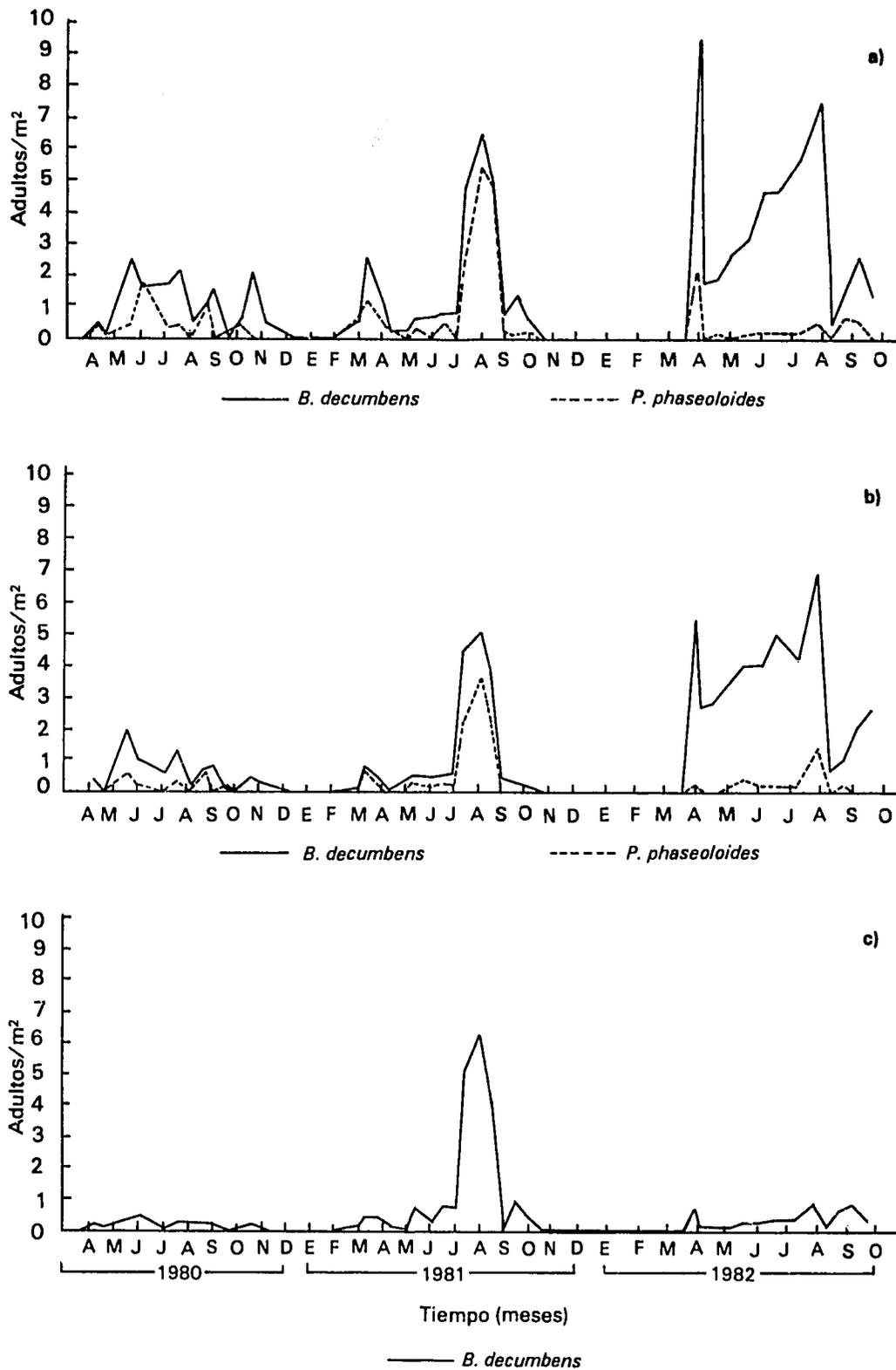


Figura 11. Fluctuación de la población de adultos de salivazo de los pastos (*Aeneolamia reducta*) en tres sistemas de establecimiento: a) franjas de *B. decumbens* y *P. phaseoloides*; b) bloques de *B. decumbens* y *P. phaseoloides*; c) siembra pura de *B. decumbens*. Carimagua 1980, 1981, 1982.

Cuadro 2. Máxima producción y pérdida de semilla causada por Stegasta bosquella en dos ecotipos de S. capitata y un ecotipo de S. guianensis, Quilichao, 1982.

Ecotipo	Máxima producción (kg/ha)	Pérdida en producción (%)	Pérdida en producción (kg/ha)
<u>S. capitata</u> 1019	180	23.0	41.0
<u>S. capitata</u> 1315	293	19.0	56.0
<u>S. guianensis</u> 136	54	2.5	1.0

Cuadro 3. Número, promedio<sup>a</sup>, de ninfas y adultos de salivazo de los pastos (Aeneolamia reducta), registrados en Brachiaria decumbens y Pueraria phaseoloides en tres sistemas de establecimiento en Carimagua.

Sistema de establecimiento	<u>Brachiaria decumbens</u>		<u>Pueraria phaseoloides</u>	
	Ninfas/m <sup>2</sup>	Adultos/m <sup>2</sup>	Ninfas/m <sup>2</sup>	Adultos/m <sup>2</sup>
Franjas	2.47	1.57	0.64	0.50
Bloques	1.58	1.27	0.33	0.28
Puro	0.54	0.47	-	-

a. Promedio de tres años: 1980, 1981, 1982.

A fin de evaluar algunas accesiones del germoplasma de categorías III, IV, y V, bajo condiciones de altas poblaciones de insectos, se diseñó un experimento en Carimagua durante este año bajo condiciones controladas (jaulas).

Los resultados muestran que las poblaciones más abundantes han sido los insectos chupadores, mientras que los comedores han presentado hasta la fecha poblaciones cuatro veces menores (Cuadro 4). Este experimento se continuará durante 1983 a fin de observar el comportamiento de estas leguminosas en relación al ataque de estos dos grupos de insectos y su incidencia en el rendimiento.

Con el propósito de observar el posible efecto de fertilizantes sobre la incidencia de plagas en gramíneas y leguminosas forrajeras, se diseñó un ensayo donde se consideraron diferentes niveles de fertilización en cinco leguminosas (Z. latifolia 728, S. capitata 2013, D. ovalifolium 350, Centrosema pubescens 438 y S. guianensis 136) y tres gramíneas (A. gayanus 671, B. decumbens 606 y B. humidicola 679) (Cuadro 5).

Cuadro 4. Grado de daño causado por insectos chupadores y comedores de follaje en varias leguminosas promisorias (categorías III, IV, V), bajo condiciones controladas<sup>a</sup> Carimagua, 1982.

Leguminosa	Chupadores	Comedores
	Grado de daño Promedio	Grado de daño Promedio
<u>C. brasilianum</u> 5234	4.0	1.0
<u>Z. brasiliensis</u> 7485	3.0	1.0
<u>Z. brasiliensis</u> 8025	3.0	1.0
<u>C. macrocarpum</u> 5065	2.5	1.0
<u>C. macrocarpum</u> 5062	2.5	1.0
<u>S. capitata</u> 1315	2.5	1.0
<u>S. capitata</u> 1441	2.5	1.0
<u>S. capitata</u> 2044	2.0	1.0
<u>Z. latifolia</u> 9199	2.0	1.5

- a. Infestación mensual promedio - Homoptera 280  
Crisomelidae 72
- b. 1.0 = no daño; 5.0 = planta muerta.

Cuadro 5. Posible efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la incidencia de plagas. La Reserva, Carimagua, 1982.

Tratamiento no.	Niveles de fertilización (kg/ha)				
	P	K	S	Mg	Ca
1	25	50	15	20	100
2 T <sup>a</sup>	50	50	15	20	100
3	100	50	15	20	100
4	50	0	15	20	100
5	50	25	15	20	100
6	50	100	15	20	100
7	50	75	15	20	100
8	50	50	15	0	100
9	50	50	0	20	100
10	50	50	15	20	200

- a. T = testigo.

Después de un año de evaluaciones, los resultados obtenidos no muestran diferencias considerables para los tratamientos utilizados en cada una de las especies estudiadas; sin embargo, se puede anotar lo siguiente: en Centrosema pubescens 438, la incidencia de insectos chupadores y comedores aumenta en forma directa con los niveles de P y Mg, mientras que en S. capitata 2013 y D. ovalifolium 350, los diferentes tratamientos no parecen ejercer efecto sobre el ataque de dichos insectos, siendo los niveles de daño moderados y leves respectivamente.

El Mg en Z. latifolia 728 muestra tendencia a ejercer cierto efecto en la incidencia de insectos-plaga. En el tratamiento sin Mg (Tratamiento 8) el nivel de daño por insectos comedores es menor y por chupadores mayor en comparación con el tratamiento 2 el cual incluye este elemento (Cuadro 6).

Como resultado de las evaluaciones del germoplasma en Carimagua, se puede mencionar que S. guianensis tardío en general continua siendo promisorio respecto a la resistencia y/o tolerancia al ataque del barrenador del tallo. En referencia a S. capitata una colección grande se ha venido evaluando en "La Reserva". Los resultados muestran una vez más que esta especie continúa presentando su característica de resistencia al barrenador. Sin embargo, los ataques de chupadores siguen siendo de importancia en esta especie. Situación similar se ha observado en las parcelas de introducciones. Es importante mencionar que cada vez se nota un incremento del daño, causado por el minador de la hoja de S. capitata, considerado hasta ahora como un problema secundario. Los insectos comedores (Crisomilidae) continúan siendo de importancia para el género Centrosema. Acciones tales como C. macrocarpum 5065 y 5062 han mostrado menor daño causado por este grupo de insectos; sin embargo C. brasilianum 5234 se ha observado fuertemente afectado por el daño de chupadores.

Desmodium, Zornia y Pueraria presentan daño leve a moderado de comedores y chupadores. Durante este año se han iniciado las evaluaciones de las asociaciones en las evaluaciones agronómicas bajo pastoreo y se han hecho algunas comparaciones con parcelas puras (Cuadros 7 y 8). Los resultados indican que algunas asociaciones parecen contribuir a la reducción de ciertos grupos de insectos plaga, mientras que otros aparentemente favorecen la proliferación de su población. Continuarán las evaluaciones en este sentido a fin de intentar entender en mejor forma el efecto de las asociaciones en las poblaciones de insectos y el daño que causan.

#### Plagas en Sabanas Isohipertérmicas Bien Drenadas (Cerrados)

Durante 1982 se evaluó el germoplasma en las diferentes categorías de evaluación en el CPAC-Planaltina, Brasil. En general los grupos predominantes en este ecosistema continúan siendo a) insectos comedores (Crisomelidae), b) insectos chupadores, representados por Homopteras y Heteropteras. En algunos casos especiales como en Zornia spp. se han

Cuadro 6. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la incidencia de plagas en Centrosema 438 y Zornia latifolia 728, Carimagua, 1982.

Tratamiento no.	Nivel Mg	Centrosema 438		Z. latifolia		Tratamiento no.	Nivel P	Centrosema 438	
		Comedores	Chupadores	Comedores	Chupadores			Comedores	Chupadores
8	0	2.0 <sup>a</sup>	2.0	2.0	3.0	1	25	2.0	2.0
2	15	3.0	3.0	3.0	2.0	2	50	3.0	3.0
						3	100	3.0	3.0

a. Escala de evaluación: 2.0 = daño level; 3.0 = daño moderado.

Cuadro 7. Comparación del daño causado por insectos en parcelas puras de Zornia spp. y en asociaciones, Carimagua, 1982.

Insecto	Escala de evaluación			
	No daño (%)	Leve (%)	Moderado (%)	Grave (%)
<u>Zornia</u> spp. <sup>a</sup>				
Comedores	26.4 <sup>b</sup>	41.7	30.3	1.6
Chupadores	5.8	23.2	60.2	10.8
<u>Zornia + Andropogon 621</u> <sup>c</sup>				
Comedores	25.3	32.0	32.3	-
Chupadores	9.3	18.5	53.3	18.9
<u>Zornia + Melinis minutiflora</u> <sup>c</sup>				
Comedores	37.5	33.3	29.2	-
Chupadores	16.2	20.9	45.9	17.0

a. Parcela pura.

b. Porcentaje del germoplasma evaluado.

c. Parcela en asociación.

registrado ataques severos de una plaga defoliadora identificada como Hedilepta sp. que podría llegar a ser limitativa de esta leguminosa en este ecosistema. Los resultados de las evaluaciones son las siguientes:

Stylosanthes spp.

En S. guianensis no se observa en general ataque de barrenador; en relación a S. capitata sobresalen CIAT 1097, 2999, 2963, 2092, 2906, 2962 entre otros. En S. macrocephala sobresalen CIAT 2133, 2281, 2283, 2286.

Zornia spp.

Z. latifolia CIAT 728 presenta problemas graves de chupadores; en cuanto a Z. brasiliensis los de mejor comportamiento fueron CIAT 7485, 9473, 8023, 8887, 8345, 8298. Las accesiones 8278 y 8343 presentan problemas moderados de comedores.

Cuadro 8. Comparación del daño causado por insectos en parcelas puras de Desmodium spp. y en asociaciones, Carimagua, 1982.

Insecto	Escala de evaluación			
	No daño (%)	Leve (%)	Moderado (%)	Grave (%)
<u>Desmodium spp.</u> <sup>a</sup>				
Comedores	37.6 <sup>b</sup>	34.1	27.9	0.4
Chupadores	8.5	15.1	55.4	21.0
<u>Desmodium sp. + Andropogon 621</u> <sup>c</sup>				
Comedores	42.5	33.3	24.2	-
Chupadores	64.9	31.3	3.8	-
<u>Desmodium sp. + Melinis minutiflora</u> <sup>c</sup>				
Comedores	52.3	26.2	21.5	-
Chupadores	49.3	38.4	12.3	-

a. Parcela pura.

b. Porcentaje del germoplasma evaluado.

c. Parcelas en asociación.

#### Centrosema spp.

Los ecotipos de C. macrocarpum 5062, 5065, 5064, 5274, 5275, 5276 y C. brasilianum 5234 mostraron problemas graves por ataque de un coleoptero (Crisomelidae) que perfora la flora. Como ecotipos que sobresalen con problemas leves de insectos se registraron C. arenarium 5236 y Centrosema (especie nueva de los Llanos de Colombia) CIAT 5277.

#### Gramíneas

A pesar de que en los Cerrados de Brasil el salivazo se considera una plaga limitativa de las gramíneas no se detecta presencia del insecto en las colecciones del banco de germoplasma en CPAC.

#### Evaluación de S. capitata - Acaua, Minas Gerais, Brasil

Este ensayo fue establecido en noviembre de 1981, en colaboración con EPAMIG, con el fin de evaluar la reacción a plagas y enfermedades, especialmente antracnosis del germoplasma de S. capitata proveniente de Brasil y Venezuela.

Hasta la fecha (diez meses de evaluación) las plagas más comunes registradas son: insectos chupadores (Homoptera y Heteroptera), insectos comedores de follaje (Crisomelidae) y perforador de los botones (Stegasta sp.). Los resultados muestran (Cuadro 9) que la mayoría del germoplasma evaluado, para cada uno de los grupos de insectos registrados, presenta entre el 85 y el 90% de daño moderado. Esto significa que los grupos de insectos registrados pueden llegar a ser limitativos del material en evaluación en este ecosistema si la incidencia de las plagas persiste por períodos prolongados. Este ensayo continuará en evaluación por un período de dos años.

Once accesiones, todas provenientes de Brasil, han sido calificadas como sobresalientes hasta la fecha y son las siguientes: CIAT 2253, 2252, 2138, 2254, 2251, 2132, 1440, 1686, 2013, 2197 y 2068. Seis accesiones (1323, 1495, 1499, 863, 2221, 2201) dos de ellas provenientes de Venezuela, han sido calificadas con problemas moderado y grave de chupadores, comedores y perforador de los botones.

### Plagas en Ecosistema de Bosque Tropicales

#### Estudio de control integrado del salivazo

Efecto de la altura de corte en la incidencia del salivazo en potreros de *B. decumbens*. En colaboración con ICA en la estación experimental de Macagual, departamento del Caquetá, se estableció un ensayo de *B. decumbens* a fin de medir el efecto de diferentes alturas de corte: 5-10-20 y 40 cm, sobre los problemas de salivazo. Las alturas de cada tratamiento se mantuvieron mediante cortes que se realizaron a intervalos de un mes. Se evaluaron las poblaciones de ninfas y adultos por parcela.

Los resultados muestran después de tres cortes, que los promedios de ninfas para cada tratamiento presentan una tendencia de incremento, a medida que aumenta la altura del pasto, hasta los 20 cm (Cuadro 10); sin

Cuadro 9. Grado de daño ocasionado por insectos en *S. capitata*, Acaua, Minas Gerais (Brasil), 1982.

Insecto	Escala de evaluación			
	No daño (%)	Leve (%)	Moderado (%)	Grave (%)
Comedores	-	13.0	87.0	-
Chupadores	-	6.0	93.0	1.0
Perforador de botones	3.0	10.0	84.0	3.0

Cuadro 10. Efecto de la altura de corte del pasto Brachiaria decumbens sobre la población de ninfas y adultos de salivazo de los pastos, posib. Zulia pubescens, en Macagual, 1982.

Altura de corte (cm)	Ninfas/m <sup>2</sup>	Adultos/ 20 pases de jama	Producción de MS (g/m <sup>2</sup> )
5	0.25	0.04	83.5
10	0.29	0.17	83.3
20	1.32	0.16	81.8
40	0.93	0.24	82.3

a. Promedio de tres cortes.

embargo, a los 40 cm se observa una reducción en el número de ninfas. En referencia a la población de adultos, se ha encontrado que es una variable difícil de medir dada su característica movilidad; no obstante, se observó un ligero incremento de adultos a medida que la altura aumentó (Cuadro 10).

Evaluando el posible efecto de la fertilización fosfórica de mantenimiento en potreros de R. decumbens sobre los problemas de salivazo, dos dosis diferentes de fósforo se aplicaron encontrándose que las poblaciones de ninfas y adultos fueron superiores en el tratamiento con la mayor dosis de fósforo (22 kg P/ha), comparada con la dosis baja (11 kg P/ha); la producción de materia seca también fue superior en el tratamiento con la dosis alta de fósforo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de la fertilización fosfórica del pasto Brachiaria decumbens sobre la población de ninfas y adultos de salivazo de los pastos, (Zulia pubescens) en Macagual, 1982.

Cantidad de fósforo aplicado <sup>a</sup> (kg P/ha)	Ninfas/m <sup>2</sup>	Adultos/ 20 pases de jama	Producción de MS <sup>b</sup> (g/m <sup>2</sup> )
11	0.59	0.14	78.2
22	0.80	0.16	87.3

a. Aplicación de mantenimiento sujeta a remoción de material vegetal.

b. Promedio de tres cortes.

Aparentemente el mejor estado nutricional del pasto en la dosis alta parece ser la causa de la mayor incidencia del insecto, como se ha observado en establecimientos de praderas asociadas con B. decumbens y Pueraria phaseoloides en franjas, donde la leguminosa aporta nitrógeno al sistema, favoreciendo en cierto grado a la gramínea.

Aparentemente en ecosistema de bosques tropicales lluviosos, el suelo de las zonas topográficamente más bajas presentan exceso de humedad, lo que parece afectar las poblaciones de salivazo, forzándolo a localizarse en zonas de ladera, donde causan daño de consideración en las gramíneas. Estas observaciones coinciden con los registros de alta incidencia de daño de salivazo en ensayos regionales de Macagual, Colombia.

### Control biológico y control químico del salivazo

Se probaron en condiciones de campo en Macagual las bondades del control biológico utilizando conidias del hongo Metarhizium anisopliae, obtenidas en el laboratorio de CIAT-Palmira y procedentes de una cepa nativa recolectada en el municipio de Santander de Quilichao, conocida como Cepa Quilichao 1. Este tipo de control se comparó con el control ejercido por un producto químico conocido como Chlorpyrifos, cuyo uso práctico ya se explicó, y un testigo sin ningún tipo de control.

La aplicación del hongo de Metarhizium se hizo por espolvoreo sobre la parcela respectiva, utilizando una concentración de conidias de  $13.7 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup>, similar a la utilizada en Brasil de  $16.2 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup>.

El insecticida es un producto formulado como concentrado emulsionable, cuyo ingrediente activo es el Chlorpyrifos, utilizado comunmente en Colombia para el control de garrapatas del ganado mediante baños de inmersión. Dadas sus características de relativa poca toxicidad para el ganado, poca residualidad sobre el follaje y resistencia a la lixiviación, su uso puede ser recomendado para el tratamiento de áreas pequeñas o focos de dispersión del insecto. La aplicación de este producto se hizo por aspersion utilizando una dosis de 0.792 k I.A./ha, en un volumen de agua de 800 l/ha. La mezcla fue aplicada con una bomba espaldera de presión manual.

Las evaluaciones registraron el número de ninfas encontradas por m<sup>2</sup> y el número de adultos recolectados con 20 jamazos realizados en toda la parcela; estas evaluaciones se iniciaron 10 días después de la aplicación de los tratamientos y continuaron sucesivamente cada semana hasta los 150 días. Los resultados de los tratamientos se presentan con base en el porcentaje de control de ninfas y adultos teniendo en cuenta la población inicial (antes de la aplicación) y los cambios ocurridos a través del tiempo en la población del testigo. En la Figura 12 se presenta el control de ninfas de salivazo ejercido por los tratamientos con M. anisopliae y por Chlorpyrifos. Como en proyectos anteriores, los resultados se expresan en porcentaje de control (población de ninfas muertas encontradas en cada tratamiento), relacionándolo con la

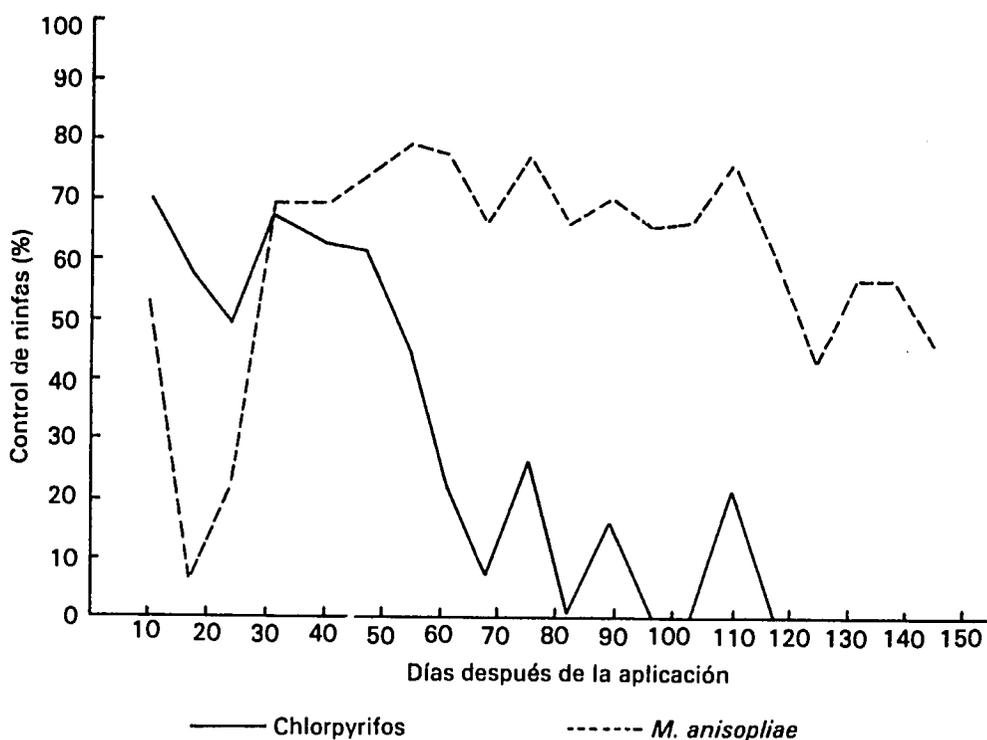


Figura 12. Efectividad del control de ninfas de salivazo a través del tiempo por *Metarhizium anisopliae* ( $Q_1: 13.7 \times 10^8$  conidias/m<sup>2</sup>) y por Chlorpyrifos (0.72 gr I.A./ha) en Macagual, durante la época lluviosa.

población de ninfas vivas obtenidas en el testigo separadamente en cada evaluación semanal. Este porcentaje de control se calculó dividiendo el número de ninfas muertas por acción del hongo, y por Chlorpyrifos entre el número esperado de ninfas vivas.

En el primer caso se observó un control inicial bajo e irregular pero después de los 30 días el control se mantuvo estable con algo más de un 70% hasta los 120 días; después de este período, el control disminuyó y se mantuvo cerca del 50% hasta los 150 días. En el caso de Chlorpyrifos el control inicial fue alto y bueno cerca del 60% hasta los 50 días después de la aplicación, posteriormente decreció y su efecto fue bajo. Algún control fue observado hasta casi 120 días después de la aplicación. El testigo (no control) está representado por el eje de las abscisas con un valor de "cero por ciento" a través del tiempo.

En referencia a los adultos, el control ejercido por los tratamientos fue ligero y no muy claro; sin embargo, se observó una acción más prolongada durante todo el período por *M. anisopliae*. Ningún control de adultos por Chlorpyrifos se detectó después de los 70 días. En la Figura 13 se observa la población de adultos registrada a través del tiempo en los tres tratamientos.

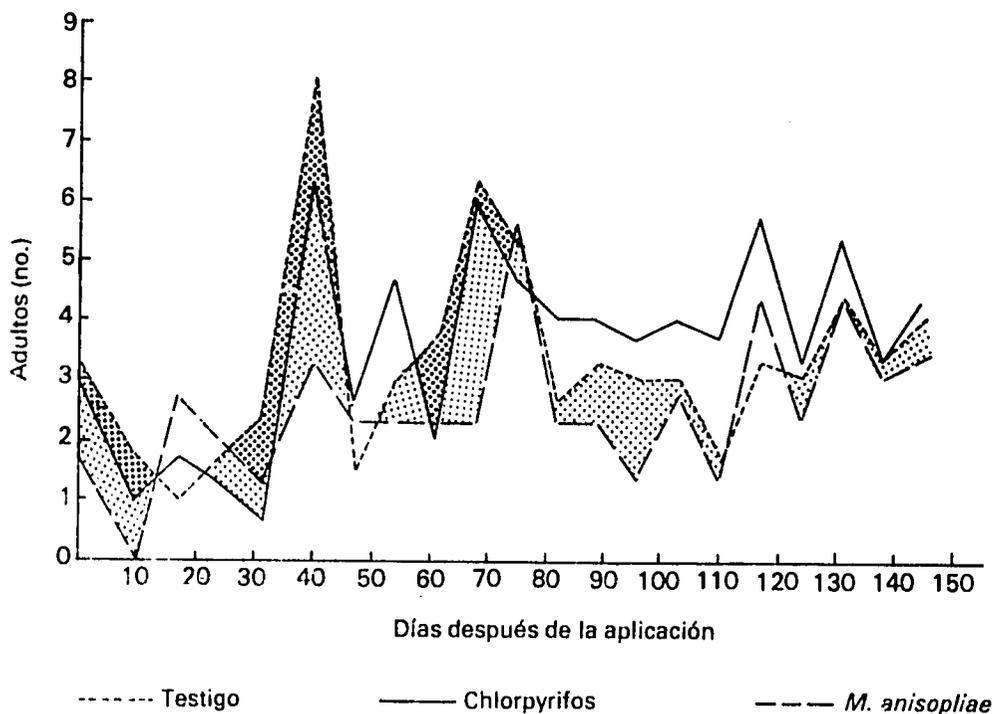


Figura 13. Población de adultos de salivazo de los pastos (Zulia pubescens) en parcelas de Brachiaria decumbens con aplicación de Metarhizium anisopliae, Chlorpyrifos y sin ningún tratamiento (testigo), a través del tiempo. Las áreas sombreadas indican la población de adultos de cada uno de los tratamientos con control, que estuvo por debajo del testigo. Macagual, 1982.

Estos resultados preliminares muestran las ventajas que puede ofrecer el control biológico cuando se compara con el control químico; aunque se empleó una cepa no nativa de la región, puede considerarse de muy buena acción sobre el estado de ninfa del insecto. Se recomienda, después de estos resultados experimentales, iniciar una etapa de control en gran escala, donde se combinen todas las alternativas prácticas de control disponibles.

#### Evaluación de ensayos regionales

Como se ha establecido anteriormente, los problemas de insectos que presenta el germoplasma en los diferentes ecosistemas están representados por dos grupos principales de insectos: a) comedores, b) chupadores. La variabilidad de especies que incluyen estos dos grupos está ampliamente distribuidas en América tropical, de tal suerte que especies del mismo grupo pueden ser importantes en uno o varios ecosistemas o simplemente restringirse a uno en particular.

Cuadro 12. Grupos de insectos registrados en los ensayos regionales en el ecosistema de bosques.

Género	Grupo de insectos					
	Comedores	Chupadores	Perforador de botones	Minador	Salivazo	Pulguilla
<u>Stylosanthes</u> spp.	Secundario	Importante	Secundario	Secundario	-	-
<u>Centrosema</u> sp.	Importante	Importante	-	Secundario	-	-
<u>Zornia</u> sp.	Importante	Importante	Secundario	Secundario	-	-
<u>Desmodium</u> sp.	Secundario	Secundario	-	-	-	-
<u>Pueraria phaseoloides</u>	Secundario	Secundario	-	-	-	-
<u>Andropogon gayanus</u>	-	-	-	-	-	-
<u>Brachiaria decumbens</u>	Secundario	Secundario	-	-	Importante	Secundario
<u>B. humidicola</u>	Secundario	Secundario	-	-	Secundario	Secundario

En consecuencia las evaluaciones de los ensayos regionales en el ecosistema de bosques ha permitido identificar los siguientes problemas generales en las especies evaluadas, las cuales han sido calificadas como importantes o secundarias de acuerdo con la magnitud del daño que pueden causar (Cuadro 12).

Se puede resumir que en Bahía (Brasil) las accesiones de S. capitata y S. macrocephala presentan daño moderado por chupadores y las accesiones de S. scabra y S. guianensis muestran ataque leve de insectos. En Zornia los ecotipos más sobresalientes son: 9644, 7041, 9616, el ecotipo 9647 presenta ataque moderado de chupadores. Los ecotipos más sobresalientes en Centrosema son: C. macrocarpum 5065, C. schiedeanum 5066; C. pascuorum 5230 y C. pubescens 5151 presentan problemas graves de chupadores. Dentro de las gramíneas se observa ataque moderado de salivazo en B. decumbens; A. gayanus CIAT 6053 y 6054 se observan bien.

En Belem, Paragominas (Brasil) se observó al Desmodium 1349 como el mejor ecotipo. En las accesiones de S. guianensis los mejores ecotipos fueron 1175 y 283 y en S. capitata los más sobresalientes fueron 2310 y 1019. El ecotipo más sobresaliente de Zornia sp. fue 7475, y de Centrosema los mejores ecotipos fueron 5126 y 5180.

# Fitomejoramiento de Forrajes/Agronomía

## Introducción

La sección de Fitomejoramiento de Forrajes/Agronomía es responsable por la caracterización inicial y multiplicación de semilla (Categoría I) de las accesiones de gramíneas, lo mismo que por estudios de genética y de fitomejoramiento, principalmente en dos especies: Andropogon gayanus y Stylosanthes guianensis.

A la fecha una parte importante del trabajo de fitomejoramiento y genética trata de estudios preliminares, los cuales, en gran parte, son independientes de las condiciones locales y se realizan en el invernadero en CIAT-Palmira y en el campo en CIAT-Quilichao. El proyecto de mejoramiento en S. guianensis ya está en marcha, y habrá poblaciones segregantes para evaluación y selección el próximo año (1983) en CPAC y en Carimagua.

## Introducciones de Germoplasma de Gramíneas

A fines de 1981 se establecieron en Quilichao parcelas no-repetidas de 51 accesiones de A. gayanus, 31 accesiones de Brachiaria spp. y 94 accesiones de Panicum maximum. Estas parcelas están sometidas a un régimen de cortes con intervalo de aproximadamente dos meses. Se evalúan periódicamente los siguientes caracteres: 1) Vigor de rebrote; 2) abundancia de floración; 3) hábito de crecimiento; 4) rendimiento de forraje; 5) relación hoja-tallo; y 6) sanidad general. Se comenzó en 1982 la cosecha de semilla de estas accesiones de gramíneas.

Durante 1981 se recibieron nuevas accesiones de gramíneas de la FAO (Kitale, Kenia) y CSIRO. Estos materiales serán manejados de la misma manera que el grupo anterior de accesiones. Se espera mantener este tipo de parcelas de introducción por un período no mayor de dos años. Los materiales promisorios serán llevados a la mayor brevedad posible a Carimagua y a CPAC, y las colecciones serán conservadas, como semilla, por la unidad de Recursos Genéticos del CIAT.

## Mejoramiento y Genética

### Andropogon gayanus

Se obtuvieron datos del segundo año completo de un estudio genético de A. gayanus CIAT 621, el cual permite una cuantificación de la variabilidad genética en esta accesión para una serie de caracteres agronómicos (Informes Anuales 1980 y 1981). Los estimativos de heredabilidad obtenidos para la mayoría de los caracteres son lo suficientemente altos como para poder esperar ganancias moderadas a altas en respuesta a la selección. Una notable excepción es el carácter retención de semilla, para el cual no se detectó variación genética

significativa. Una técnica de medición más refinada de este carácter con un muestreo más extensivo, podría permitir detectar tal variación.

Se encontró una variación significativa entre genotipos dentro de la accesión CIAT 621 para los caracteres, número de panículas por tallo y contenido de cariósides (porcentaje de espiguillas con cariósido). El aprovechamiento de la variabilidad para uno o ambos caracteres debe permitir mejorar la producción de semilla pura sin afectar la relación hoja-tallo.

El bajo vigor de germinación se considera un limitante de la accesión CIAT 621 no mejorada; se está considerando un estudio de la variación genética para este carácter.

### Stylosanthes guianensis

Los resultados de los Ensayos Regionales han demostrado el potencial de rendimiento sobresaliente del tipo "tardío" de S. guianensis, particularmente en la estación seca. Sin embargo, la inmensa mayoría de las accesiones de S. guianensis, tanto los "tardíos" como los "comunes", no sobreviven en Carimagua donde la presión de la antracnosis es más intensa debido al mayor tiempo en que ha estado sembrado S. guianensis en este sitio. Las pocas accesiones que han persistido en Carimagua son de floración tardía y bajo rendimiento de semilla.

El mejoramiento de S. guianensis es el proyecto principal de la sección de Fitomejoramiento de Forrajes. Con éste se busca crear nuevos genotipos persistentes, con mayor resistencia a plagas y enfermedades y con mayor rendimiento de semilla. Este proyecto de mejoramiento está dirigido a los ecosistemas de Llanos y Cerrados. Su base consta de 45 híbridos obtenidos de una serie dialélica de cruces entre 10 accesiones parentales (Informe Anual 1981). Los cruces se completaron durante 1981. En 1982 las semillas  $F_1$  se sembraron en el invernadero, y estas plántulas se propagaron vegetativamente para establecer una siembra de media hectárea en Quilichao con dos repeticiones por genotipo. Se está cosechando semilla  $F_2$  en el invernadero y en las parcelas de campo en Quilichao.

Las progenies  $F_2$  de esta serie de cruces proporcionarán un rango extremadamente amplio de variación genética. Ellas deberán estar bien por encima del promedio de las accesiones de S. guianensis en términos de resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo, ya que los padres fueron seleccionados en ensayos de campo en Carimagua. Tradicionalmente, en los programas de mejoramiento de leguminosas forrajeras tropicales, la variación resultante de la segregación genética siguiente a la hibridación ha sido manejada por el sistema genealógico ("pedigree") el cual requiere de siembras grandes de plantas espaciadas y selección de plantas individuales en las primeras generaciones. Este sistema ha sido, sin duda, efectivo (aunque solamente en un número limitado de casos) en aislar genotipos superiores de poblaciones segregantes.

De acuerdo con el propósito de la sección de proveer no sólo germoplasma mejorado, sino también información adicional básica sobre los métodos alternativos de mejoramiento, se propone manejar las generaciones segregantes en el proyecto de S. guianensis empleando dos métodos diferentes además de una versión adaptada del sistema clásico genealógico. Una comparación subsiguiente de los diferentes sistemas debe proporcionar una base más firme para futuros trabajos de mejoramiento de Stylosanthes spp. tanto en el CIAT como en cualquier otro lugar donde se desarrollen programas de mejoramiento. Las características básicas de los sistemas y una cronología de actividades dentro de los próximos cuatro años se resume en los Cuadros 1 y 2.

### Otros Estudios

Además del proyecto de mejoramiento en sí, la sección está haciendo varios estudios paralelos para investigar métodos de mejoramiento, técnicas de evaluación y la estructura de las poblaciones naturales de S. guianensis. Tales estudios son mayormente independientes de los ecosistemas y suministran información relevante para toda el área de influencia del Programa de Pastos Tropicales y más allá.

### Métodos de establecimiento en ensayos de campo

Se tienen datos del primer año completo sobre producción de materia seca, hábito de crecimiento y floración en un experimento en Quilichao diseñado para evaluar la importancia del método de establecimiento en siembras de S. guianensis (Informe Anual 1981). Se están comparando la siembra directa, transplante de plántulas y transplante de estacas enraizadas en 12 accesiones. Los resultados hasta la fecha muestran:

- a) un efecto grande del genotipo el cual persiste durante todo el primer año;
- b) un efecto inicial grande del método de establecimiento el cual disminuye rápidamente con el tiempo;
- c) un efecto mucho menor de interacción entre el método de establecimiento y el genotipo.

Por lo tanto, parece que el método de establecimiento es de poca importancia en ensayos agronómicos diseñados para clasificar genotipos en cuanto a rendimiento o precocidad, al menos durante el primer año de establecimiento. Este experimento continuará en su segundo año, hasta finales de 1983.

### Marcadores genéticos en S. guianensis

Un pequeño estudio se está realizando para determinar la herencia del color de la flor y color de la semilla en S. guianensis. Las proporciones fenotípicas en varias poblaciones  $F_2$  indican, para ambos caracteres, una herencia controlada por un solo gen (flor amarilla dominante a blanca y semilla negra dominante a amarilla).

Cuadro 1. Características de los diferentes sistemas de avance de generaciones.

	Sistema		
	Genealógico ("pedigree")	Masal ("Bulk")	Selección natural
Tipo de siembra en el campo.	Ensayos agronómicos con parcelas pequeñas y siembras de plantas espaciadas. Aprox. 1 ha por año. Transplante o siembra directa.	Parcelas masales de leguminosa pura. Aprox. 0.1 ha por año. Siembra directa.	Pastura gramínea/leguminosa. Sembrar y mantener por 3 ó 4 años o más, bajo pastoreo continuo. Aprox. 1-2 ha, siembra directa.
Costo	Alto	Bajo	Alto costo de establecimiento pero una vez establecido, un costo extremadamente bajo.
Caracteres susceptibles de mejorar.	Caracteres agronómicos, por ej. rendimiento de forraje y de semilla, resistencia a enfermedades e insectos, madurez, adaptación a corto plazo a condiciones ambientales (suelo y clima).	Caracteres agronómicos, por ej. rendimiento de semilla cosechable, madurez, resistencia a enfermedades e insectos, y adaptación a condiciones ambientales (suelo y clima).	Persistencia, es decir, adaptación a largo plazo a condiciones ambientales y/o regeneración, bajo pastoreo continuo. Resistencia a enfermedades e insectos.
Efectividad de la selección.	Alta, puesto que hay datos detallados sobre plantas padres y sus progenies a través de varias generaciones.	Desconocida, pero probablemente alta para algunos caracteres agronómicos, por ej. rendimiento de semilla cosechable y madurez (y aún más luego de varios ciclos).	Desconocida, pero puede ser alta para los caracteres asociados con adaptación a condiciones de pastoreo continuo. Posiblemente una respuesta negativa en cuanto a palatabilidad.

(Continúa)

Cuadro 1. (Continuación).

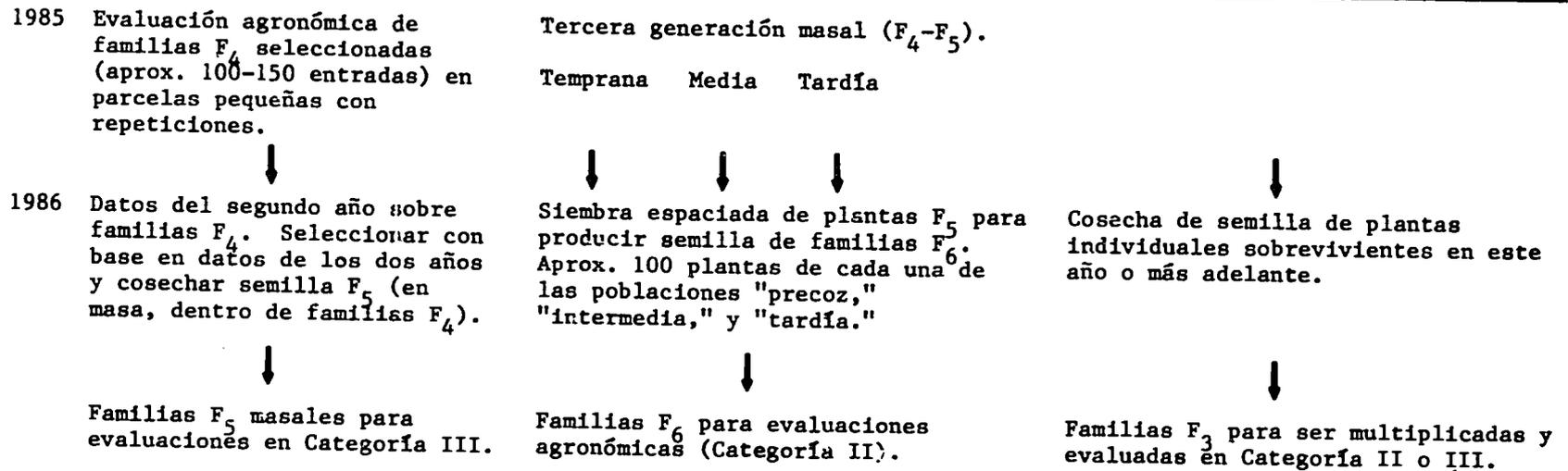
	Sistema		
	Genealógico ("pedigree")	Masal ("Bulk")	Selección natural
Llegada a la homocigosis (es decir, a la obtención de líneas genéticamente estables).	Rápida	Rápida	Lenta (probablemente).
Beneficios adicionales además de la obtención de variedades mejoradas.	Información bastante de- llada sobre la genética de los diferentes caracte- res agronómicos la cual permite el diseño más preciso de las activida- des de fitomejoramiento en el futuro.	Ninguno hasta experimentos subsiguientes los cuales permiten: a) evaluación de la efectividad del sistema.	a) evaluación de la efecti- vidad del sistema, b) identificación de los caracteres agronómicos (por ej. madurez y hábito de crecimiento) asociados con persis- tencia bajo pastoreo continuo a largo plazo.

Cuadro 2. Cronología de actividades en el proyecto de fitomejoramiento en S. guianensis.

1979-1980	Evaluación, en el campo, de accesiones y selección de líneas parentales para el programa de cruzamientos (Carimagua).			
1981	Formación de la generación $F_1$ en una serie dialélica (10 padres, 45 $F_1$ 's) (Palmira)			
1982	Producción de semillas $F_2$ en el invernadero y en el campo y evaluación preliminar de la generación $F_1$ (Quilichao).			
	↓	↓	↓	
	Sistema genealógico ("pedigree") (Carimagua y CPAC)	Sistema masal ("bulk") (Carimagua)		Selección natural (Carimagua)
	↓	↓		↓
1983	Evaluación agronómica, en parcelas pequeñas con repeticiones, de 45 poblaciones $F_2$ . Selección de las 4 ó 5 mejores poblaciones $F_2$ y cosecha de semilla $F_3$ de aprox. 50 plantas por población seleccionada.	Primera generación masal ( $F_2$ - $F_3$ ) Cosecha en masa de semilla en 3 épocas distintas: ↓ Temprana    Media    Tardía		Multiplicación adicional de semilla $F_2$ en Quilichao.
	↓	↓    ↓    ↓		↓
1984	Siembra de plantas espaciadas de las familias $F_3$ para re-selección y producción de semilla de 200 líneas $F_4$ .	Segunda generación masal ( $F_3$ - $F_4$ ) Temprana    Media    Tardía		Establecimiento de una pastura gramínea/leguminosa de 1 a 2 ha con semilla $F_2$ de una mezcla de todos los 45 cruces.

(Continúa)

Cuadro 2. (Continuación).



Estos dos caracteres, marcadores genéticos, permiten ahora obtener datos confiables sobre proporciones de cruzamiento en S. guianensis. En el momento (noviembre, 1982) se está cosechando semilla producto de polinización libre de las plantas  $F_2$  en el campo en Quilichao. El porcentaje de cruzamiento sería determinado a partir de las proporciones fenotípicas dentro de las familias  $F_3$ .

Si se encuentra un porcentaje de cruzamiento, aún a bajo nivel, uno u otro de los marcadores identificados permitirá montar un programa eficiente de cruzamientos a gran escala sin la necesidad de recurrir a la polinización manual que siempre es tediosa e ineficiente. Si dicha técnica de cruzamiento resulta factible en la práctica aumentaría sustancialmente la capacidad de crear nuevas combinaciones genéticas y, de este modo, mejoraría la eficacia a largo plazo de los trabajos de mejoramiento en S. guianensis.

#### Variación genética en una población natural de S. guianensis

En colaboración con la sección de Fitopatología, se realizó una evaluación de la reacción a la antracnosis de progenies autopolinizadas obtenidas a partir de plantas individuales muestreadas de una población natural de S. guianensis. Se inocularon 16 progenies con cada uno de ocho aislamientos de antracnosis recolectados en el mismo sitio cerca de Cali, Colombia. Se encontró variación genética tanto en la población de S. guianensis como en la población del patógeno. Las diferencias observadas en el color de la semilla y en la pilosidad de las estípulas sirven para confirmar que la población natural original era genéticamente heterogénea. La segregación por presencia-ausencia de la pilosidad en las estípulas en algunas progenies autofecundadas sugiere un nivel considerable de heterocigridad dentro de la población natural.

Como es el caso en poblaciones naturales de otras especies, parece que la heterogeneidad, particularmente por reacción a una enfermedad, ocurre en poblaciones naturales de S. guianensis. Esta heterogeneidad puede ser factor importante en la estabilidad y persistencia de tales poblaciones. Los resultados tienen implicaciones claras para los objetivos de un programa de mejoramiento en S. guianensis: la heterogeneidad genética debe ser conservada dentro de selecciones a un grado máximo compatible con los requerimientos para la identificación del cultivar y la producción eficiente de semillas.

#### Reacción con lesión restringida a la antracnosis

Durante una evaluación de reacción a la antracnosis realizada por la sección de Fitopatología, se identificó una accesión "común" (CIAT 1949) que reaccionó con una lesión anormal, restringida. Tal tipo de reacción en otras especies suele ser de herencia no muy compleja y en muchos casos confiere una resistencia efectiva al menos a ciertas razas del patógeno. La accesión CIAT 1949 ha sido probada contra 12 aislamientos de la antracnosis de diferente origen, y se encontró que no es susceptible a ninguno. Este resultado sugiere que esta fuente de resistencia puede ser ampliamente efectiva.

Se ha iniciado un estudio de la herencia de este tipo de reacción restringida con la evaluación de una población  $F_2$  del cruce CIAT 1949 x CIAT 2312, inoculada con dos aislamientos de antracnosis. Resultados de esta evaluación indican una herencia genéticamente sencilla (aunque probablemente no monogénica). Aun en una población  $F_2$  relativamente pequeña (238 individuos), se encontraron varios segregantes aparentemente tan altamente resistentes como el padre resistente (CIAT 1949).

#### Efecto de la frecuencia de defoliación sobre la reacción a la antracnosis en *S. guianensis*

Se ha observado en el campo que el estado de desarrollo de las plantas de *S. guianensis* afecta su reacción a la antracnosis. Las plantas tienden a mostrar síntomas de antracnosis más severos durante el estado de floración y producción de semilla, un efecto que puede ser confundido con la senescencia natural. La frecuencia de defoliación obviamente puede afectar el estado de desarrollo de las plantas. En este año se estableció en Quilichao un experimento en colaboración con la sección de Fitopatología para evaluar el efecto que puede tener la frecuencia de defoliación sobre la reacción a la antracnosis observada. Se están evaluando 40 accesiones de *S. guianensis* y cuatro frecuencias de defoliación. Los resultados de este proyecto permitirían separar los efectos de la antracnosis de los de la senescencia, lo cual ayudaría a refinar las técnicas para la evaluación del nivel de resistencia genética a la antracnosis.

## Mejoramiento de Leguminosas

Esta actividad incluye el mejoramiento genético de Stylosanthes capitata, Centrosema y Leucaena. La evaluación de campo de las poblaciones híbridas se ha realizado en Carimagua utilizando pastoreo periódico y cantidades de nutrimentos bajas pero adecuadas. Los experimentos de los años 1979, 1980 y 1981 recibieron cada uno una aplicación de 50 kg/ha de superfosfato triple (10 kg P/ha), 100 kg/ha de sulfomag (18 kg K/ha, 11 kg Mg/ha y 22 kg S/ha), 100 kg CaCO<sub>3</sub>/ha (40 kg Ca/ha) y los elementos menores Mo, Zn, Cu y B. En 1982, el fertilizante adicionado varió poco ya que se reutilizó el área de 1979.

### Stylosanthes capitata

Los objetivos en el mejoramiento genético de S. capitata fueron los de combinar las mejores características de los progenitores CIAT 1019, 1078 y 1097. Estos dieron altos rendimientos de materia seca y semillas, con alta tolerancia a la sequía, al barrenador del tallo, a la antracnosis y al pastoreo.

A comienzos del programa en julio de 1979, se transplantaron en Carimagua 2000 plantas F<sub>2</sub> de cada uno de los tres cruzamientos (con testigos parentales) y se sobresembraron con Andropogon gayanus. Después de alcanzar un buen establecimiento (luego de dos meses) se pastorearon en forma continua desde septiembre durante cuatro meses. Después de la estación seca y a comienzos de la húmeda en mayo de 1980, se escogieron 48 selecciones vigorosas del cruce 1019 x 1097 y 21 del cruce 1078 x 1019. Las poblaciones F<sub>3</sub> obtenidas de estos cruces se sembraron en un ensayo con dos repeticiones (incluyendo testigos) en Carimagua y se sobresembraron con A. gayanus con el fin de pastorearlas periódicamente después de alcanzar un buen establecimiento. En noviembre de 1980 se evaluaron por su floración, y en marzo de 1981 por su rendimiento de materia seca y producción de semilla. Entre las selecciones F<sub>3</sub>, se obtuvieron 106 del cruce 1019 x 1097 y 35 del cruce 1078 x 1019. Todas presentaron resistencia a la sequía, al barrenador del tallo y a la antracnosis, como también mayores rendimientos de materia seca y semilla en comparación con los progenitores. Las poblaciones F<sub>4</sub>, con tres repeticiones, se establecieron en Carimagua a principios de junio de 1982. Una evaluación realizada en febrero de 1982 mostró que la mayoría de las líneas F<sub>4</sub> dieron rendimientos de materia seca y producción de semilla significativamente mayores que los progenitores CIAT 1019, 1078 y 1097.

En otro ensayo realizado en agosto de 1981, se establecieron 80 líneas F<sub>4</sub> y 80 de las introducciones promisorias del CIAT, en dos repeticiones. Este ensayo se pastoreó con cargas altas dos meses después del establecimiento. Las evaluaciones realizadas en marzo de 1982 indicaron que el 33% de los híbridos F<sub>4</sub> presentaban alta resistencia a la sequía y alto potencial de producción.

A mediados de mayo de 1982 en Carimagua, se sembraron las poblaciones  $F_5$  en parcelas con cuatro repeticiones. Incluyeron 89 líneas del cruce 1091 x 1097, 22 del cruce 1078 x 1019 y los progenitores CIAT 1019, 1078 y 1097. Actualmente se están evaluando en Carimagua, y se espera que se pueda identificar material superior a las mejores introducciones del CIAT.

Diez de las mejores selecciones  $F_4$ , como también semilla  $F_5$ , fueron enviadas a Brasilia para su evaluación durante la estación actual de 1982-1983. Además, las cinco mejores líneas se incluirán en los ensayos regionales de 1983 en los ecosistemas de sabanas bien drenadas. Algunos aspectos que todavía requieren estudio en los híbridos de S. capitata incluyen diferencias en el vigor de las plántulas, profundidad del enraizamiento con relación a la resistencia a la sequía, habilidad competitiva con A. gayanus y otras gramíneas, y niveles de tolerancia a la antracnosis requeridos para su persistencia en condiciones de pastoreo.

#### Centrosema spp.

El objetivo principal en el mejoramiento genético de Centrosema ha sido producir un tipo de C. pubescens con la capacidad para crecer y persistir en oxisoles ácidos en combinación con una gramínea en condiciones de pastoreo, con una aplicación relativamente baja de fertilizantes, así como con buena producción de semilla y tolerancia a enfermedades y plagas. Las evaluaciones preliminares realizadas en Quilichao y Carimagua en 1978 y 1979 resultaron en la escogencia de C. macrocarpum CIAT 5062 y C. pubescens CIAT 5052 como progenitores en un cruce para compararlo con otros cruces entre algunas introducciones seleccionadas de C. pubescens. C. macrocarpum CIAT 5062 presenta una excelente adaptación al oxisol de Carimagua y un alto nivel de resistencia a enfermedades, pero un bajo potencial de producción de semilla en condiciones de pastoreo. C. pubescens CIAT 5052 presenta una adaptación intermedia al oxisol de Carimagua y tolerancia intermedia a enfermedades, pero muy buena producción de semilla en pastoreo.

Ninguno de los cruces hechos entre las introducciones de C. pubescens seleccionadas probaron adaptarse al oxisol de Carimagua. Por consiguiente, la mayor parte del trabajo de mejoramiento genético en Centrosema se ha concentrado en la selección de materiales provenientes de poblaciones sucesivas del cruce C. macrocarpum 5062 x C. pubescens 5052. Primero fue necesario seleccionar por adaptación al oxisol de Carimagua y por alta producción de semilla antes de considerar la tolerancia a enfermedades y plagas. Inicialmente se seleccionaron poblaciones  $F_2$  por tolerancia al Al en cultivos de arena, pero en la  $F_3$  y poblaciones posteriores se ha hecho énfasis en la selección en condiciones de invernadero en bandejas con el oxisol de Carimagua y con aplicaciones limitadas pero adecuadas de los nutrimentos esenciales.

A mediados de mayo de 1981 en Carimagua, se sembraron en un ensayo con cuatro repeticiones 75 líneas  $F_3$  de Centrosema, incluyendo las mejores y algunas de las más pobres de las evaluaciones de invernadero,

los progenitores y 10 introducciones promisorias tolerantes a los suelos ácidos. Este ensayo se ha observado durante dos estaciones lluviosas y una estación seca y se pastoreó con cargas altas a finales de julio de 1982. Dos meses después del pastoreo, a comienzos de octubre de 1982, se hizo la última evaluación por producción de materia seca comestible y resistencia general a enfermedades y plagas. Esta evaluación mostró que, entre las líneas  $F_3$ , el 17% no había persistido o presentaba un vigor muy pobre y el 47% tenía un vigor pobre; el 32% presentó rendimientos mejores que el progenitor C. pubescens CIAT 5052 y equivalente a algunas introducciones de C. macrocarpum. Sin embargo, el 4% presentó una alta producción de materia seca comestible, equivalente al mejor material de C. macrocarpum, incluyendo el progenitor 5062. La mayoría de las líneas híbridas presentaron buena producción de semillas a finales de la estación de 1981.

Se ha observado una buena correlación entre las reacciones de los híbridos de Centrosema en el invernadero y en el campo en Carimagua. El énfasis que se le ha dado a la selección por adaptación al oxisol de Carimagua en evaluaciones controladas en invernadero ha acelerado el programa de mejoramiento genético y lo ha hecho más eficiente. Se espera que se haya alcanzado el objetivo primordial del programa de Centrosema, con la producción de una serie de híbridos promisorios con adaptación al oxisol de Carimagua, buena producción de materia seca y de semillas y tolerancia al pastoreo, enfermedades y plagas. Actualmente se está multiplicando semilla de las mejores selecciones, incluyendo tres líneas  $F_4$ , dos líneas  $F_5$  y una selección  $F_3$  recientemente adicionada. La semilla deberá estar disponible en 1983 para los ensayos regionales en bosques tropicales como también para la comparación final de las líneas híbridas en Carimagua con las mejores introducciones de Centrosema, principalmente C. macrocarpum. Los híbridos también se evaluarán a partir de 1983 en el CPAC, Brasilia, Brasil.

#### Leucaena spp.

El objetivo principal en el mejoramiento genético de Leucaena fue producir tipos forrajeros adaptados al oxisol de Carimagua. Inicialmente se seleccionaron, por tolerancia al Al en cultivos de arena, poblaciones grandes de segunda y tercera generación provenientes de semilla autopolinizada de un retrocruce fértil que incluyó la línea L. pulverulenta y el cultivar "Cunningham" de L. leucocephala. Para simular las condiciones que se presentan en el oxisol de Carimagua, se utilizó un pH de 4.2-4.5 y 5.0 ppm de Al. Aproximadamente un 13% de las plantas en las poblaciones presentó una aparente tolerancia al Al. Cuando las mejores de estas plantas se sembraron en Carimagua en 1980, el crecimiento temprano se observó sano pero, para finales de la estación lluviosa, la altura de las plantas no era de más de 80-100 cm y las hojas presentaban una coloración verde amarillenta. Sin embargo, los niveles de Al en las hojas no fueron superiores a 200 ppm, lo cual indicaría que el Al no era el problema principal.

En las bandejas con un oxisol de Carimagua en condiciones de invernadero, las selecciones tolerantes al Al provenientes del

retrocruce dieron una reacción similar a la obtenida en el campo en Carimagua. Las plantas crecen vigorosamente durante seis semanas, tiempo después del cual comienza su retraso y las hojas se tornan verde amarillentas. Los niveles de Al en las hojas tampoco fueron excesivos, pero se encontró que los niveles de Ca en ellas eran muy bajos.

Además de este grupo de híbridos probados en Carimagua durante 1980, también se sembraron variedades de L. leucocephala y otras especies de Leucaena. Entre éstas, la variedad "gigante" de L. leucocephala No. 11 (78-15) creció vigorosamente hasta más de 1 m de altura, pero dos introducciones de L. diversifolia (25 y 26) y una serie de híbridos naturales de L. shannoni y L. macrophylla crecieron vigorosamente a más de 2 m de altura. En 1981 en Carimagua, L. leucocephala 11 "gigante" se tornó amarilla, pero las introducciones de L. diversifolia y los híbridos de L. shannoni y L. macrophylla continuaron creciendo bien. Los niveles foliares de Al fueron de menos de 200 ppm y el Ca foliar fue bajo (0.4%) en L. leucocephala "gigante", pero aproximadamente 0.6% o más en las otras especies. Las excavaciones de raíces han mostrado una penetración profunda de las mismas dentro del subsuelo en una serie de árboles de L. diversifolia.

Experimentos controlados en bandejas, con suelo de Carimagua en condiciones de invernadero, utilizando a L. leucocephala "gigante" y especies de Leucaena dieron resultados similares a los obtenidos en Carimagua. Estos resultados y las observaciones hechas en Carimagua han permitido, una mejor comprensión de los principales factores involucrados en la adaptación al suelo.

En Leucaena, parece haberse alcanzado el objetivo de identificar fuentes de tolerancia a los oxisoles. También se han identificado algunos híbridos promisorios tolerantes a la acidez, pero éstos todavía son variables y requieren evaluaciones de campo. Aparentemente, la adaptación a los oxisoles está limitada principalmente a algunas líneas de algunas pocas especies de 52 cromosomas. Afortunadamente, esta característica parece que puede ser transferida en cruces con L. leucocephala que presenta 104 cromosomas. Las características de L. leucocephala, incluyendo altos rendimientos tanto de materia seca comestible como de semilla, son necesarias en cualquier material nuevo de Leucaena adaptado a los oxisoles. Se espera que, de lograrse dichos híbridos, tendrían potencial para crecer bien en los Llanos y en los Cerrados, lo mismo que en los ecosistemas de bosque tropical.

# Microbiología de Suelos

## Estudios sobre Rhizobium y Nitrificación

### Caracterización de cepas de Rhizobium de crecimiento lento

La experimentación demostró que la mayoría de las cepas en la colección de Rhizobium del CIAT crecían mejor en levadura-manitol-agar a pH 5.5 que a pH 4.5 ó 6.8. Sin embargo, el mejor crecimiento, a pH 5.5, estuvo acompañado por una mayor producción de goma que a otros valores de pH. En muchos casos, se observaron en este medio dos formas de colonias: una pequeña y no gomosa, y otra, un tipo de colonia mayor, transparente y muy mucosa. Mediante un lavado, seguido por agitado y subcultivo repetido, fue posible separar algunas de las colonias pequeñas no mucosas (Figura 1) que corresponden a Rhizobium puesto que son capaces de nodular y fijar  $N_2$ . Sin embargo, esto no ha sido posible con la mayoría de las cepas y no se sabe si las colonias pequeñas observadas en cultivos de cepas mucosas siempre son mutantes no mucosas, o si la variabilidad en la mucosidad de las colonias se debe también a un factor fisiológico que estimula la producción de moco por algunas colonias, y no por otras. El hecho de que este fenómeno ocurra en una gran proporción de las 2500 cepas de la colección implica que es una característica típica de cepas de Rhizobium aisladas de leguminosas forrajeras tropicales. Se están adelantando experimentos para determinar si la variabilidad de las colonias está relacionada con su eficiencia en la simbiosis con las respectivas leguminosas hospedantes.

### Selección de cepas en cilindros de suelo no disturbado

Para seleccionar cepas de Rhizobium de una serie de leguminosas, se están utilizando cilindros de suelo no disturbado de Carimagua. Los resultados se resumen en el Cuadro 1. En Centrosema spp., Desmodium canum, D. heterophyllum y Pueraria phaseoloides se observó un rendimiento de N de más del doble en el follaje, debido a la inoculación durante un período de crecimiento de doce semanas. Los aumentos debidos a la inoculación de D. ovalifolium fueron menos marcados, pero la respuesta a la fertilización con N fue considerable, lo cual implica que es necesario evaluar más cepas y ecotipos de D. ovalifolium. S. capitata dio respuestas muy variables a la inoculación y fertilización con N y, aunque se observaron aumentos de N en el follaje, no siempre fueron estadísticamente significativos. Los aumentos menos marcados causados por la inoculación de S. capitata en comparación con otras leguminosas se deben parcialmente a los altos contenidos de N de algunos de los testigos no inoculados, pese a que éstos no siempre se relacionaron con nodulación abundante, la cual implica que las plantas son capaces de utilizar N del suelo. Se están adelantando otros experimentos para determinar la capacidad que tiene S. capitata para fijar  $N_2$  y utilizar el N del suelo en diversas condiciones.

Aparentemente, los cilindros de suelo no disturbado son más apropiados para seleccionar cepas de Rhizobium destinadas a suelos

Cepa CIAT 3334 antes de purificar en BYMA pH 5.5



Incubada 15 días en BYMA pH 5.5



Incubada 15 días en BYMA pH 6.8

Cepa CIAT 3334 purificada en BYMA pH 5.5



Incubada 15 días en BYMA pH 5.5



Incubada 15 días en BYMA pH 6.8

Figura 1. Cepa de Rhizobium No. CIAT 3334 de Centrosema macrocarpum antes (parte superior) y después (parte inferior) de su purificación, incubada por 15 días en levadura-manitol-agar con pH 5.5 (izquierda) y 6.8 (derecha); nótese la aparición de colonias mucosas solamente con pH 5.5 antes de la purificación. La apariencia manchada de las colonias mucosas indica la presencia del tipo de colonia pequeña no mucosa aunque en este caso no se formaron colonias separadas.

Cuadro 1. Resumen de los datos sobre los ensayos de selección de cepas de Rhizobium para leguminosas forrajeras tropicales, en 1981-82, en cilindros de suelos no disturbados de Carimagua (suelo de la Reserva o de los sitios indicados)<sup>a</sup>.

Leguminosa	Código de ensayo	No. de cepas evaluadas	Testigo sin inocular		Cepa seleccionada	Aumento (veces) sobre testigos sin inocular		
			N en el follaje (mg/cilindro)	Nódulos (no./cilindro)		N en follaje (mg/cilindro)		Nódulos (no./cilindro)
						+ C.S.	+ N	
<u>C. macrocarpum</u> 5065	122	11	8.16	2	1780	3.6	4.8	19.0
<u>Centrosema</u> sp. 5112	122	11	10.22	4	1780	2.6	3.7	9.3
<u>D. ovalifolium</u> 350	125	18	20.57	106	2335	1.8	2.9	1.2
	125II	11	29.46	67	3143	1.3 n.s.	2.5	1.1
<u>D. canum</u> 3005	122	10	6.67	3	1502	3.3	5.5	4.3
<u>D. canum</u> 3005 A	124II	15	15.82	11	2487	2.3	2.1	1.8
<u>D. heterophyllum</u> 349	124II	19	10.76	11	2469	3.0	2.3	8.3
<u>P. phaseoloides</u> 9900	125	18	14.92	10	2434	2.7	1.7	0.7
	125II	21	23.67	7	3221	1.6	3.3	1.1
<u>S. capitata</u> 1315	114	7	49.00	16	1460	1.1 n.s.	1.7	1.1
	2310	7	22.84	18	1460	0.9 n.s.	1.9	1.2
					2306	1.4	1.9	1.4
	1019	7	40.43	4	1460	1.3 n.s.	1.7	4.3
					308	1.4	1.7	9.0
	1019	14	26.81	20	1460	1.4 n.s.	2.8	1.2
					2304	2.1	2.8	1.1
	1019 <sup>b</sup>	14	41.41	19	1460	0.8 n.s.	1.4	2.6
	1019 <sup>c</sup>	14	33.76	34	1460	1.3 n.s.	1.5	1.8
	1019 <sup>b</sup>	25	48.26	24	2265	1.3 n.s.	1.4	1.9

a. Cepa seleccionada = C.S.

b. Alegría.

c. Guayabal.

n.s. = no significativo (P = 0.05).

ácidos que las jarras de Leonard utilizadas tradicionalmente (arena estéril y solución nutritiva), en las cuales es difícil simular las condiciones de estrés a que se someten el crecimiento de las plantas y la fijación de nitrógeno. Además, en las jarras de Leonard no hay cepas nativas de Rhizobium que compitan por sitios de nodulación con las cepas inoculadas. Es muy importante que las cepas seleccionadas sean capaces de competir con las cepas nativas del suelo.

#### Efecto del método de inoculación

Se realizó un experimento<sup>1</sup> con cepas seleccionadas para D. ovalifolium, P. phaseoloides y C. macrocarpum utilizando diferentes materiales pegantes y "peletizantes" (50 g de inoculante/kg de semilla) e inoculantes "granulados" (aproximadamente 0.5 g de inoculante aplicado inmediatamente debajo de la semilla). Se hallaron los siguientes resultados: el inoculante granulado que se utilizó arrojó mayor rendimiento de N que las semillas peletizadas en D. ovalifolium de semilla pequeña; la peletización tuvo mayor efecto que el inoculante granulado en C. macrocarpum de semilla más grande; y en P. phaseoloides de semilla de tamaño intermedio no hubo diferencia en el rendimiento de N entre los inoculantes granulados y peletizados (Cuadro 2). Los diferentes materiales pegantes o peletizantes no causaron cambios significativos en el rendimiento de N o en la nodulación, incluso en C. macrocarpum de semilla grande; este resultado pudo deberse, en parte, al hecho de que las semillas se sembraron inmediatamente después de la inoculación, y a que las tasas de inoculación utilizadas fueron relativamente altas, lo que, por consiguiente, pudo reducir los efectos de los diferentes sistemas de peletización.

Los resultados implican que, para las leguminosas de semilla pequeña como D. ovalifolium, la cantidad de inoculante que se puede pegar a la semilla no es suficiente para obtener una nodulación adecuada bajo condiciones de invernadero. Sin embargo, para las leguminosas de semilla más grande, como C. macrocarpum, se puede pegar suficiente Rhizobium a las semillas y los tratamientos de peletización utilizados protegen al Rhizobium de las condiciones edáficas adversas, de tal manera que la peletización es superior al inoculante granulado. Para P. phaseoloides de tamaño intermedio ambos métodos de inoculación son adecuados.

Es necesario probar estos métodos de inoculación bajo condiciones de campo. Sin embargo, no es práctico proporcionar transporte y refrigeración a los inoculantes granulados en escala tan grande como la que se requiere para el establecimiento de pastos, ya que se requerirían cerca de 20 kg de inoculante/ha. Por consiguiente, probablemente será necesario desarrollar nuevos métodos de inoculación, especialmente para las leguminosas de semilla pequeña como D. ovalifolium; un ejemplo son los inoculantes que no requieren refrigeración y que se pueden aplicar en cantidades más grandes por medio de la semilla. Por otro lado, se

---

<sup>1</sup> Méndez M., Jesús y Moriones A., Rodrigo, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, tesis.

Cuadro 2. Respuesta de tres leguminosas forrajeras--cultivadas en cilindros de suelo de Carimagua sin disturbar--a la inoculación con Rhizobium por diferentes métodos c a la fertilización con N<sup>1</sup>.

Tratamiento <sup>2</sup>	<u>D. ovalifolium</u> 350 + cepa CIAT 2335		<u>P. phaseoloides</u> 9900 + cepa CIAT 2434		<u>C. macrocarpum</u> 5065 + cepa CIAT 1780	
	N en follaje (mg/cilindro)	Nódulos (no./cilindro)	N en follaje (mg/cilindro)	Nódulos (no./cilindro)	N en follaje (mg/cilindro)	Nódulos (no./cilindro)
GAC + RF	24.5 cd	66 b	43.8 ab	15 b	38.6 b	29 a
GAC + cal	24.0 cd	105 ab	37.6 bc	11 b	29.3 bc	40 a
GAM + RF	28.6 c	101 ab	36.0 bc	13 b	30.2 bc	16 b
MC + RF	22.8 cd	91 ab	43.3 abc	16 b	28.6 bc	17 b
MC + cal	27.9 c	75 b	32.4 bc	12 b	38.6 b	38 a
Granulado	41.7 b	148 a	34.2 bc	37 a	14.4 cd	12 bc
150 kg N/ha	71.2 a	6 c	58.9 a	0 c	75.6 a	0 cd
Sin inocular	19.5 d	78 b	26.5 c	8 bc	8.7 d	1 cd

1. 150 kg N/ha.

2. GAC = goma arábiga comercial; GAM = goma arábiga de Merck; MC = Metilcelulosa; RF = Roca fosfatada (Huila). Las letras diferentes representan diferencias significativas a un nivel de P = 0.05.

podría tratar de seleccionar cepas más competitivas que se podrían inocular en concentraciones más bajas.

### Experimentos de campo

En Carimagua se establecieron experimentos de campo en surcos en la sabana nativa con el fin de determinar las respuestas de leguminosas a la inoculación con cepas seleccionadas de Rhizobium.

Las observaciones preliminares muestran que tanto C. macrocarpum como P. phaseoloides respondieron a la inoculación (Cuadro 3). Este resultado indica que las cepas seleccionadas en los cilindros de suelo sin disturbar también pueden funcionar en el campo durante la fase de establecimiento.

### Estudios de nitrificación del suelo

Se ha adoptado un nuevo método para estudiar la nitrificación del suelo, ya que los estudios anteriores--en los que las muestras se habían tomado del campo y analizado inmediatamente--pueden causar un subestimado del nitrato ( $\text{NO}_3^-$ -N) que se está produciendo, puesto que no se incluye el  $\text{NO}_3^-$ -N perdido por lixiviación, desnitrificación, o absorción por las plantas.

Con el nuevo método se recoge el suelo del campo, se lo remueve, y se lo mantiene en potes a humedad y temperatura constantes sometiéndolo a ciclos de humedecimiento y secamiento. Se espera que el procedimiento

Cuadro 3. Efecto de la inoculación y la fertilización con N en P. phaseoloides y C. macrocarpum, establecidas mediante labranza mínima (MSPT 143, primer corte, 1982).

<u>Pueraria phaseoloides</u>		<u>Centrosema macrocarpum</u>	
Tratamiento <sup>a</sup> y cepa no.	N en follaje <sup>b</sup> (kg/ha)	Tratamiento <sup>a</sup> y cepa no.	N en follaje <sup>b</sup> (kg/ha)
Sin inoculante	151.6 c	Sin inoculante	93.9 bc
643 P	184.2 bc	1780 G	114.7 bc
3221 P	199.9 abc	1780 P	123.4 b
2434 P	245.1 ab	75 kg N/ha	223.2 a
2453 P	257.0 ab		
3221 G	257.2 ab		
2434 G	263.1 a		
75 kg N/ha	267.9 a		

a. P = peletizado con roca fosfatada; G = inoculante granulado aplicado en el surco.

b. Las letras diferentes representan diferencias significativas a un nivel de P = 0.05.

tenga un efecto similar al del arado en el suelo, pero sin el efecto de lixiviación o absorción por las plantas. Las muestras se sacan de los pots inmediatamente, y después de un intervalo de tiempo, se congelan hasta que sean analizadas por su contenido de  $\text{NH}_4^+$ -N y  $\text{NO}_3^-$ -N.

El Cuadro 4 muestra que, con una excepción (Yoparé, Hato 3), el suelo proveniente de sabana nativa casi no produjo  $\text{NO}_3^-$ -N durante su incubación de cuatro semanas, en tanto que el aumento en la concentración de  $\text{NH}_4^+$ -N en los cuatro suelos fue considerable. Por otra parte, en suelo de los mismos cuatro sitios--que ya habían sido arados y sembrados con *S. capitata* 1315 un año antes--se obtuvieron hasta 30 ppm de  $\text{NO}_3^-$ -N después de cuatro semanas de incubación, en tanto que la concentración de  $\text{NH}_4^+$ -N fue menor que en el suelo de sabana nativa. Antes de la incubación, las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$ -N y  $\text{NH}_4^+$ -N fueron similares en los suelos de todos los sitios.

Estos resultados indican que la sabana nativa contiene una población inactiva de microorganismos nitrificantes que se puede activar mediante la disturbación del suelo, pero que esta actividad no comienza inmediatamente y, en algunos casos, toma hasta un mes para comenzar. La producción de  $\text{NO}_3^-$ -N continúa durante un año, por lo menos, después de la perturbación inicial del suelo. Sin embargo, el  $\text{NO}_3^-$ -N no se detecta en estos suelos en el campo debido a su lixiviación, a su desnitrificación o a su absorción por las plantas. La producción de  $\text{NH}_4^+$ -N observada después de la incubación de los suelos de sabana puede haber sido estimulada por el tratamiento de humedecimiento y secamiento utilizado, el cual simula las condiciones de campo. En los suelos sembrados con *S. capitata*, este  $\text{NH}_4^+$ -N pudo haber sido producido pero posteriormente convertido a  $\text{NO}_3^-$ -N, de tal manera que en la mayoría de los suelos los niveles finales de  $\text{NH}_4^+$ -N fueron menores en los suelos con *S. capitata* que en los suelos de sabana nativa. Los niveles de producción de  $\text{NO}_3^-$ -N detectados en el suelo de *S. capitata* de Yoparé, Hato 1, son equivalentes a, aproximadamente 60 kg de  $\text{NO}_3^-$ -N/ha en cuatro semanas, y demuestran el potencial del suelo para producir cantidades considerables de  $\text{NO}_3^-$ -N, incluso un año después de haber sido arados. Estos suelos podrían proporcionar una fuente significativa de N para el crecimiento de las plantas, inclusive si éstas son leguminosas.

### Conclusiones Generales y Recomendaciones sobre Rhizobium y Nitrificación

Las respuestas a la inoculación y los niveles de mineralización de N observados indican que hay un potencial considerable para manejar ambos procesos con el fin de aumentar el rendimiento de N en las pasturas o en las combinaciones de pastos y cultivos.

El costo adicional del arado, en comparación con la siembra por mínima labranza, podría ser, al menos parcialmente, compensado por la siembra de un cultivo como el arroz antes de sembrar los pastos; aquél se beneficiaría más del N mineral liberado. Es más factible que las

Cuadro 4. Mineralización del N en suelos de cuatro sitios de Carimagua--con un rango de N total y de contenido de arena--procedentes de sabana nativa y de un área sembrada un años antes con *S. capitata* 1315, antes y después de su incubación en pots expuestos a ciclos húmedos (CH) y secos (CS).

Vegetación	Incubación (4 semanas, con CH y CS)	Profundidad del suelo (cm)	N mineralizado (ppm)							
			Alegria, Hato 5 <sup>a</sup>		Yopare, Hato 6 <sup>b</sup>		Yopare, Hato 3 <sup>c</sup>		Yopare, Hato 1 <sup>d</sup>	
			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N
Sabana	Antes	0-10	1.3	3.8	1.3	3.2	1.4	3.7	1.0	6.9
		10-20	1.5	3.3	1.6	2.8	1.0	3.0	1.0	3.7
	Después	0-10	1.4	10.3	1.3	23.3	7.0	15.1	1.7	22.8
		10-20	1.3	14.8	1.7	16.4	2.0	22.1	1.3	27.6
<i>S. capitata</i> <sup>e</sup>	Antes	0-10	1.4	4.8	1.7	4.8	1.7	6.6	1.2	6.2
		10-20	0.9	3.3	1.0	3.0	1.5	5.1	1.4	5.4
	Después	0-10	10.7	4.5	14.7	3.7	16.7	5.0	32.1	5.8
		10-20	3.1	15.3	16.9	5.8	18.9	6.9	16.9	16.2

a. N, 308 ppm; arena, 65%.

b. N, 448 ppm; arena, 48%.

c. N, 868 ppm; arena, 29%.

d. N, 1260 ppm; arena, 6%.

e. Un año después de sembrada.

leguminosas sembradas después de un cultivo de arroz, una vez que el N del suelo haya sido agotado, respondan a la inoculación y fijen más  $N_2$  que si se sembraran en el suelo de sabana arado. Si se siembran leguminosas en sabanas por labranza mínima, es más factible que requieran inoculación que si se establecen mediante labranza convencional. Los fracasos registrados en el establecimiento de leguminosas por labranza mínima o sin labranza pueden haberse debido, parcialmente, a la falta de inoculantes apropiados.

### Estudios sobre Micorrizas

La deficiencia fosfórica es uno de los limitantes del suelo más generalizados en América tropical. Cerca del 82% de la tierra en los trópicos americanos es deficiente en fósforo en su estado natural. El costo unitario relativamente alto de los fertilizantes fosfóricos, junto con la fijación--en forma no disponible para las plantas--de la mayor parte del fósforo aplicado, hacen necesario el desarrollo de tecnologías que puedan aumentar la disponibilidad del fósforo en estos suelos a un costo bajo para el agricultor. Por todo esto y por la importancia reconocida de las micorrizas vesículo-arbusculares, VA--la infección de las raíces por hongos endomicorrizales--en la nutrición fosfórica de las plantas, se inició en 1982 un nuevo proyecto de investigación en micorrizas en el Programa de Pastos Tropicales.

Durante el año 1982 se estudiaron los efectos de la estación, del tipo de suelos, del pastoreo y de la fertilización en la infección de raíces de plantas forrajeras con endomicorrizas nativas, y se estudió su población de esporas en el suelo. También se hicieron estudios sobre el potencial de infección con micorrizas de distintos suelos.

#### Efecto de la estación, del tipo de suelo y del pastoreo

En "bancos de proteína" de S. capitata, D. ovalifolium, P. phaseoloides, A. gayanus y B. humidicola establecidas el año anterior (mayo-junio, 1981) tanto la infección con micorrizas como la población de esporas en el suelo eran muy bajas en abril de 1982 en dos tipos de suelos: Alegría, Hato 5, 66% de arena, y Yopare, Hato 6, 30% de arena (Figuras 2 a 5). En los meses siguientes se observó un rápido aumento tanto de la infección como de la población de esporas. Una tendencia similar se observó en la sabana nativa, pero no tan marcada como en las pasturas mejoradas. El efecto de la estación fue más marcado que el efecto del tipo de suelo. Aunque los bancos de proteína fueron pastoreados periódicamente--y muy intensamente--durante el tiempo de muestreo, el pastoreo no tuvo efecto aparente en la infección con micorrizas o en la población de esporas.

#### Fertilización

En un antiguo ensayo de pastoreo de cuatro años en el cual se habían establecido dos asociaciones (A. gayanus + P. phaseoloides y A. gayanus + S. capitata) con cuatro tasas de fertilización con P, se

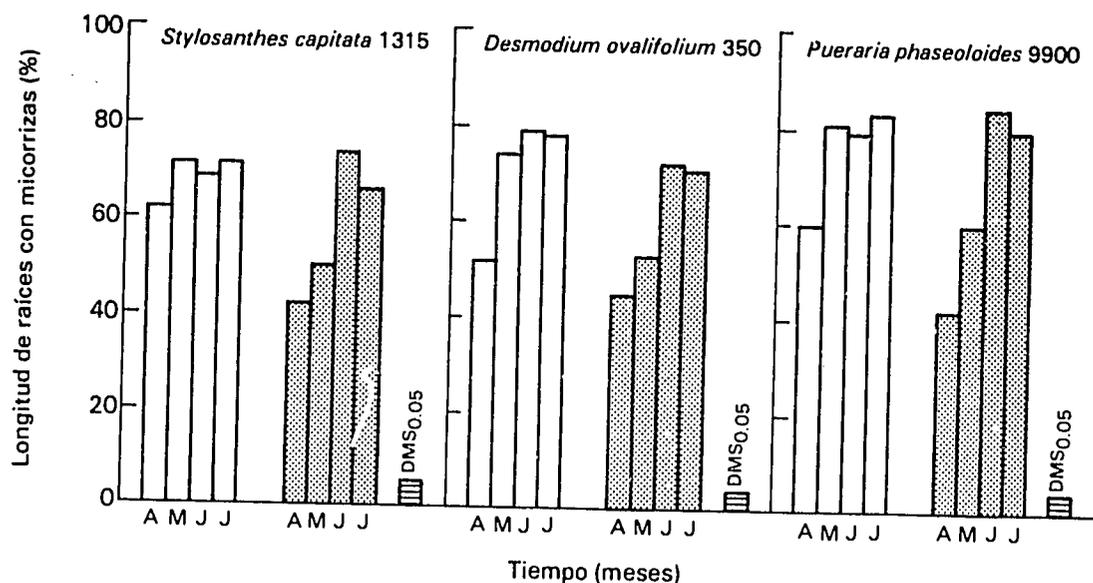


Figura 2. Efecto de la estación y el tipo de suelo en la infección por micorrizas en tres leguminosas forrajeras tropicales cultivadas en un Oxisol de Carimagua. Tipos de suelo: Alegría, Hato 5 (□), y Yoparé, Hato 6 (▨). Precipitación: marzo, 81 mm; abril, 386 mm; mayo, 360 mm; junio, 258 mm; julio, 410 mm.

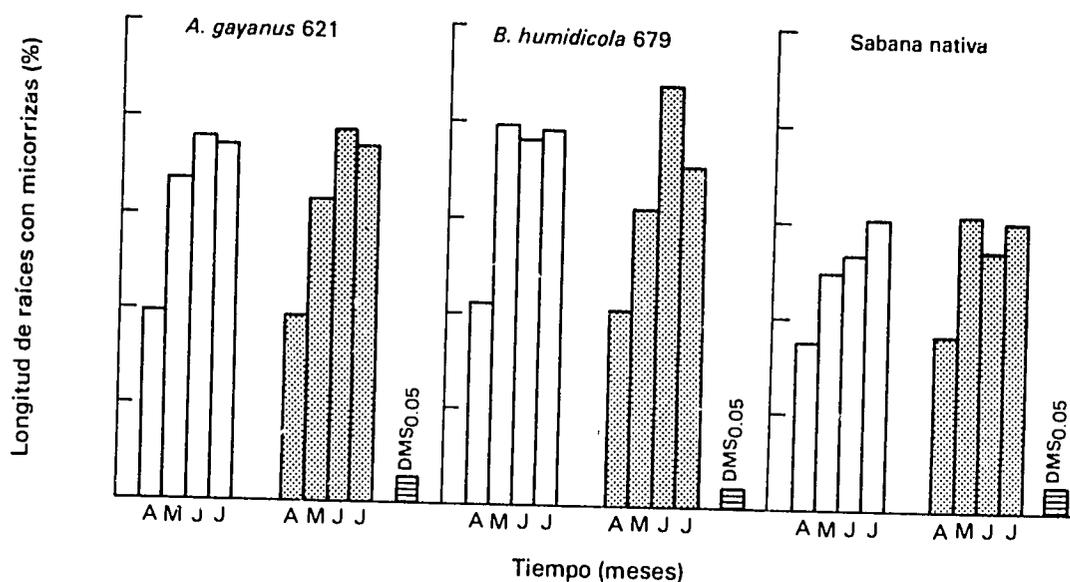


Figura 3. Igual que la Figura 2, pero para Andropogon gayanus, Brachiaria humidicola, y la sabana nativa.

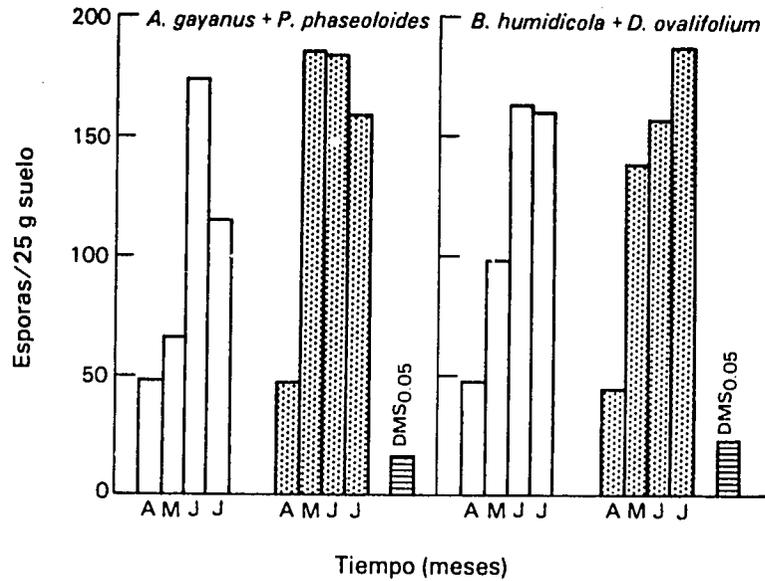


Figura 4. Efecto de la estación y el tipo de suelo en la población de esporas de Endogonaceae en la rizosfera de dos asociaciones de gramíneas y leguminosas en un Oxisol de Carimagua. Tipos de suelo: Alegría, Hato 5 ( □ ), y Yopare, Hato 6 ( ▨ ). Precipitación: marzo, 81 mm; abril, 386 mm; mayo, 360 mm; junio, 258 mm; julio, 410 mm.

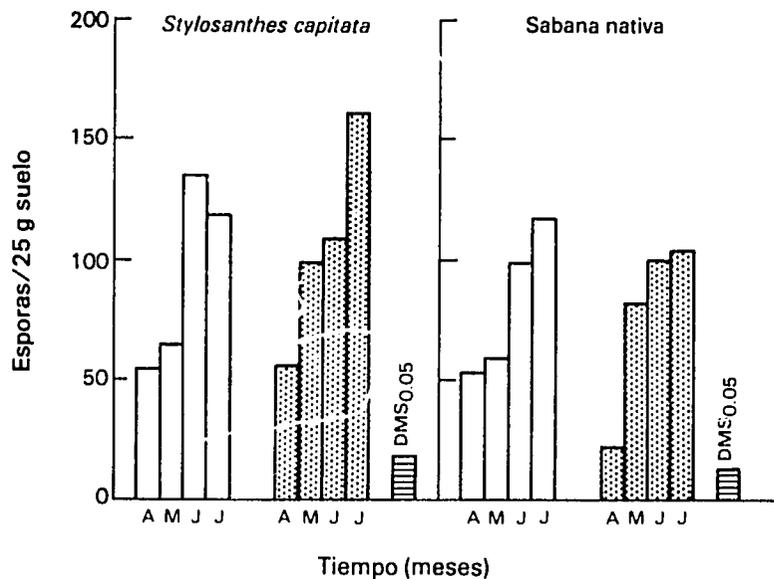


Figura 5. Igual que la Figura 4 pero para Stylosanthes capitata y la sabana nativa.

observó una disminución a la infección con micorrizas en los niveles altos de P, y las diferencias en estos niveles, medidas en el suelo, fluctuaron de 8 a 15 ppm. Como resultado notable de este ensayo, la infección de micorrizas de la gramínea (A. gayanus) fue mayor que la de cualesquiera de las leguminosas (Cuadro 5).

En un pequeño ensayo muestreado dos años después del establecimiento, se encontró que los niveles de Ca no afectaron la infección con micorrizas de cinco plantas forrajeras (Figura 6) pero que hubo una disminución pronunciada de la población de esporas en el suelo a altos niveles de Ca (Figura 7). Los análisis de suelo mostraron que el P disponible disminuyó con los mayores niveles de Ca (de 20 a 4.8 ppm P), y ésta podría ser la causa del efecto negativo del Ca sobre la población de esporas de micorriza. De ser así, este efecto negativo de las menores concentraciones de P sobre la población de esporas es el reverso del efecto negativo obtenido, al aumentar la concentración de P, en la infección de micorrizas observada en el experimento anterior. Estos resultados indicaron que los niveles de Ca y P pueden afectar la infección de micorrizas y la población de esporas de manera diferente, y que esta interacción requiere más estudio.

En otro ensayo pequeño establecido este año para comparar los niveles de K, se encontró que a mayores niveles de éste aumentaba la infección de micorriza en las leguminosas, pero no en las gramíneas (Figuras 8 y 9).

#### Potencial de infección de micorriza (PIM) de suelos con diferentes coberturas vegetales

Se sembró P. phaseoloides con fertilización uniforme en potes de suelo de Carimagua recogido en profundidades de 0 a 10 cm, bajo diferentes coberturas vegetales. Después de cuatro semanas de crecimiento, el porcentaje de los segmentos de 1 cm de raíz de P.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización con P sobre el porcentaje de raíces con micorrizas en dos asociaciones de gramíneas + leguminosas, en un Oxisol de Carimagua cuatro años después de su siembra.

Tratamiento con P (kg P/ha)	<u>Andropogon gayanus</u>	+	<u>Pueraria phaseoloides</u>	<u>Andropogon gayanus</u>	+	<u>Stylosanthes capitata</u>
11	84.65		68.05	87.65		60.20
22	83.50		56.00	79.05		65.80
44	76.05		56.73	77.90		56.41
88	75.71		58.15	75.85		54.68
DMS 0.05		9.86			7.96	
Promedio	79.98		59.78	80.11		59.27
DMS 0.05		4.93			3.98	

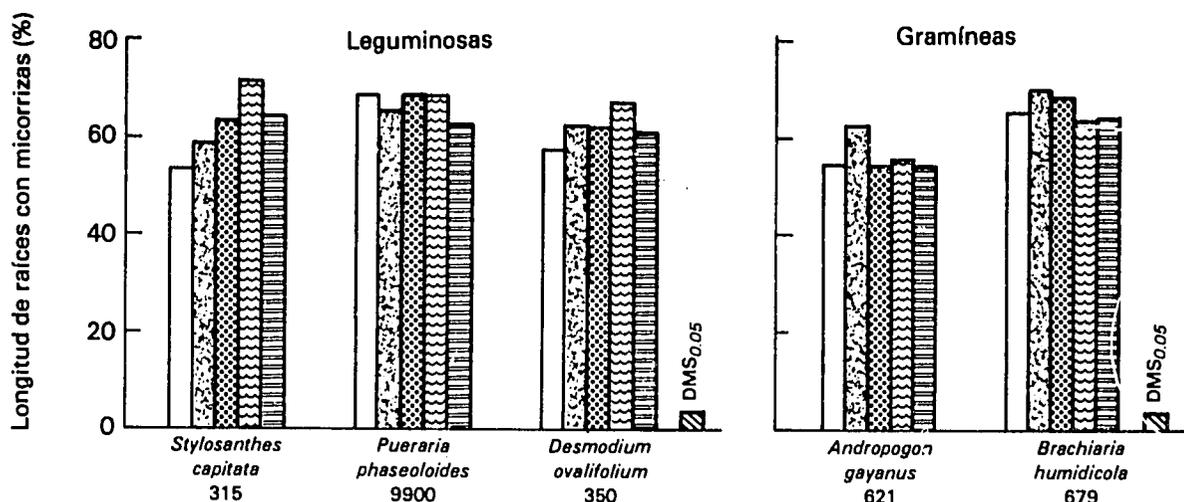


Figura 6. Efecto del Ca ( $\text{CaCO}_3$ ), en dosis de 0 (□), 50 (▣), 100 (▤), 200 (▥) y 400 (▦) kg de Ca/ha, en la infección por micorrizas de las raíces de cinco especies forrajeras, en un Oxisol de Carimagua, dos años después de la siembra.

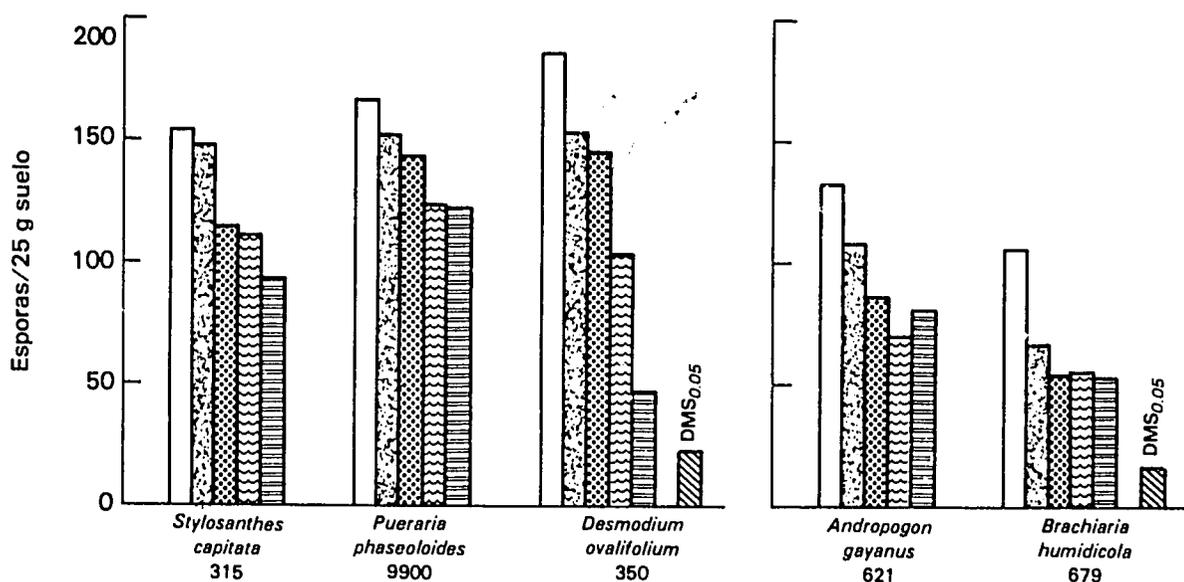


Figura 7. Efecto del Ca, en dosis de 0 (□), 50 (▣), 100 (▤), 200 (▥) y 400 (▦) kg de Ca/ha, en la población de esporas de Endogonaceae en la rizosfera de cinco especies forrajeras, en un Oxisol de Carimagua dos años después de la siembra.

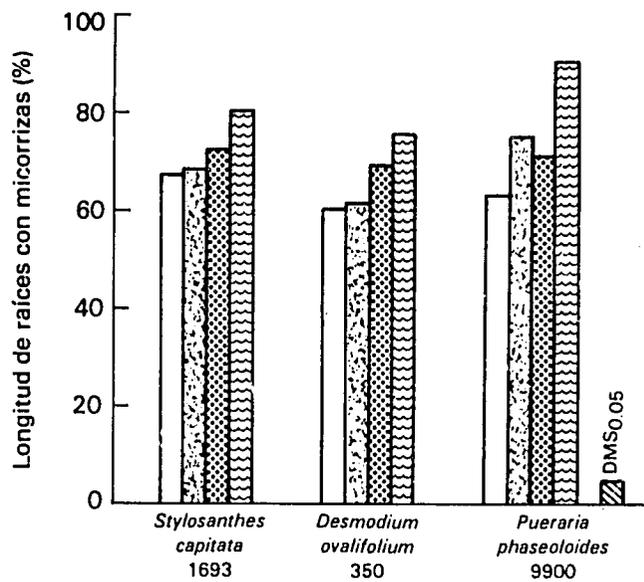


Figura 8. Efecto de la fertilización con potasio, a 0 (□), 10 (▨), 20 (▩), y 40 (▧) kg de K/ha, sobre la infección por micorrizas de tres leguminosas tropicales en un Oxisol de Carimagua, cuatro meses después de la siembra.

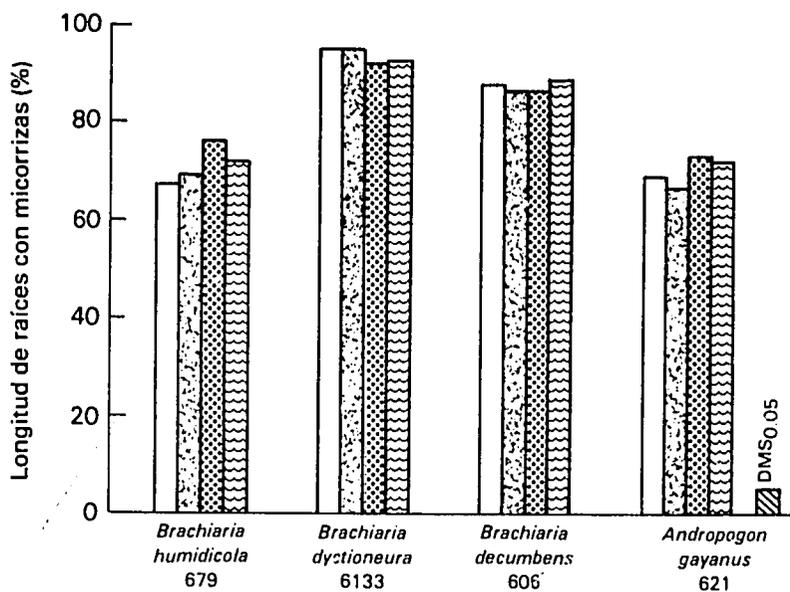


Figura 9. Efecto de la fertilización con potasio en dosis de 0 (□), 10 (▨), 20 (▩) y 40 (▧) kg de K/ha en la infección por micorrizas de cuatro gramíneas tropicales en un Oxisol de Carimagua, cuatro meses después de siembra.

phaseoloides infectados (PIM), fue calculado para cada cobertura vegetal.

La asociación A. gayanus + P. phaseoloides mostró un PIM de 95%, seguida por S. capitata (72%), B. humidicola + D. ovalifolium (71%), y A. gayanus (71%). Las otras leguminosas y gramíneas tuvieron un PIM menor de 50%, y la sabana nativa mostró solamente un 20% de PIM.

### Conclusiones sobre Micorrizas

Los datos obtenidos han mostrado con claridad que las especies de plantas difieren notablemente en el nivel observado de infección con micorrizas. En algunos experimentos, las gramíneas mostraron tasas mucho más altas de infección que las leguminosas, lo cual contradice el punto de vista general de que las gramíneas no son tan dependientes como las leguminosas de la simbiosis con micorriza. Por tanto, en condiciones de los Llanos Orientales las gramíneas pueden depender de las micorrizas tanto como las leguminosas.

Los niveles elevados de fertilizantes fosfóricos redujeron la infección con micorrizas, así como los niveles muy bajos de P disponible en el suelo tuvieron un efecto negativo sobre la producción de esporas. Es claro que la simbiosis es muy sensible a los niveles de fertilización con P, y se necesita determinar los niveles apropiados de éste para cada combinación hospedante-hongo.

La población de micorrizas de las pasturas mejoradas es claramente más abundante que la de la sabana nativa. El muy bajo potencial de infección de ésta indica que en tales suelos la inoculación con hongos endomicorrizales puede tener un efecto importante en el establecimiento de leguminosas y gramíneas. Por tanto, se deberían hacer experimentos para determinar el potencial de los hongos endomicorrizales como inoculantes para tales plantas.

### Conclusiones Generales sobre Microbiología de Suelos

Para definir una tecnología de bajos insumos, aprovechando la actividad de los microorganismos del suelo, será necesario estudiar las interacciones que existen entre Rhizobium, las bacterias nitrificantes, y las micorrizas. Se debe determinar si es posible manejar estas interacciones por medio de la inoculación o quizás con otros métodos de manejo, como la fertilización, la preparación de la tierra, y la rotación de pastos con cultivos. Este tipo de estudio requiere un enfoque multidisciplinario, con el objetivo final de maximizar la fijación de  $N_2$  por las leguminosas forrajeras seleccionadas, y de minimizar el costo de la aplicación de otros nutrimentos.

## Producción de Semilla

La sección ha continuado con los siguientes objetivos generales:

- a) Multiplicar semilla de líneas experimentales con el fin de permitir mayores evaluaciones y ofrecer semilla básica en el caso del lanzamiento de un cultivar.
- b) Adelantar investigación agronómica aplicada sobre las limitaciones para la producción comercial de especies importantes.

### Multiplicación y Distribución de Semilla

Los trabajos en parcelas pequeñas se concentraron en Quilichao, en tanto que las áreas de trabajo más grandes, con pocas accesiones, se localizaron en Carimagua.

Durante 1982 se hallaba en multiplicación un amplio rango de especies y en total, 69 accesiones. Se hizo énfasis en los géneros Stylosanthes, Centrosema, Desmodium, Andropogon y Brachiaria. Las cantidades de semilla producida se registran en el Cuadro 1.

La sección respondió a 299 solicitudes de semillas y el patrón de distribución se presenta en el Cuadro 2. El Programa de Pastos Tropicales, los colaboradores de los Ensayos Regionales, y los investigadores en otras instituciones recibieron 1233, 592 y 169 kg de semilla, respectivamente. También se recibieron solicitudes de semilla básica o semilla con la cual se podría iniciar la multiplicación de semillas; fueron atendidas aquéllas suministrando semilla a la Unidad de Semillas del CIAT, al ICA de Colombia, al Ministerio de Agricultura de Cuba, al ESEP en Tarapoto, Perú y al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

Al ICA de Colombia, en Bogotá, se les hizo un despacho de 180 kg de semilla escarificada con ácido del material S. capitata CIAT 10280, el cual constituye el primer despacho de semilla básica de un nuevo cultivar que el ICA denominó "Capica". Esta semilla se despachó a finales de julio y fue distribuida por el ICA a los semillistas interesados durante el mes de Agosto.

Durante el año se lograron los siguientes progresos:

- o Multiplicación del número de lotes de semilla sujetos a evaluaciones de calidad de la semilla.
- o Pruebas de tetrazolio y germinación para Andropogon gayanus y Brachiaria decumbens.
- o Creación de un inventario mensual de existencias de semilla.

Cuadro 1. Resumen de las semillas de leguminosas y gramíneas producidas durante 1981-1982.

<u>Especies</u>	<u>Accesiones (no.)</u>	<u>Peso de semillas<sup>a</sup></u>
<u>Centrosema arenarium</u>	1	6
<u>C. brasilianum</u>	6	38
<u>C. macrocarpum</u>	3	5
<u>C. pascuorum</u>	2	1
<u>C. pubescens</u>	4	12
<u>Centrosema sp.</u>	3	10
<u>Desmodium ovalifolium</u>	5	337
<u>Pueraria phaseoloides</u>	1	36
<u>Stylosanthes capitata</u>	10	2810
<u>S. guianensis ("tardío")</u>	8	12
<u>S. macrocephala</u>	3	8
<u>Zornia brasiliensis</u>	2	18
<u>Z. latifolia</u>	1	1
<u>Zornia sp.</u>	4	5
Misceláneas	8	10
Total de leguminosas	61	3308
<u>Andropogon gayanus</u>	2	680
<u>Brachiaria decumbens</u>	3	21
<u>B. humidicola</u>	1	3
<u>B. dictyoneura</u>	1	38
<u>Panicum maximum</u>	1	1
Total de gramíneas	8	743
Gran total	69	4051

a. Leguminosas: semilla o semilla en vaina de 95% de pureza. Gramíneas: semilla limpia de 35% de pureza.

Cuadro 2. Distribución de semillas durante 1981-1982.

Motivo	Solicitudes		Peso de semillas (kg)		
	receptores	No.	Gramíneas	Leguminosas	Total
Evaluaciones (en la forma de germoplasma o pastura)	Programa de Pastos Tropicales	125	523	710	1233
	Ensayos Regionales:				
	Tipos A y B	50	5	35	40
	Tipos C y D	8	401	151	552
	Otros	105	61	104	169
Multiplicación de semillas	Varios	11	45	246	297
Total		299	1035	1246	2282

- o Selección de lotes de semilla para formar una mayor reserva de semilla básica de especies importantes.

### Investigación Aplicada

#### Evaluación de la calidad de la semilla en *Andropogon gayanus*

Dado que en varios países la semilla se mercadea en canales comerciales--y también se obtiene por siembra en el campo--la necesidad de establecer medidas de los componentes de la calidad de la semilla es cada vez más importante y urgente. Actualmente, el asunto es muy amplio debido a los conceptos y a las metodologías alternativas que existen, junto con la falta de una buena base de datos y las escasas facilidades para pruebas de semillas.

Varios factores afectan la evaluación de la calidad en esta especie, como son:

- a. Las características de las espiguillas que complican la evaluación de la pureza y requieren de la comparación de diferentes métodos.
- b. Los lotes de semilla que en su mayoría corresponden a semilla cruda, es decir, con poco o ningún acondicionamiento que remueva basuras, partículas distintas de las semillas, y

aristas. Esto significa que las muestras para trabajar en pureza deben ser relativamente grandes y que el contenido de semilla pura será muy variable y estará influenciado por el contenido de materia inerte como también por la proporción de espiguillas que contengan una cariósida.

- c. La dormancia de muchas semillas que reclaman un énfasis igual o mayor en la medición tanto de la viabilidad con tetrazolio como de la germinación.
- d. La relativa escasez de analistas de semillas, que exige eficiencia de los procedimientos de laboratorio para que no consuman mucho tiempo. También se requiere un alto grado de integración de procedimientos.
- e. La ausencia de estándares comerciales de mercadeo que exijan conformidad con alguna clase de valores absolutos de calidad --a excepción de un SPV (semilla pura viva) del 10% en Brasil.

En el Cuadro 3 se presenta una serie de componentes de calidad de la semilla junto con medias y rangos de un número muy limitado de lotes de semilla, tomados al azar de diferentes edades y condiciones físicas. Por consiguiente, el Cuadro 3 es solamente un informe de progreso pero pretende iniciar un debate basado en datos sobre la utilidad de los componentes individuales de la calidad y sobre las metodologías que lograrían su medición. Los valores de la viabilidad son allí muy pocos y provienen de lotes de semilla más viejos, sin dormancia, y con una viabilidad relativamente baja; como consecuencia, no se pone de manifiesto la relación normal entre la viabilidad y la germinación en las semillas con dormancia de la misma edad. Lo mismo se aplica a las unidades de semilla viables y a las unidades de semilla germinable.

Los investigadores y semillistas de pastos tienen que considerar la utilidad de los distintos componentes de la calidad para los propósitos particulares de la investigación, del mercadeo de semillas, y de su utilización en el campo. A su vez, los analistas de semillas de diferentes laboratorios deben colaborar en algunas pruebas de arbitraje para determinar el grado de uniformidad de los resultados. Con la generación de una base de datos más amplia será posible definir progresivamente los métodos más apropiados y los estándares para las semillas.

#### Efectos de las condiciones de almacenamiento y de las muestras de semilla en la germinación de *Andropogon gayanus*.

Después de su secamiento natural al sol, se limpiaron tres muestras de semilla y luego se colocaron en cuatro condiciones de almacenamiento diferentes. La germinación, medida en términos de las espiguillas que contienen una cariósida, se registró durante el período comprendido entre 3 y 18 meses después de la cosecha.

La germinación aumentó hasta los nueve meses después de la cosecha, lo cual indica disminución progresiva en la dormancia primaria. En las

Cuadro 3. Componentes de la calidad de la semilla en lotes de semilla de Andropogon gayanus tomados al azar, determinados por diferentes métodos.

Componente <sup>a</sup>	Unidad de medida	Valores		
		Media	Rango	Observaciones
<b>Porcentaje de espiguillas completas:</b>				
Por peso	%, en peso	46.5	31-59	6
Por número	%, en número	37.0	24-46	6
<b>Peso unitario:</b>				
Cariópside	mg/100	85	60-103	6
Espiguillas completas	mg/100	295	260-324	6
Espiguillas modificadas	mg/100	235	212-258	6
<b>Semilla pura</b>				
modificada	%, en peso	72.0	66.1-84.4	6
ajustada	%, en peso	33.1	26.3-39.1	6
indirecta	%, en peso	29.5	22.7-34.8	6
<b>Germinación</b>				
modificada	%, en número	9.3	4-18	6
ajustada	%, en número	27.3	9-50	6
indirecta	%, en número	27.3	9-50	6
<b>Viabilidad en tetrazolio</b>				
modificada	%, en número	7	5-7	3
ajustada	%, en número	23	12-30	3
<b>Semilla pura germinable</b>				
modificada	%	6.8	2.7-13.1	6
ajustada	%	8.7	3.5-15.6	6
indirecta	%	7.8	3.1-14.4	6
<b>Unidades de semilla germinables:</b>				
modificadas	miles/kg	11.3-55.0	29.1	6
ajustadas	miles/kg	10.9-54.5	29.9	6
<b>Unidades de semilla viable</b>				
modificadas	miles/kg	14.2-25.2	21.5	3
ajustadas	miles/kg	14.5-26.3	22.1	3

- a. El término espiguilla se refiere a las espiguillas sésiles a las cuales se les ha removido la arista, con o sin pedicelo y segmento de raquis ligado. Modificadas se refiere a las espiguillas con o sin una cariópside. Ajustadas e indirectas se refiere a las espiguillas que contienen una cariópside, según su determinación por conversión matemática de los valores modificados por el porcentaje de espiguillas completas.

condiciones de almacenamiento más favorables (no. 2), los valores máximos de la germinación oscilaron entre 15 y 34%. Los valores iniciales de la germinación más bajos (3 meses) y los máximos para la muestra 3 se tomaron para reflejar una alta proporción de cariósides inmaduras, en tanto que las muestras 1 y 2 representan pesos de cariósides más maduras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de 3 muestras de semilla en el experimento de almacenamiento.

Muestras de semillas	Espiguillas <sup>a</sup> completas (%)	Peso de la cariósida (mg/100)	Germinación <sup>b</sup> (%) a los:	
			3 meses	9 meses
1	34.1	85	26.6	34
2	37.7	86	14.9	32
3	32.5	57	12.3	15

a. Que contienen cariósida.

b. Los valores son solamente los del tratamiento de almacenamiento más favorable (no.2). La germinación está expresada partiendo de un 100% de espiguillas completas.

Los valores, en promedio, de la germinación para las 3 muestras de semillas en cada una de las cuatro condiciones de almacenamiento se presentan en la Figura 1. La condición de almacenamiento no.4 fue desfavorable y la germinación disminuyó rápidamente a casi cero. Las condiciones de almacenamiento no. 1, y no. 3 resultaron en un promedio de germinación similar después de 15 meses de almacenamiento. La condición de almacenamiento no.2 fue la más favorable; su superioridad en comparación con la no.1, después de 15 meses indica la necesidad de reducir el contenido de humedad para el almacenamiento sellado a niveles inferiores a los alcanzados por el secamiento natural al aire (aproximadamente, 10.3%).

Observaciones preliminares sobre la floración, el rendimiento de semillas, y la calidad de las mismas en tres especies de Brachiaria

Se inició un estudio comparativo sobre la floración, el rendimiento de semilla y la calidad de semilla de Brachiaria decumbens, B. humidicola y B. dictyoneura basado en un experimento repetido en parcelas pequeñas y en observaciones no repetidas en áreas de producción de semilla. En el Cuadro 5 se resumen los datos registrados durante 1982 en Carimagua, Quilichao y Popayán.

En todas las localidades, la floración comenzó durante el mes de junio. B. humidicola y B. dictyoneura exhibieron patrones similares de floración en Quilichao y Popayán. En Carimagua, B. dictyoneura fue la primera en alcanzar la máxima floración. En Popayán ocurrió un contraste

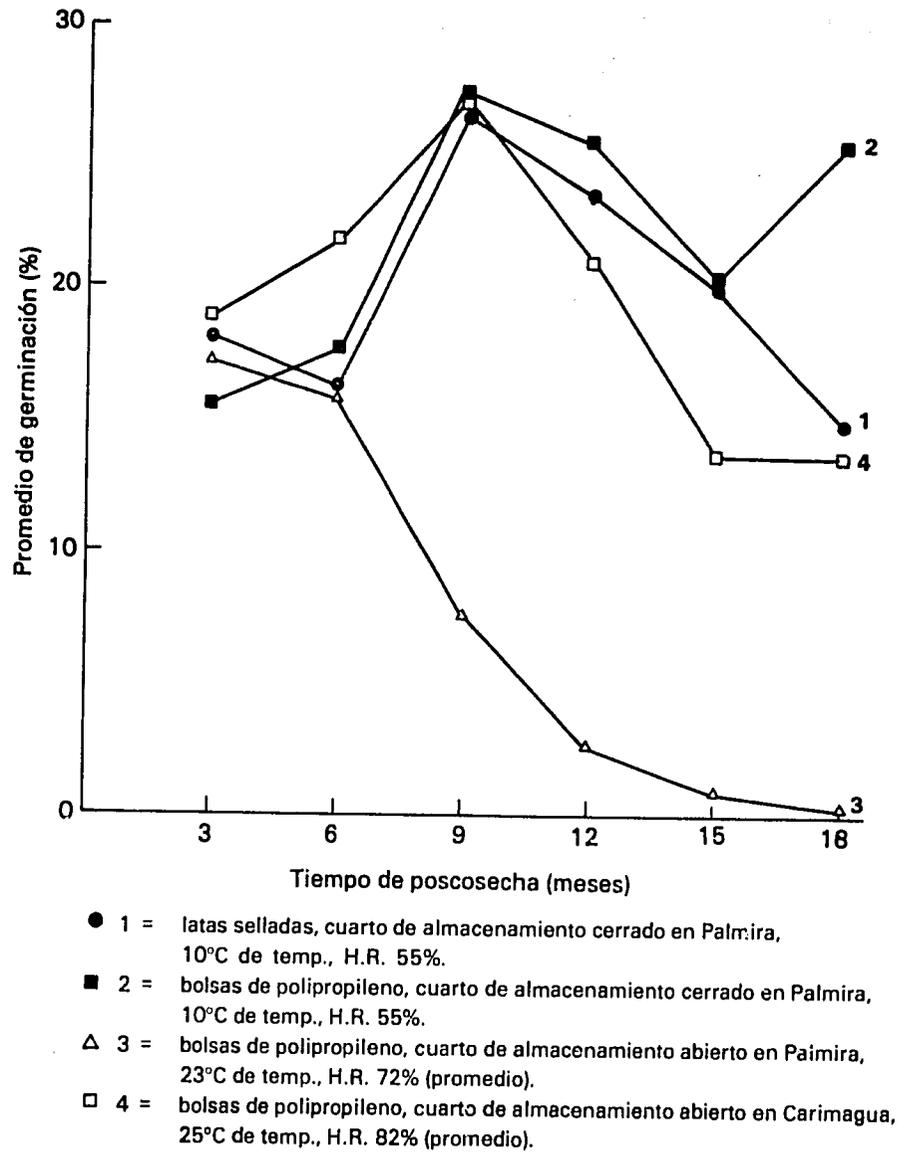


Figura 1. Cambios en la germinación, en promedio, de tres muestras de semilla en cuatro condiciones de almacenamiento, durante 18 meses, después de la cosecha. H.R. = humedad relativa; temp. = temperatura.

Cuadro 5. Características de la floración, del rendimiento de semilla, y de la calidad de la semilla de tres especies de Brachiaria, en diferentes localidades, durante 1982<sup>a</sup>

Característica	Expresión en diferentes localidades <sup>a</sup> para:										
	B. decumbens			B. humidicola			B. dictyoneura				
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>
<u>Floración, 1982</u>											
Inicial (fecha)	15 Jn	-	-	19 Jn	-	-	-	7 Jn	-	-	-
Máxima (fecha)	29 Jn	20 J1	4 Jn	1 J1	21 J1	Jn	10 Jn	15 Jn	10 Jn	Jn	10
Densidad de la inflorescencia (no./m <sup>2</sup> )	62	118	354	123	197	1	-	130	123	1	-
<u>Madurez de cosecha (fecha)</u>											
	9 J1	3 Ag	18 Jn	17 J1	3 Ag	-	23 Jn	22 Jn	22 Jn	-	24
<u>Rendimiento de semilla pura (kg/ha)</u>											
	4	188	148	20	18	0	14	61	111	0	14
<u>Calidad de la semilla</u>											
Viabilidad <sup>b</sup> (%)	75	-	81	84	-	-	66	79	-	-	40
Germinación <sup>c</sup> (%)	53	-	16	60	-	-	39	5	-	-	1
<u>Peso unitario</u>											
Cariósido (mg/100)	-	212	236	225	210	-	186	286	259	-	241
Espiguilla completa (mg/100)	-	428	487	394	376	-	340	525	499	-	477

- a. C indica Carimagua, P Popayán, y Q Quilichao. El subíndice 1 se refiere a los promedios de parcelas de 10 x 5 m<sup>2</sup> con tres repeticiones; el subíndice 2 representa valores de áreas independientes y no repetidas, de 0.1 ha cada una o mayores. Jn = junio; J1 = julio; Ag = agosto.
- b. Según prueba del tetrazolio, a los tres meses.
- c. A los tres meses.

en lo que respecta al vigor vegetativo y reproductivo; B. decumbens creció vigorosamente y floreció profusamente, en tanto que B. humidicola y B. dictyoneura presentaron un bajo vigor vegetativo y una floración casi nula. Una reacción diferencial como ésta puede reflejar o diferencias entre las especies en lo que respecta al nivel de nutrimentos en el suelo (especialmente K y N), o el efecto de la temperatura en la respuesta de la floración (Popayán es 7°C más fresco que las otras localidades en junio) o ambos efectos. En Popayán, B. decumbens fue infectada por un hongo que ataca la inflorescencia identificado como Fusarium spp. En Carimagua, las parcelas de B. decumbens fueron marcadamente diferentes en cuanto a la densidad de las inflorescencias y al rendimiento de semillas, pese a que el manejo y el sitio en el campo eran iguales.

En todas las localidades, B. humidicola presentó un menor potencial de rendimiento de semillas (rango de 14-20 kg/ha) que B. decumbens (rango de 4-188 kg/ha) y B. dictyoneura (rango de 14-111 kg/ha). En Carimagua, B. dictyoneura arrojó claramente mayores rendimientos que B. humidicola, lo cual constituye una diferencia importante entre las dos especies que, de otra manera, presentarían características forrajeras aparentemente similares. B. dictyoneura produjo las cariósides y espiguillas de semilla pura más grandes, en tanto que B. humidicola presentó las más pequeñas. Los valores de viabilidad en tetrazolio fueron generalmente similares (50-80% a los tres meses después de la cosecha) pero B. dictyoneura presentó los menores valores de germinación a los tres meses lo cual indica la presencia de una condición de dormancia más fuerte. Estos estudios continuarán.

## Fertilidad del Suelo y Nutrición de Plantas

Una vez consolidada la estrategia de investigación sobre fertilidad del suelo y nutrición de plantas en el Programa de Pastos Tropicales (Informe Anual, 1981) la investigación de la sección estuvo centralizada durante el período de 1981-1982 en cuatro actividades de investigación: 1) Efectos competitivos en mezclas de gramíneas y leguminosas; 2) efecto de la fertilización con elementos claves en la producción y calidad de pastos tropicales; 3) utilización de fuentes menos costosas de fertilizantes en el establecimiento de pastos; y 4) evaluación del "detritus" producido en pasturas bajo pastoreo como componente del reciclaje de nutrimentos.

Es importante subrayar que la sección restó importancia a la evaluación del germoplasma por tolerancia a la toxicidad de Al, o de Mn o de ambos elementos en suelos ácidos, debido a que dos secciones del Programa de Pastos Tropicales (Germoplasma y Agronomía en Carimagua) garantizan de alguna manera el grado de adaptación y producción del germoplasma coleccionado e introducido a condiciones de suelos ácidos e infértiles. Consecuentemente, la sección destaca al presente la investigación sobre cómo hacer más eficiente la fertilización para el establecimiento y mantenimiento de pasturas tropicales por medio de varios enfoques específicos de investigación, algunos de ellos citados en informes anteriores.

### Efectos de la Fertilización en el Establecimiento de una Asociación de *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes capitata*

Con el propósito de evaluar los efectos competitivos y, específicamente, los de tipo nutricional existentes en mezclas de gramíneas y leguminosas, se estableció un ensayo en un Oxisol de Carimagua donde se empleó para la asociación la gramínea *A. gayanus* 621 y la leguminosa *S. capitata* 1019. Esta asociación fue sometida a los efectos de: a) una fertilización con fósforo consistente en tres fuentes y dos niveles de P aplicados al voleo; b) presencia y ausencia de una fertilización básica a la siembra; y c) retorno al voleo del 50% del material vegetal cosechado y picado al suelo, y sin ese retorno.

Los resultados parciales obtenidos durante los primeros meses después de la siembra de la pastura se presentan en el Cuadro 1. En primera instancia, la respuesta al fósforo resultó en un 70% de incremento en fitomasa con relación al control, resultado que confirma el hecho de que el P es el elemento crítico en el establecimiento de pastos en este tipo de suelos. Sin embargo, del porcentaje anterior alrededor del 75% de la respuesta corresponde a la gramínea y tan sólo 25% a la leguminosa. Estos resultados sugieren que la necesidad del P es principalmente para la gramínea. Independientemente de la fuente de P, se observa que la mayor respuesta de la gramínea corresponde a los primeros 20 kg P/ha. En el caso de la leguminosa, el incremento en producción de materia seca corresponde a un 25% con relación al testigo

Cuadro 1. Producción de materia seca de una asociación de Andropogon gayanus 621 (Ag) y Stylosanthes capitata 1019 (Sc) como resultado de las aplicaciones de fósforo, fertilización básica<sup>a</sup>, y retorno<sup>b</sup> del material vegetal en un Oxisol de Carimagua.

Fuente y dosis <sup>c</sup> de P	Materia seca (kg/ha)								
	Sin fertilización básica				Con fertilización básica:				
	sin retorno		con retorno		sin retorno		con retorno		
	Ag	Sc	Ag	Sc	Ag	Sc	Ag	Sc	
Control:	0	1863	731	2444	838	2134	1302	1632	1215
Superfosfato triple:	20	3639	830	3394	765	3657	1866	4843	1876
	40	3798	1126	2870	956	3365	1497	4218	2029
Calfos:	20	3635	880	3529	717	3839	1893	5253	1968
	40	4269	827	4352	1083	4956	1815	4887	1203
Roca fosfórica:	20	3172	900	3953	1083	3347	1861	4333	1407
	40	2904	1157	3096	911	4586	1735	4557	1997

- a. Fertilización básica (kg/ha): 33 K; 111 Ca; 24 Mg; 14 S; 5 Zn; 1 B.  
 b. Retorno: distribución al voleo en la parcela del 50% del material vegetal picado.  
 c. Las cifras junto a cada fuente indican kg P/ha.

y también a la primera dosis de P aplicado (20 kg P/ha). Esto implica que la dosis de 20 kg P/ha, determinada como requerimiento adecuado en parcelas puras de gramíneas y leguminosas, se confirma en una asociación leguminosa-gramínea aclarando sin embargo, que la mayor necesidad de P para un establecimiento adecuado es para A. gayanus 621 y no para S. capitata 1019. Probablemente, todo esto está asociado a un efecto competitivo entre gramínea y leguminosa que será estudiado en este mismo ensayo. Observando los efectos de la distribución al voleo del material vegetal cosechado y picado al suelo no se percibe aún aparentemente, un efecto marcado del aporte de este material en la producción de materia seca en esta asociación. Es probable que la falta de respuesta se deba al poco tiempo de descomposición que tuvo el material fresco distribuido al suelo.

Uno de los efectos interesantes que se observó en este ensayo fue el de la fertilización básica en la respuesta de los componentes de la mezcla. En forma opuesta al efecto del P aplicado, la fertilización básica causó un efecto significativo en la producción de materia seca de la leguminosa, equivalente a un 120% con relación al control. La respuesta de la gramínea equivale sólo a un 30% por encima del control. Todo esto parece indicar que la leguminosa compite con la gramínea en relación con otros nutrimentos y requiere una fertilización básica inicial o, alternativamente, que debe establecerse la asociación únicamente con fósforo para, luego del establecimiento, aplicar una fertilización básica. Todas estas hipótesis deberán ser estudiadas más en detalle para determinar un manejo eficiente de las asociaciones en la fase de establecimiento.

#### Efecto de la Fertilización con Azufre en la Calidad de Desmodium ovalifolium 350

En el Informe Anual de 1981 se presentan resultados del efecto positivo de una fertilización de mantenimiento de P + Ca + K + Mg + S en la disminución del contenido de taninos (catequinas equivalentes), en el aumento del contenido de N y en su correspondiente solubilidad en pepsina, y en un aumento de los contenidos de S y K en D. ovalifolium 350. Estos cambios produjeron incrementos significativos en la disponibilidad y calidad del forraje, así como en la utilización de la leguminosa por el animal. Luego del análisis de los resultados se planteó la hipótesis de que el azufre es el elemento clave en los cambios ocurridos en D. ovalifolium 350.

Con el propósito de probar la hipótesis formulada, se inició un segundo ensayo en la misma área del primero utilizando un diseño completamente al azar con dos repeticiones y siete tratamientos como se muestra en el Cuadro 2. Los tratamientos 3 y 6 no recibieron azufre y el tratamiento 7 corresponde al tratamiento 4 del primer ensayo (Informe Anual, 1981) de manera que se evaluó el efecto residual de aquella fertilización completa aplicada en agosto 1980.

Cuadro 2. Características químicas del suelo (diciembre 1981) en función de los tratamientos de fertilización aplicados a una pastura de Desmodium ovalifolium 350.

Parámetro edáfico	Tratamientos de fertilización <sup>a</sup>						
	+ S					- S	
	T1 (+K+Mg)	T2 (+Mg)	T4 (+P+Ca+Mg)	T5 (+P+K+Ca)	T7 (P+K+Ca+Mg)	T3 (+P+K+Ca+Mg)	T6 (P+K+Ca)
pH	4.3	4.0	4.2	4.3	4.2	4.2	4.3
Al (meq/100 g)	3.2	3.4	3.3	2.5	2.7	3.0	3.2
Ca (meq/100 g)	0.39 b	0.39 b	0.52 a	0.49 a	0.35 b	0.42 a	0.44 a
Mg (meq/100 g)	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08
Sat. Al (%)	87	88	83	84	80	86	86
P Bray 2M (ppm)	2.5 c	1.9 c	7.3 a	4.7 a	3.7 b	3.6 b	6.3 a
K Bray 2M (ppm)	31 b	23 c	27 c	39 a	31 b	39 a	39 a
S disponible (ppm)	16 a	17 a	24 a	22 a	16 a	13 b	12 b

a. P = 26 kg/ha; Ca = 117 kg/ha; K = 36.5 kg/ha; Mg = 22 kg/ha; S = 44 kg/ha.  
Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente ( $P < .05$ ).

La dinámica de los nutrimentos en el suelo en función de los siete tratamientos se presentan en el Cuadro 2. Se observa que la acidez del suelo representada por el pH, el Al intercambiable y la saturación de Al no fue modificada por la fertilización. Entre los cationes de cambio, sólo el Ca se muestra sensible a la aplicación. En forma similar, los contenidos de P, K, y S en el suelo están en función de su aplicación. Es interesante observar que el estado de fertilidad del suelo en T<sub>7</sub> es bastante bueno al compararlo con los otros tratamientos, lo que indica un buen efecto residual después de año y medio de su aplicación.

Durante la época lluviosa (julio-noviembre, 1981) y la época seca (diciembre 1981-marzo 1982) se tomaron muestras de forraje disponible y se midió la calidad de D. ovalifolium 350. Asimismo se evaluó el comportamiento de ocho animales que pastorearon las dos repeticiones. Los resultados en relación con calidad de la leguminosa y consumo preferencial por el animal se presentan y discuten en la sección Calidad de Pasturas y Nutrición. En el Cuadro 3 se presenta un resumen, por época del año, sobre la disponibilidad de forraje. En lo que concierne a época lluviosa, se evidencia que los tratamientos de fertilización que incluían azufre produjeron una fitomasa que fue casi el doble en comparación con los tratamientos sin azufre. Es interesante observar que el tratamiento 7 sobresalió entre los tratamientos con azufre indicando, de esta manera, un excelente efecto residual de la fertilización con azufre de hace año y medio. Durante la época seca, la disponibilidad de forraje disminuyó considerablemente en todos los tratamientos y una de las principales razones fue el consumo por el animal. Es así como T<sub>5</sub> llegó a tener un forraje disponible similar a los tratamientos sin azufre pero de una calidad completamente diferente tal como se discute en la sección Calidad de Pasturas y Nutrición. El contenido de algunos nutrimentos en muestras foliares de D. ovalifolium 350 tomados a diferentes intervalos de tiempo se presentan en el Cuadro 4. Se observa que los cambios significativos de P, K, Ca, y Mg en el tejido foliar de esta leguminosa estuvieron asociados directamente con la presencia o ausencia del nutrimento en la fertilización de mantenimiento.

Con el propósito de evaluar fuentes alternas y más económicas de fertilización con azufre en D. ovalifolium 350, se estableció un ensayo en un área de 2 ha de sólo D. ovalifolium 350 que inicialmente fue establecido en 1978 en mezcla con B. decumbens y fertilizado con 45 kg P, 117 kg Ca, 36 kg K, 22 kg Mg y 44 kg S/ha. El diseño del experimento fue de bloques completamente al azar con dos repeticiones y se aplicaron cuatro tratamientos de yeso (CaSO<sub>4</sub>) como se muestra en el Cuadro 5. La aplicación de los tratamientos se realizó en junio de 1981 y en octubre del mismo año se introdujeron seis animales a pastorear las dos repeticiones resultando una carga animal de 3 UA/ha. El pastoreo se suspendió en febrero de 1982 para introducir algunas modificaciones al ensayo y volver a evaluar durante la época seca, 1982-1983.

Durante los cinco meses de pastoreo se observaron los animales cada media hora de 8 am a 5 pm durante un día cada semana y este comportamiento de los animales en función de los tratamientos se presenta en el Cuadro 5. Es claro que los animales durante los meses de

Cuadro 3. Forraje disponible<sup>a</sup> (t MS/ha) en una pastura de Desmodium ovalifolium 350 bajo diferentes tratamientos de fertilización y bajo pastoreo.

Época del año	Tratamientos de fertilización <sup>b</sup>						
	+ S					- S	
	T1 (+K+Mg)	T2 (+Mg)	T4 (+P+Ca+Mg)	T5 (+P+K+Ca)	T7 (P+K+Ca+Mg)	T3 (+P+K+Ca+Mg)	T6 (P+K+Ca)
Lluviosa	3.6 b	3.5 b	3.6 b	3.1 b	4.1 a	1.7 c	1.7 c
Seca	1.5 a	1.7 a	1.3 b	1.0 c	1.6 a	1.1 a	1.1 c
Media	2.5	2.6	2.4	2.0	2.8	1.4	1.4

a. Valores en cada época del año son promedios de cinco evaluaciones.

b. P = 26 kg/ha; Ca = 117 kg/ha; K = 36.5 kg/ha; Mg = 22 kg/ha; S = 44 kg/ha.

Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente (P < .05).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos de fertilización sobre el contenido de nutrimentos en hoja de Desmodium ovalifolium 350 bajo pastoreo, en Carimagua.

Nutrimento en tejido foliar	Tratamientos de fertilización <sup>a</sup>						
	+ S					- S	
	T1 (+K+Mg)	T2 (+Mg)	T4 (+P+Ca+Mg)	T5 (+P+K+Ca)	T7 (P+K+Ca+Mg)	T3 (P+K+Ca+Mg)	T6 (P+K+Ca)
Fósforo (%)	0.9 b	0.09 b	0.15 a	0.15 a	0.13 a	0.16 a	0.18 a
Potasio (%)	0.88 b	0.92 b	1.15 a	1.14 a	1.08 a	1.08 a	1.24 a
Calcio (%)	0.98 c	1.05 c	1.16 b	1.18 b	1.17 b	1.20 a	1.26 a
Magnesio (%)	0.25 a	0.27 a	0.25 a	0.17 b	0.24 a	0.26 a	0.20 b

- a. Los valores son promedios de cinco evaluaciones (julio 81 - febrero 82).  
Los promedios con la misma letra no son diferentes estadísticamente ( $P < .05$ ).

Cuadro 5. Frecuencia con que los animales fueron observados pastoreando Desmodium ovalifolium 350 en los tratamientos de azufre, usando yeso como fuente de azufre, en Carimagua.

Fecha de observación <sup>a</sup>	Frecuencia de pastoreo (%) en: tratamientos de azufre (kg S/ha)			
	10	20	40	20 <sup>b</sup>
Octubre (1981)	22	26	26	26
Noviembre (1981)	27	26	22	25
Diciembre (1981)	23	22	32	23
Enero (1982)	14	22	39	25
Febrero (1982)	15	18	51	16
Promedio	20	23	34	23

a. Los valores registrados son promedios de ocho observaciones cada media hora (8:00-18:00 hr) cada semana, en seis animales que pastoreaban dos repeticiones.

b. Sin Mg.

octubre y noviembre no ejercitan un pastoreo diferencial en función de los tratamientos. Sin embargo, a medida que se intensificó la estación seca hubo una tendencia de los animales a permanecer más tiempo pastoreando el tratamiento que recibió 40 kg S/ha y llegaron en febrero a permanecer la mitad del tiempo en dicho tratamiento.

Para el análisis químico se tomaron muestras de hojas en cada tratamiento, en diciembre 1981 y febrero 1982. Los resultados (Cuadro 6) muestran que en el mes de diciembre no hubo diferencias marcadas en las determinaciones realizadas al compararlas entre tratamientos. Esto posiblemente está asociado con la época lluviosa y la edad del tejido. Sin embargo, el muestreo realizado en febrero de 1982 señala diferencias considerables. Es así como el contenido de taninos (catequina equivalente) es menor en el tratamiento que recibió 40 kg S/ha. El mismo tratamiento presenta además valores mayores de N total y N soluble. Estos resultados explicarían, en cierta forma, el comportamiento animal durante el pastoreo.

Los resultados de este experimento indican nuevamente que el efecto de la fertilización de mantenimiento con yeso como fuente de S produjo

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos de S (yeso) sobre la calidad de Desmodium ovalifolium 350 bajo pastoreo, en Carimagua.

Determinación en tejido foliar	Epoca de muestreo	Dosis de azufre (kg/ha)			
		10	20	40	20 <sup>b</sup>
Catequinas equivalentes (%)	Diciembre 81	8.8	9.2	7.9	7.7
	Febrero 82	12.1	11.5	7.8	11.3
Nitrógeno (%)	Diciembre 81	2.04	2.18	2.45	2.23
	Febrero 82	1.35	1.38	1.67	1.36
Nitrógeno soluble (%) (pepsina 48 hr)	Diciembre 81	27.4	28.4	29.8	31.4
	Febrero 82	41.0	43.7	48.3	38.6

b. Sin Mg.

en D. ovalifolium 350 aumentos en la disponibilidad y calidad del forraje, así como en la utilización de la leguminosa por el animal en forma similar a otras fuentes de fertilización con azufre tales como flor de azufre y sulfomag. La importancia del yeso como fuente de azufre podría radicar en su bajo costo y en su probable efecto residual más prolongado.

#### Uso de Fuentes Alternas de Fertilizantes

Considerando las áreas donde el Programa de Pastos Tropicales desarrolla una tecnología basada en germoplasma adaptado, no parece razonable que las necesidades de fertilización para el establecimiento y mantenimiento de pasturas se suplan mediante el uso de fertilizantes que presentan incompatibilidad edáfica, agronómica y económica. En consecuencia cualquier intento de análisis económico que se realice siempre penalizará la utilización de fertilizantes en estas zonas. Un resumen de la incompatibilidad entre la tecnología de fertilizantes y la tecnología de pastos tropicales en áreas marginales se presenta en la Figura 1.

Se infiere de lo anterior, que debe desarrollarse una estrategia de investigación enfocada hacia la utilización de fuentes menos costosas de fertilizantes con efectos residuales más prolongados. Específicamente, deberían investigarse alternativas similares a la de las rocas fosfóricas, es decir, otras fuentes de nutrimentos importantes y compatibles en los suelos ácidos del trópico americano.

La estrategia propuesta es reconstruir en cierta forma la baja fertilidad de los suelos ácidos mediante el uso de fuentes nativas de

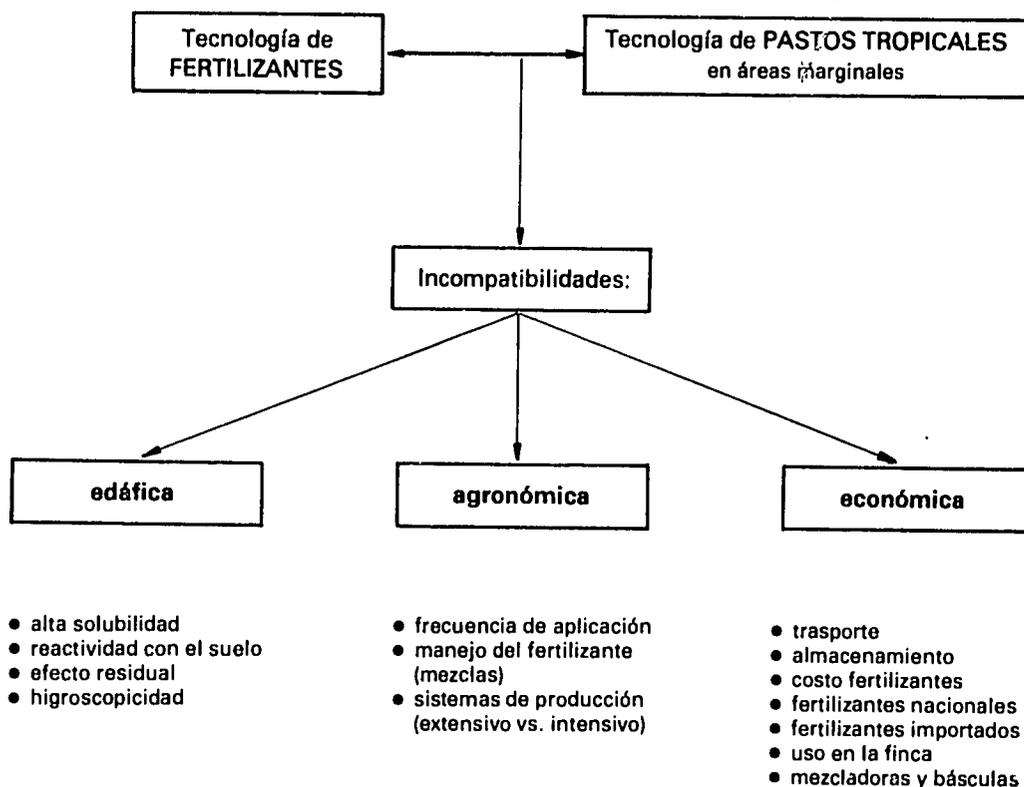


Figura 1. Grado de incompatibilidad de los fertilizantes frente al desarrollo de una tecnología de pastos tropicales en área marginales.

rocas minerales que existen en casi la mayoría de los países de América tropical. Un ejemplo típico se presenta en la Figura 2 que muestra la distribución de feldespatos ricos en potasio en Colombia, los cuales podrían ser utilizados como fuentes económicas de potasio en los suelos ácidos. La alta variabilidad en cuanto al contenido de K en estos feldespatos exige que se descubren rocas feldespáticas con el mayor contenido de K. En Colombia, se han localizado excelentes fuentes (Cuadro 7) en el Departamento del Huila.

Por todas estas razones, se ha iniciado una serie de ensayos en el laboratorio e invernadero para caracterizar los feldespatos y evaluar la efectividad agronómica de estas rocas. Con este propósito se estableció un experimento en el invernadero utilizando cinco rocas feldespáticas colombianas y KCl como fertilizante comercial. Los resultados que se muestran en el Cuadro 8 son un indicio satisfactorio de la efectividad agronómica de estas rocas. Con excepción de la roca Algeciras 1 el resto de las rocas presentan una efectividad similar al cloruro de potasio en la primera dosis de K aplicado. A medida que incrementa el nivel de K en la dosis prácticamente todas las rocas muestran muy buena efectividad agronómica. Parece que la roca Hobo a dosis elevadas

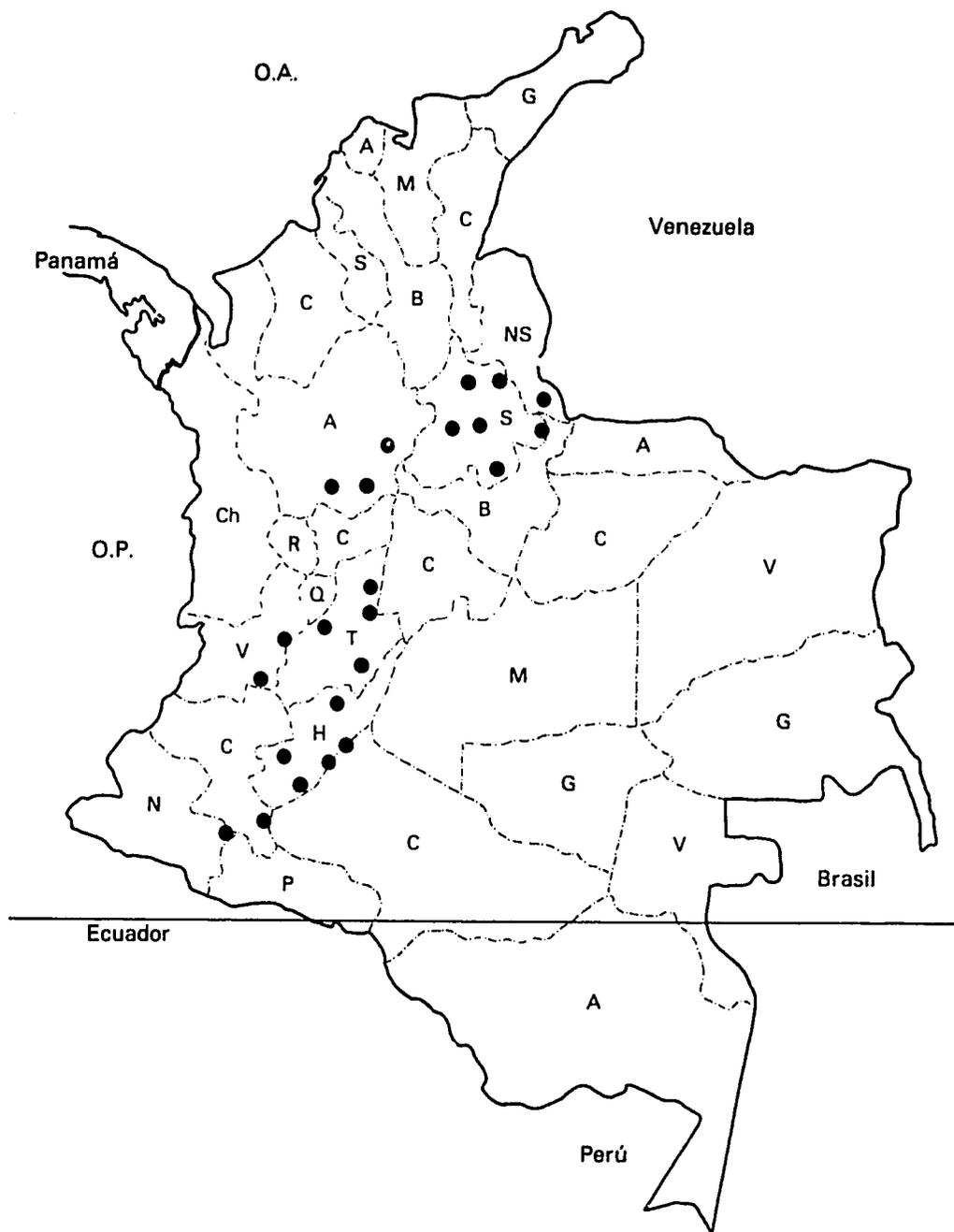


Figura 2. Depósitos de feldspatos en Colombia.

FUENTE: Pérez, H., 1978, Recursos minerales de Colombia, Ingeominas, Inf. no. 1:221-230.

presenta problemas de desbalance nutricional en el suelo ocasionando bajos rendimientos de la planta. Sugieren estos datos que las rocas feldespáticas pueden constituir un buen sustituto de KCl que es un fertilizante soluble y de limitado efecto residual. Sin embargo, la investigación en condiciones de campo y a largo plazo determinarán la utilidad definitiva de estas rocas que agronómicamente y económicamente podrían ser de gran significancia.

### Reciclaje de Nutrientes en Pasturas--Residuos de Leguminosas como Fuente de Nitrógeno

Un proceso importante del reciclaje de nutrientes es a través de los residuos del material defoliado en pasturas asociadas. En particular, la contribución de una leguminosa en pasturas tropicales es tanto como fuente de proteína al animal y como aporte de residuos de la planta, los cuales constituyen una fuente importante de nitrógeno al sistema suelo-planta. Teniendo en cuenta esta situación se evaluaron cuatro pasturas bajo pastoreo durante un año para determinar las cantidades y concentraciones de nitrógeno de los residuos y de esta manera conocer las variaciones existentes en el aporte de nitrógeno al sistema, en función del tipo de leguminosa asociada con diferente gramínea.

La Figura 3 muestra la cantidad de N determinada en los residuos de las cuatro pasturas en función del tiempo (marzo 1981-marzo 1982). En general, la tendencia fue de disminución en la cantidad de N con respecto al incremento de las lluvias. La disminución de N total estuvo más asociada con la reducción de los residuos que con la concentración de N en éstos. La asociación A. gayanus 621/P. phaseoloides 9900 presentó la mayor producción de residuos y la mayor concentración de N al final de la época seca lo que constituyó el mayor aporte de N (80 kg/ha) a dicha pastura. Situación similar se observó al cabo de un año pero la cantidad de N fue considerablemente menor (20 kg N/ha) y esta disminución estuvo asociada con una reducción significativa (70%) del residuo a marzo 82 en comparación con la cantidad existente en marzo 81. Las razones de esta disminución podrían estar relacionadas con manejo de la pastura que afectó la cantidad de material residual en el suelo. La asociación Brachiaria decumbens 606 muestra un patrón similar a la pastura A. gayanus/P. phaseoloides en cuanto al aporte de N pero en menor cantidad. Posiblemente esta reducción en el detritus estuvo asociada al ataque por mión. En el caso de D. ovalifolium 350 la tendencia parece ser una disminución constante de N en el residuo lo que implica una menor contribución de N por parte de los residuos de esta leguminosa. Es probable que las tasas de descomposición y mineralización de N en esta leguminosa sean lentas debido a que buena parte de la proteína está ligada a taninos. Estos resultados sugieren que el aporte de nitrógeno al suelo depende mayormente del tipo de leguminosa existente en la pastura cualquiera que sea la gramínea acompañante, y de la cantidad de fitomasa producida.

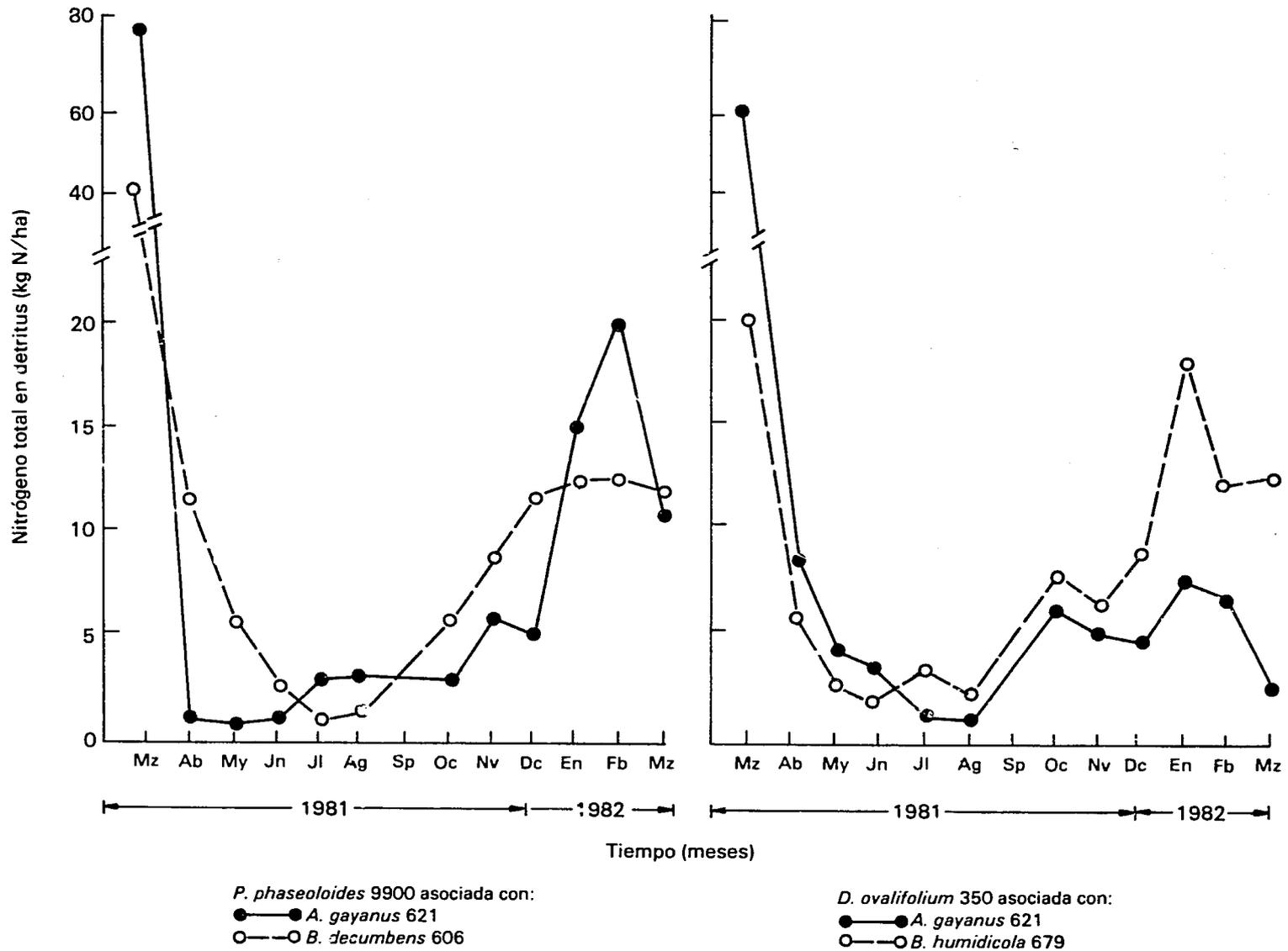


Figura 3. Contenido diferencial de nitrógeno total en el detritus, en función del tiempo (13 meses), en cuatro pasturas asociadas, bajo pastoreo, en Carimagua, Colombia.

Es evidente, por otra parte, que una buena cantidad de nitrógeno aportado al suelo —que es mineralizado en la capa superficial del suelo (nitrógeno amoniacal)— es lixiviado al subsuelo, y cantidades apreciables de este nitrógeno son absorbidas por las raíces de las gramíneas. La Figura 4 muestra la relación entre el N amoniacal en la capa arable (0-20 cm) y el N como nitrato en el subsuelo (180 cm) en las cuatro pasturas evaluadas. Consistentemente se observa que en el caso de P. phaseoloides 9900 el nitrógeno aportado provenía de un material residual de fácil descomposición y por ende de fácil distribución en el perfil del suelo y de rápida lixiviación. Lo contrario ocurrió en D. ovalifolium 350 donde, debido a una lenta descomposición del residuo, la cantidad de  $N-NH_4^+$  fue menor y por ende el movimiento de N en el perfil del suelo fue también menor. Esta situación explicaría las cantidades bajas de N como nitrato en el subsuelo en las pasturas con D. ovalifolium 350. Estos resultados sugieren que al evaluar el ciclaje de nutrimentos en pasturas tropicales deben considerarse los componentes de cada pastura como parte importante del aporte efectivo de nutrimentos al sistema, y que el "monitoreo" de las evaluaciones del residuo vegetal parece esencial para caracterizar la contribución de nutrimentos a una pastura en particular.

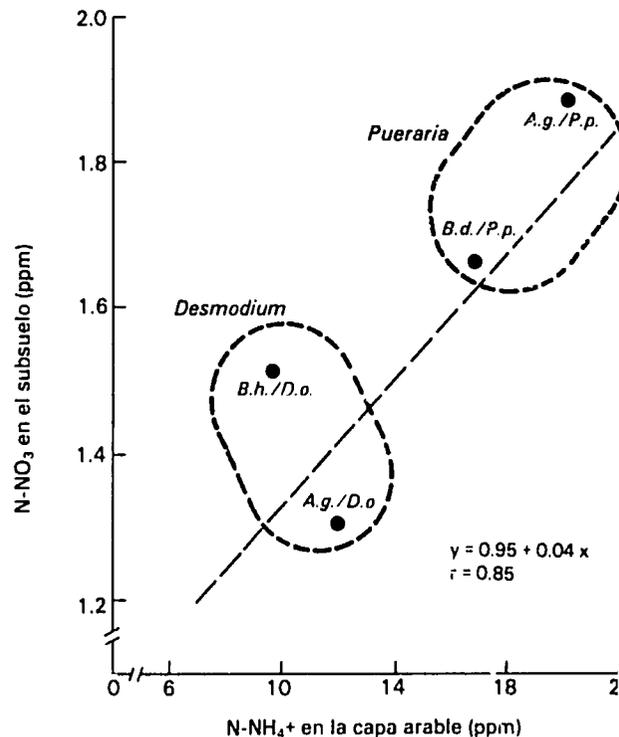


Figura 4. Relación entre el nitrógeno amoniacal de la capa arable (0-20 cm) y el nitrógeno del subsuelo (180 cm) en pasturas asociadas, bajo pastoreo, en Carimagua, Colombia. B. h. = B. humidicola 679; D. o. = D. ovalifolium 350; A. g. = A. gayanus 621; B. d. = B. decumbens 606; P. p. = P. phaseoloides 9900.

# Establecimiento de Pasturas en Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)

## Introducción

Se han logrado avances importantes durante 1981-1982 en varios frentes en que trabaja la sección. Se terminarán próximamente dos ensayos (P x asociación y distribución espacial, de Brachiaria decumbens y Pueraria phaseoloides) y se está colaborando en la iniciación de dos ensayos nuevos (distribución espacial de Andropogon gayanus x Stylosanthes capitata y suplementación de la sabana mediante franjas de leguminosas) basados en los resultados de ensayos previos; de éstos, algunos ya se han completado, otros están aún en progreso.

Entre los avances más importantes figura la mejora en el comportamiento del hato de la unidad familiar que se ha logrado desde la introducción exitosa de pastos mejorados en 1979. Los resultados comprueban ampliamente la efectividad de varios componentes de la tecnología de pastos, combinados en un paquete práctico a nivel de finca, y probados en un prototipo de unidad familiar.

## Establecimiento

### Ensayos de distribución espacial

Como se indicó en un reporte de 1981, la asociación de B. decumbens x P. phaseoloides en un diseño sistemático de triángulos ha sido afectada en forma creciente por una infestación fuerte de "mión". La población del insecto se incrementó considerablemente durante la estación lluviosa de 1982, resultando en una producción casi nula de B. decumbens (Figura 1). A medida que disminuía la producción de gramínea, aumentaba la presión de pastoreo sobre la leguminosa. A la fecha, después de completar cuatro años de pastoreo, se ha tomado la decisión de suspender el ensayo con el fin de lograr la recuperación de B. decumbens, y probar luego un sistema de manejo que reduzca el efecto del "mión" y permita un mejor balance de ambas especies. El plan tentativo es dividir la pradera en dos para manejarla bajo pastoreo alterno, ajustando la frecuencia del pastoreo para favorecer el balance entre especies y su persistencia. El comportamiento animal sigue siendo satisfactorio, con una carga de 2.5 animales/ha a pesar de la infestación tan grave del insecto.

Las tendencias señaladas en el informe anual de 1981 --respecto al ensayo sobre "El efecto de las proporciones de leguminosa y gramínea y sobre el ancho de franjas en la siembra"--siguen siendo marcadas y se complican por el ataque de un nematodo a Desmodium ovalifolium. B. humidicola ha dominado casi por completo en todas las asociaciones con P. phaseoloides, pero la proporción de ésta con D. ovalifolium sigue siendo aceptable en las franjas donde no se ha presentado el problema de nematodos.

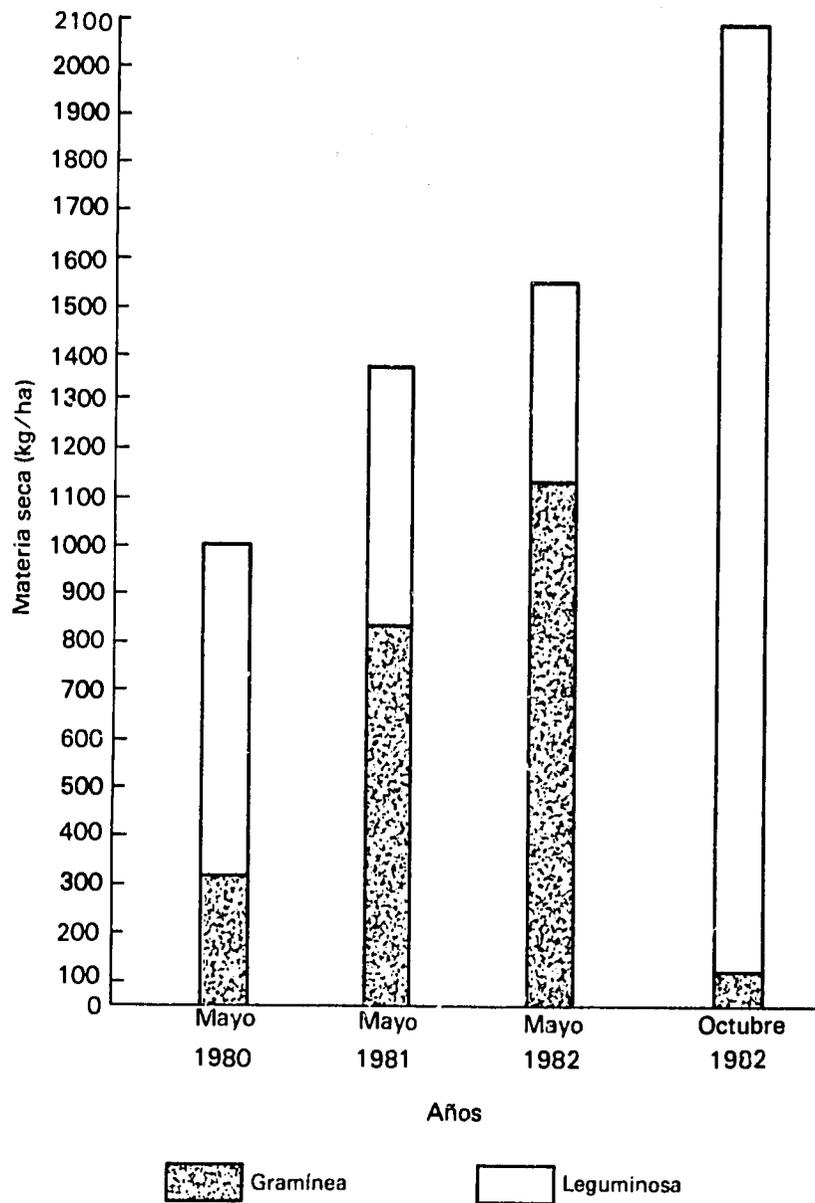


Figura 1. Producción de forraje de B. decumbens x P. phaseoloides, bajo pastoreo continuo, con una carga de 2 animales/ha.

## Labranza cero y mínima para el establecimiento de pasturas mediante sistemas de siembra de baja densidad

Este ensayo se ha diseñado para estudiar sistemas para el establecimiento de pasturas que requieran poca o ninguna maquinaria y poco control químico de la vegetación, y que estén al alcance de los pequeños ganaderos y colonos en regiones de sabana. Se han podido establecer exitosamente A. gayanus, B. humidicola, D. ovalifolium y P. phaseoloides con sólo la preparación manual en el sitio de la siembra, y sin necesidad de control mecánico de la vegetación entre sitios. El establecimiento ha sido mucho más lento que en otros ensayos en que se ha utilizado algún tipo de labranza para la preparación del sitio de siembra y para el control de la vegetación entre sitios. Un ensayo similar se está realizando en una zona baja sujeta a inundación en donde se encuentran "zurrales" (una topografía de bajo macrorrelieve, pero cubierta de pequeños montículos de 40 a 50 cm de alto y de 1 a 2 m de diámetro). Ha sido posible establecer leguminosas en los montículos y gramíneas en el área entre los montículos, utilizando control químico de la vegetación y preparación manual de los sitios de siembra. D. ovalifolium y B. humidicola resultaron ser las especies más promisorias para este ensayo. Echinochloa polystachya (pasto alemán) y P. phaseoloides también se muestran promisorias. Se espera que la leguminosa prospere en los montículos donde el drenaje es aceptable, y que la gramínea cubra el área entre los montículos sujetos a inundación.

### Siembra mecanizada con material vegetativo

Prosiguió el desarrollo de una sembradora sencilla para material vegetativo como seguimiento del trabajo iniciado en 1981. La sembradora se ha diseñado según un arado de cinceles que normalmente se utiliza para la labranza de tipo "stubble mulch" (labranza que deja todo el rastrojo sobre la superficie). El implemento va montado en el alce hidráulico del tractor y está equipado con dos llantas de profundidad, como se aprecia en la Figura 2. Los surcos para la siembra se abren con dos palas montadas en la barra portaherramientas delantera; dos operarios sentados en un banco transversal detrás del implemento tiran los estolones en los surcos, que son tapados en seguida por palas montadas en la barra portaherramienta trasera. El suelo es compactado por las ruedas que soportan el banco de los operarios; los estolones se cargan en canecas de 55 galones partidas en dos y colocadas encima del implemento.

Se intentó, además, la siembra simultánea de leguminosas por semilla mediante sembradoras pequeñas accionadas por motores eléctricos de 12 voltios, pero el ensayo no fué totalmente exitoso y requiere mayor refinamiento. La sembradora se ha utilizado para la siembra comercial de pasturas con B. humidicola; el mismo implemento se usó también para trazar surcos de 0.50 m cada 2.5 m en potreros degradados de B. decumbens, A. gayanus y de sabana nativa, y permitió la siembra con semilla de leguminosas en tales surcos. Un ensayo nuevo de 150 ha en el cual se suplementa la sabana con leguminosa sembrada en franjas fué establecido con esta sembradora.

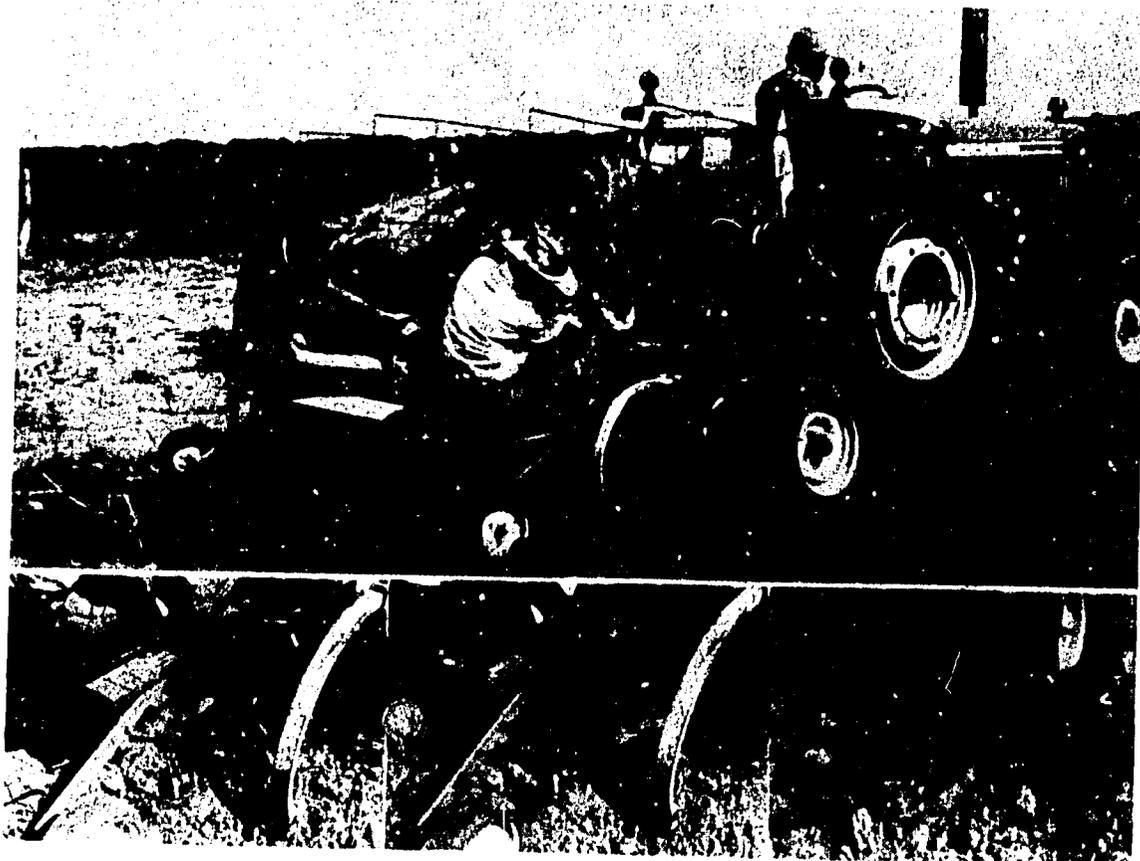


Figura 2. Un diseño prototipo para la siembra mecanizada de pastos utilizando material vegetativo (ver descripción en el texto).

## Mantenimiento y manejo

### Niveles de P x asociación

Este ensayo ha estado bajo pastoreo durante casi cuatro años. El objetivo principal es estudiar la interacción entre tres niveles iniciales de P en cuatro asociaciones formadas por las gramíneas P. maximum y A. gayanus, y por las leguminosas S. capitata y P. phaseoloides. Como se ha informado en años anteriores, fue necesario suspender el pastoreo en la asociación P. maximum x P. phaseoloides hacia finales del segundo año del ensayo. Se estableció nuevamente la asociación y ha estado bajo pastoreo, comportándose bien durante más de un año, mientras que la asociación P. maximum x S. capitata casi ha desaparecido, no por dominancia de la leguminosa, como en el caso anterior, sino por la pérdida de vigor, durante el tiempo, tanto de la leguminosa como de la gramínea, pérdida relacionada, posiblemente, con la alta presión de pastoreo utilizada en este ensayo (Figura 3). Ambas asociaciones con A. gayanus han persistido sin necesidad de renovación, a excepción de dos parcelas fuertemente afectadas por hormigas. La proporción de leguminosa en la asociación A. gayanus/S. capitata ha disminuido marcadamente durante los últimos dos años, como se muestra en la Figura 4. En cambio, la proporción de P. phaseoloides en la asociación con A. gayanus se ha mantenido en un nivel alto y estable.

La historia y el manejo de este ensayo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo del ensayo "P x asociaciones",  
Carimagua, 1978-1982.<sup>a</sup>

<u>Repetición</u>	<u>Secuencia</u>	<u>Duración (días)</u>
I	P1	7
	P2	7
	P3	7
	PR	3.5
	P1	7
II	P2	7
	P3	7
	PR	3.5
Total		49

a. Establecimiento: mayo 1978; animales: destetos de 150 a 175 kg; número de potreros por asociación: 8 (625 m<sup>2</sup> c/u); área: 5000 m<sup>2</sup>/asociación.

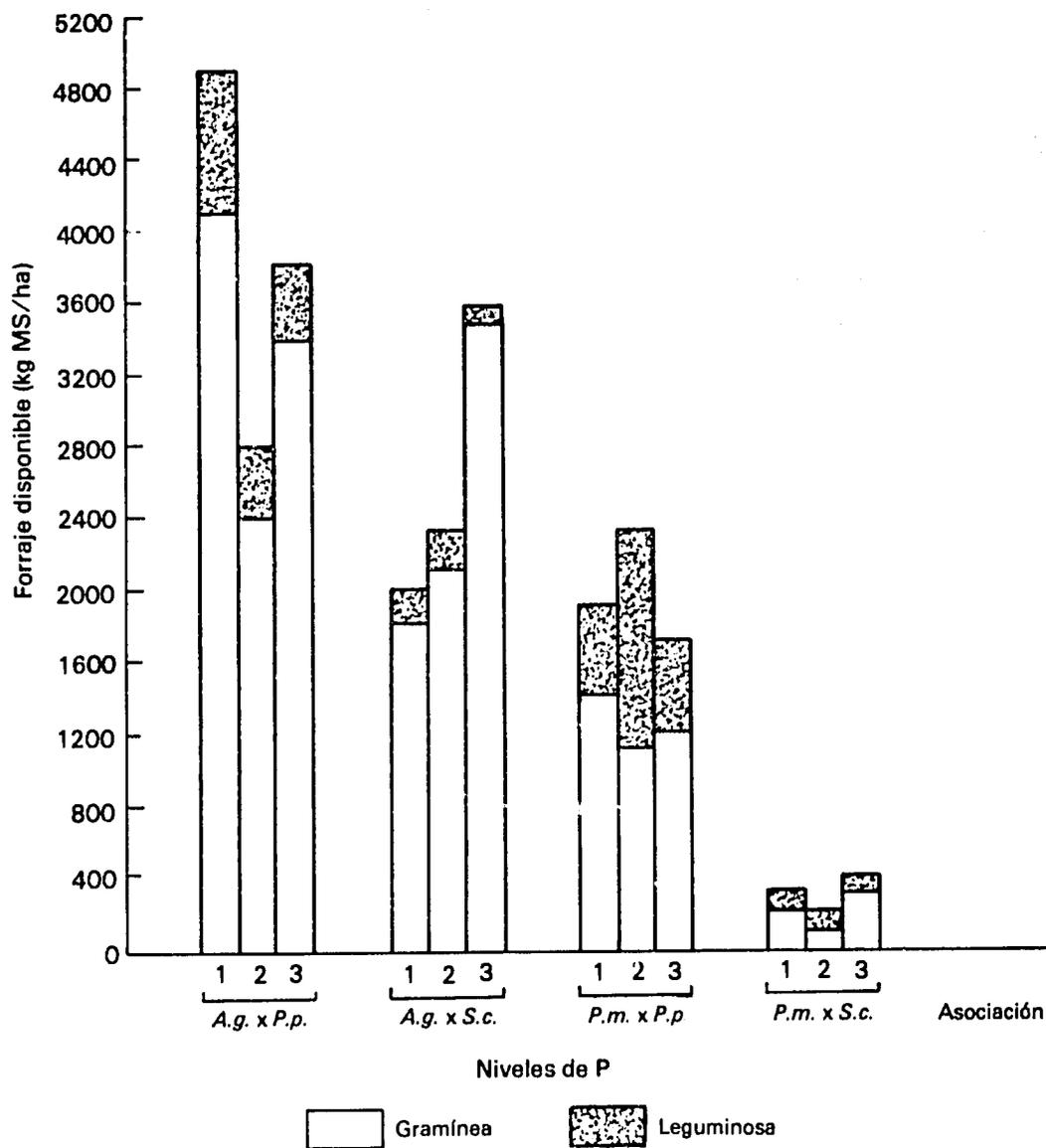


Figura 3. Efecto de los niveles iniciales de P en la cantidad de leguminosa y gramínea disponibles para los animales, en octubre de 1982. Niveles de P: 1 = 22 kg/ha; 2 = 44 kg/ha; 3 = 88 kg/ha (50, 100, y 200 kg  $P_2O_5$ /ha, respectivamente).

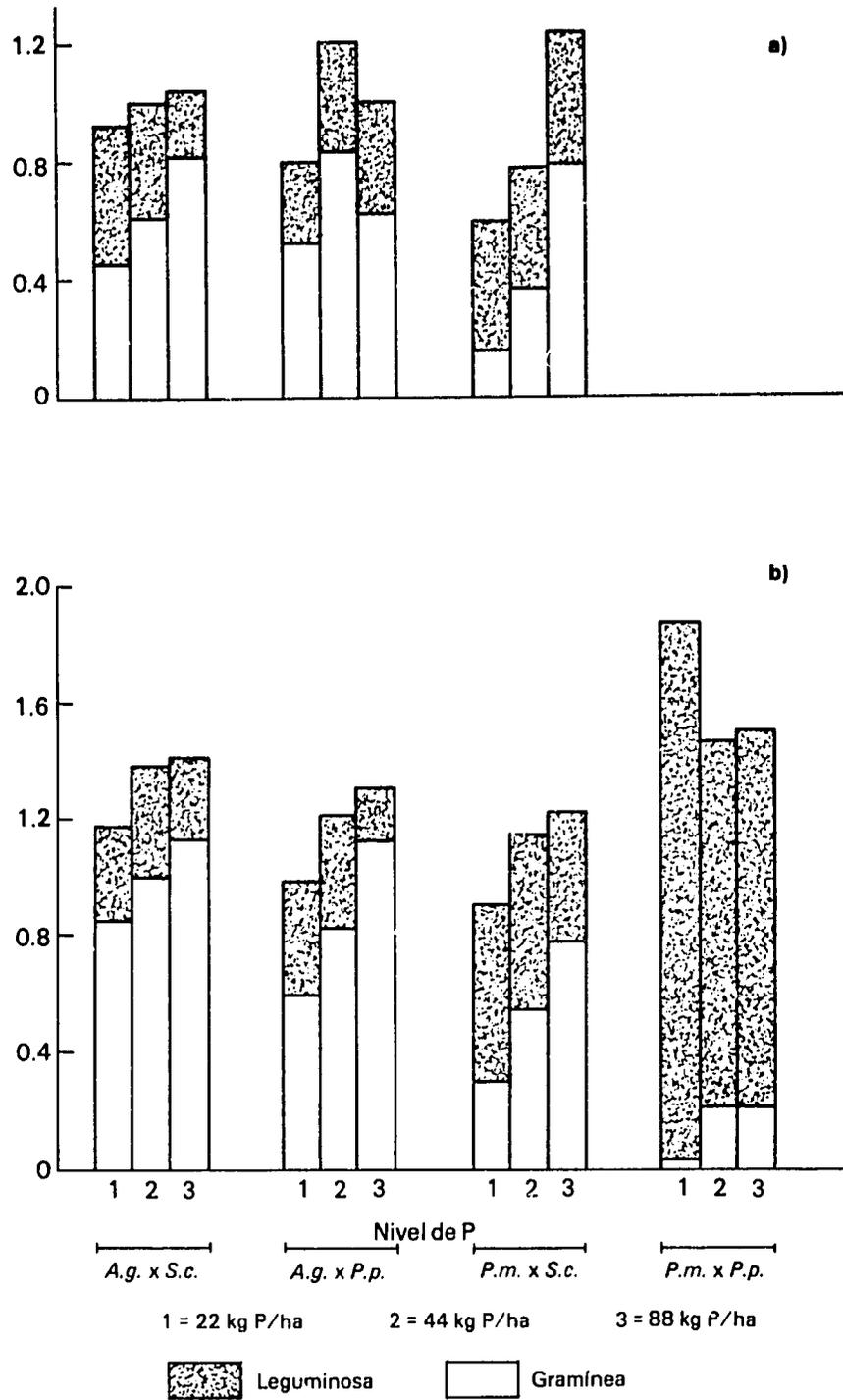


Figura 4. Efecto de los niveles iniciales de P en la cantidad de leguminosa y gramínea disponibles para el animal, en el ensayo P x asociación. Carimagua, 1982. a) Ciclos 1-9; b) Ciclos 10-16.

Es obvio que el período de descanso de 42 días es demasiado prolongado para una calidad óptima de la gramínea, especialmente de A. gayanus. Además, resulta en un sombrío fuerte sobre la leguminosa S. capitata. Por otra parte, P. phaseoloides no ha sido adversamente afectada por la rotación prolongada debido a su hábito de crecimiento estolonífero y trepador.

El efecto de niveles iniciales en el P "disponible" del suelo se muestra en el Cuadro 2. El fósforo se extrajo por el método Bray II, que no es muy sensible en el rango extremadamente bajo de P disponible encontrado en los suelos de Carimagua. Solamente en el nivel más alto de aplicación inicial se detecta un aumento medible en el fósforo extraíble del suelo.

Cuadro 2. Efecto de los niveles de P aplicados inicialmente y del tiempo en los niveles de P disponible en el suelo. Ensayo P x asociación, Carimagua, 1982.

Nivel de P aplicado (kg/ha)	P-Bray II (ppm) en muestreo de:			
	1978	1979	1980	1981
11	0.9	1.5	1.9	2.1
22	0.8	1.7	1.9	2.2
44	0.8	2.1	2.2	2.2
88	3.9	2.4	3.5	3.3

Uno de los aspectos más interesantes de este ensayo es el aumento en la concentración de calcio y magnesio en el suelo superficial (0-20 cm) con el tiempo, como se muestra en la Figura 5. El aumento es independiente del nivel inicial de P (la fuente de P fue Escorias Thomas que contiene más del 60% de CaCO<sub>3</sub> equivalente) lo que indica que el cambio en concentración refleja la extracción de esos elementos del subsuelo que se hallarán concentrados en la superficie. La misma observación se hizo en otro ensayo en que A. gayanus se mostró como acumulador fuerte de Ca y Mg en el suelo superficial cerca de la planta. El aumento en la concentración de Ca y Mg en la superficie debería favorecer un mejor comportamiento del pasto durante el período en que la humedad sea adecuada. Sin embargo, durante la estación seca, cuando la humedad en el suelo superficial desaparezca, la planta dependerá, total y rápidamente, de la reserva del subsuelo para seguir creciendo y se cree que la falta de Mg y Ca en el subsuelo tenga sobre ella un efecto

adverso. El Ca es especialmente crítico, dado que la planta no tiene capacidad de traslocar tal elemento hacia abajo para suplir la necesidad de la raíz que crece, mientras que los demás elementos si pueden traslocarse hacia el tejido meristemático de la raíz.

El movimiento del Ca hacia abajo se puede acelerar por la presencia de aniones como  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{Cl}^-$  los cuales favorecen una mayor solubilidad del calcio que aniones como el  $\text{CO}_3^{2-}$ . Podría suceder que un ciclo de cultivos anuales favorecerá el movimiento hacia abajo de los cationes básicos, debido a la mineralización y nitrificación de compuestos nitrogenados, como resultado del fertilizante y la cal aplicados al cultivo.

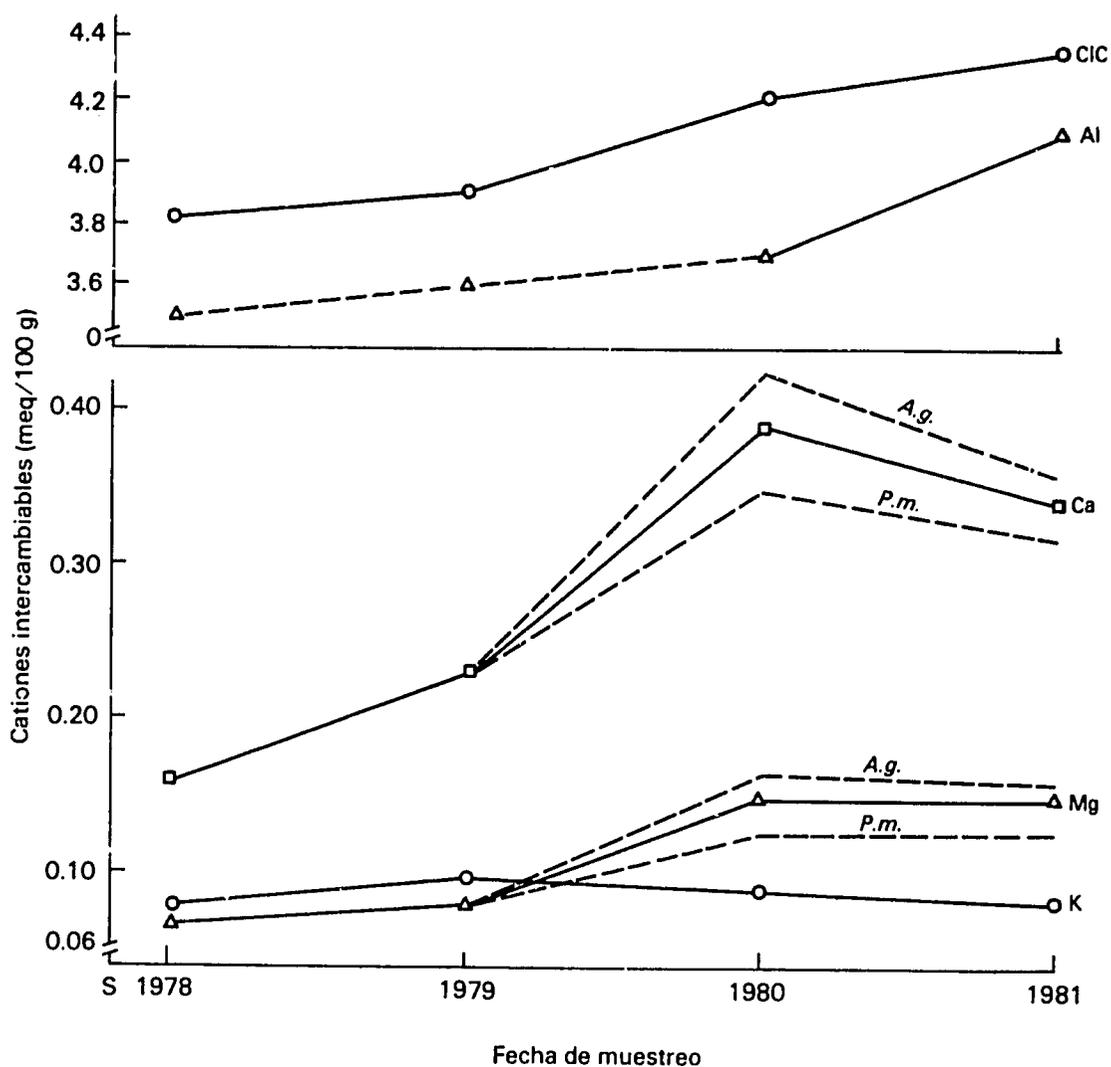


Figura 5. Efecto del tiempo en los parámetros Al, bases intercambiables, y suma de cationes (CIC) en el suelo del ensayo P x asociación. Carimagua, 1982.

## El vigor de plántulas de *S. capitata*

En el ensayo de niveles de P x asociación, así como en otros ensayos manejados bajo pastoreo en Carimagua, la falta de vigor de las plántulas de *S. capitata* parece ser un limitante muy serio. La leguminosa se comporta en Carimagua como débilmente perenne o bianual. Informes de otros investigadores indican que el problema es común a otras especies débilmente perennes que dependen de las plántulas para el mantenimiento de su población, y especialmente cuando se asocian con gramíneas perennes y fuertemente competitivas como *A. gayanus*. La investigación adelantada por una estudiante de posgrado, durante los últimos dieciocho meses, ha indicado que la competencia por nutrimentos, especialmente por el K, es extremadamente fuerte en pasturas de *A. gayanus*.

Se realizó otro ensayo en que se permitió la competencia entre raíces en una serie de tratamientos (competencia) pero fue eliminada en otra serie (no competencia) mediante la introducción en el suelo de cilindros de PVC de 15 x 30 cm. Una serie de tratamientos de elementos faltantes fue comparada bajo condiciones de competencia y no competencia, como se muestra en la Figura 6. En la serie de competencia, un anillo de 15 x 3 cm se colocó en la superficie del suelo para definir el área fertilizada y sembrada. Es obvio que el limitante en el desarrollo de las plántulas fue la competencia de las raíces. Todas las plantas experimentaron la misma competencia en su parte foliar. Se estima que la humedad fue adecuada durante el período del ensayo. El efecto de competencia en la concentración de nutrimentos en el tejido se muestra en el Cuadro 3. La concentración de K en el tejido fue modificada notablemente tanto por la competencia como por los tratamientos de fertilización.

En otro ensayo adelantado como parte de este estudio se sembraron hileras de *S. capitata* en forma radial alrededor de plantas maduras de *A. gayanus* para estudiar el efecto de la distancia de las plántulas de la leguminosa en su desarrollo. Se observa en el Cuadro 4 que *A. gayanus* tuvo un efecto muy grande en el desarrollo de las plántulas hasta una distancia igual a 1.5 m desde el perímetro de la macolla de gramínea. Los tratamientos de fertilizantes tuvieron poco efecto en el desarrollo de las plántulas. Esto podría explicarse por el exceso de precipitación durante la fase de establecimiento; sin embargo, se ha observado en numerosos ensayos que es extremadamente difícil compensar la ventaja competitiva de la gramínea mediante la aplicación de fertilizantes, especialmente cuando el K es el factor limitativo. La gramínea tiene la ventaja de ser una planta madura, bien establecida, con un sistema radicular fuerte, fibroso y extensivo. Las gramíneas, generalmente, se consideran como más eficientes en la absorción de cationes monovalentes que las leguminosas y, además, tienen una habilidad notable para absorber K en niveles muy altos en comparación con los requeridos para el crecimiento óptimo de la planta. Estos factores se complican aún más por la falta casi total de reservas de K en el oxisol de Carimagua.

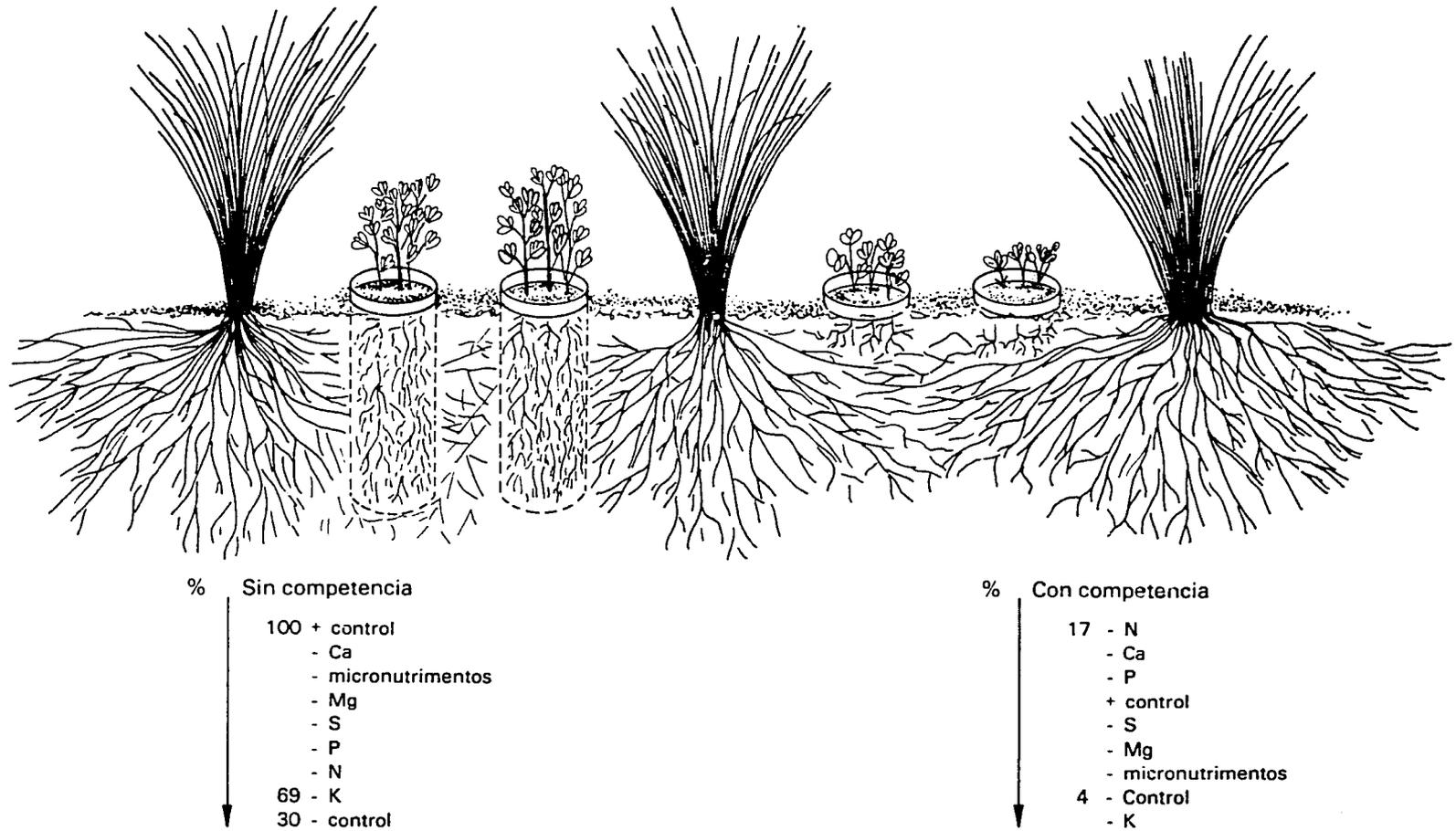


Figura 6. Efecto de la competencia de *A. gayanus* por raíces y nutrientes en el desarrollo de plántulas de *S. capitata*.

Cuadro 3. Efecto de los nutrimentos y la competencia de *A. gayanus* en la composición química, maduración de materia seca, y absorción de nutrimentos por plántulas de *S. capitata* en un ensayo de campo, en Carimagua, 1981.

Tratamiento <sup>a</sup>	MS/10 plantas (g)	Rendimiento relativo (%)	P y cationes (%)				P y cationes (mg/planta)			
			P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
NC + control	6.88	100	0.19	0.60	1.72	0.29	1.30	4.13	11.83	1.99
NC - Ca	6.80	99	0.20	8.84	1.43	0.36	1.36	5.71	9.72	2.45
NC - K	4.76	69	0.24	0.31	1.63	0.40	1.14	1.48	7.76	1.90
NC - control	2.06	30	0.17	0.41	2.26	0.31	0.35	0.84	4.65	0.64
C - N	1.16	17	0.21	0.43	2.16	0.41	0.24	0.50	2.51	0.48
C - control	0.36	5	0.18	0.33	2.57	0.34	0.06	0.12	0.93	0.12
C - K	0.28	4	0.23	0.19	2.16	0.44	0.06	0.05	0.60	0.12

a. Tratamientos: NC = sin competencia; C = competencia; + control = control positivo (completo); - control = control negativo, sin aplicar nada; - Ca = completo menos Ca; - N = completo menos N; - K = completo menos K. MS = materia seca.

Cuadro 4. Efecto de la distancia de una macolla de A. gayanus y de la dosis del fertilizante en la altura de las plántulas de S. capitata.

Distancia de <u>A. gayanus</u> central (m)	Altura de la plántula (cm) en:				Promedio
	Testigo	FM <sup>a</sup>	FM x 2	FM x 3	
0 - 0.50	4.0	4.6	4.8	4.2	4.4
0.51 - 1.00	6.2	7.4	6.8	7.2	6.9
1.01 - 1.50	8.7	9.6	10.3	10.0	9.6
1.51 - 2.00	10.2	13.3	9.8	12.6	11.5
2.01 - 2.50	11.5	13.5	11.9	10.8	11.9
2.51 - 3.00	9.4	11.9	8.6	11.7	10.4
Promedio	8.3	10.1	8.7	9.4	

a. Dosis de fertilizante de mantenimiento recomendada: 5, 10, 8, 8 y 25 kg/ha de P, K, Mg, S y Ca, respectivamente. FM = fertilización de mantenimiento.

Según los resultados de este estudio y de otras observaciones, se ha diseñado y establecido otro ensayo en que S. capitata y A. gayanus se han sembrado en tres patrones de distribución espacial: 1:1 (una hilera de gramínea y otra de leguminosa), 2:2, y 3:3, con una distancia entre hileras de 75 cm; así, la distancia entre surcos de gramíneas en el patrón 1:1 es de 1.5 m y en el patrón 3:3 es de 3 m. Estudios previos han demostrado que el patrón original de siembra de A. gayanus se mantiene durante varios años, por lo menos hasta distancias de 2 m entre plantas. Este ensayo será manejado bajo pastoreo y como complemento de otro ensayo mayor en el que se estudia el efecto de carga y el sistema de pastoreo en el comportamiento de la misma asociación sembrada según dos patrones.

Trabajos realizados por colegas en el ICA y por otras secciones del Programa señalan que S. capitata podría formar asociaciones estables y productivas con gramíneas menos competitivas como M. minutiflora y con la sabana.

### Reemplazo de Sabana

Este ensayo combina factores de establecimiento, mantenimiento y manejo. Se estableció en 1980 cuando cuatro asociaciones fueron sembradas en franjas de 0.5, 2.5 y 5.0 m de ancho, dejando franjas intermedias de sabana de 2, 10, y 20 m, para que el 20% del área total fuera preparada, fertilizada y sembrada en todos los casos. Las asociaciones utilizaron A. gayanus, B. humidicola, D. ovalifolium y P. phaseoloides. A. gayanus falló casi totalmente así que los tratamientos en que fue incluido ya son asociaciones de leguminosa-sabana.

Ambas leguminosas han invadido rápidamente la sabana, bajo pastoreo, como se muestra en el Cuadro 5. Todos los tratamientos han alcanzado un cubrimiento de, por lo menos, 60% del área total, a excepción de las franjas de 5 m en las asociaciones con D. ovalifolium. Las dos asociaciones con P. phaseoloides han cubierto toda el área en las franjas de 0.5 y de 2.5 m de anchura inicial.

La carga animal actual es de 1.5 animales/ha. Cada uno de los cuatro grupos de animales se maneja dentro de una misma asociación, y rotando por los tres tratamientos de anchura de franja. El efecto de asociación observado en 1981 es aún del mismo orden, como se informó el año pasado. Se acaba de aplicar el fertilizante para el segundo año, extendiendo el área fertilizada al 60% del área total, de acuerdo con la estrategia del ensayo presentada en el informe de 1980. El ataque de nematodos en D. ovalifolium ha sido severo y ha causado la destrucción casi total de la leguminosa en algunas franjas. A pesar de este problema y de la falla de A. gayanus, el comportamiento animal y la capacidad de carga de las asociaciones señalan, como prioritario, otro ensayo diseñado para estudiar la factibilidad de suplementar la sabana mediante la siembra de leguminosa sola en franjas. El diseño se presenta en el Cuadro 6. Los objetivos del nuevo ensayo y la estrategia que debe seguirse son totalmente diferentes de los del ensayo de reemplazo de sabana. El fertilizante de mantenimiento será aplicado sólo a la franja original

Cuadro 5. Cubrimiento de las franjas de pastos sembrados, con el tiempo. Ensayo de remplazo de sabana, en Carimagua, 1982.

Asociación	Anchura inicial de franja, 1980			Anchura, 1981 (m)	Cubrimiento <sup>a</sup> de AT, 1981 (%)	Anchura, 1982 (m)	Cubrimiento <sup>a</sup> de AT, 1982 (%)
	Sembrada (m)	Sabana (m)	Total (m)				
A. g. x P. p.	0.5	2.0	2.5	2.5	$\frac{100}{64}$	2.5	$\frac{100}{100}$
	2.5	10.0	12.5	8.1	$\frac{64}{43}$	12.5	$\frac{100}{76}$
	5.0	20.0	25.0	10.7		19.0	
A. g. x D. o.	0.5	2.0	2.5	2.5	$\frac{100}{48}$	2.5	$\frac{100}{64}$
	2.5	10.0	12.5	6.0	$\frac{48}{31}$	8.0	$\frac{64}{40}$
	5.0	20.0	25.0	7.8		10.0	
B. h x P. p.	0.5	2.0	2.5	2.5	$\frac{100}{62}$	2.5	$\frac{100}{100}$
	2.5	10.0	12.5	7.7	$\frac{62}{33}$	12.5	$\frac{100}{60}$
	5.0	20.0	25.0	8.3		15.0	
B. h. x D. o.	0.5	2.0	2.5	2.5	$\frac{100}{48}$	2.5	$\frac{100}{60}$
	2.5	10.0	12.5	8.0	$\frac{48}{34}$	7.5	$\frac{60}{44}$
	5.0	20.0	25.0	8.4		11.0	

a. Cubrimiento, % =  $\frac{\text{Ancho actual}}{\text{Ancho total (1980)}} \times 100$ . AT = área total.

aunque las leguminosas se extiendan e invadan la sabana. La leguminosa S. capitata se ha usado para todos los puntos experimentales del diseño completo. Además, se incluyó P. phaseoloides en todas las cargas al nivel de 1500 m de leguminosa fertilizada por animal. Se ha demostrado que las leguminosas ensayadas son persistentes y productivas sembradas de ese modo y pastoreadas con una carga adecuada; sin embargo, no hay ninguna experiencia relacionada con el comportamiento de la sabana cuando se deja de quemar y cuando se maneja con cargas más altas que las usuales.

Cuadro 6. Diseño de un experimento para estudiar el efecto de la carga y el área de leguminosa sembrada en franjas y fertilizada, por el animal, en el comportamiento de los animales y en la persistencia y estabilidad de la pastura. Carimagua, 1982.

Leguminosa fertilizada (m/animal)	Area total (ha) para carga <sup>a</sup> de:			
	0.33	0.67	1.0	1.33
0	(0)			
750	(2.5)	( 5.0)	( 7.5)	
1500	(5.0)	(10.0)	(15.0)	(20)
2250		(15.0)	(22.5)	(30)

a. Area total sembrada y fertilizada; carga en animales/ha (promedio de peso por animal).

Los aumentos observados en la productividad de la sabana en el ensayo de remplazo de sabana podrían parecer exagerados. No obstante, es necesario señalar que, bajo el manejo tradicional de sabana, apenas se pastorea ésta durante 20 ó 25% del tiempo dejándola durante el resto del tiempo para que acumule suficiente forraje que facilite la próxima quema. En la Figura 7 se muestra el contraste entre el manejo tradicional y la alternativa que se estudia, o sea, cuando la sabana se maneja bajo pastoreo durante todo el año.

La carga efectiva con el manejo tradicional es, de hecho, cuatro o cinco veces mayor que la carga aparente a causa del período largo de descanso en que se acumula combustible; por tanto, el aumento en la carga efectiva, al pasar del sistema tradicional al propuesto, no es tan grande como pareciera a primera vista.

#### El Prototipo de la Unidad Familiar

En 1974 se estableció un prototipo de unidad familiar en Carimagua, aprovechando cierta tecnología que se había generado en aquel tiempo para probar la hipótesis de que unidades más pequeñas que las normales

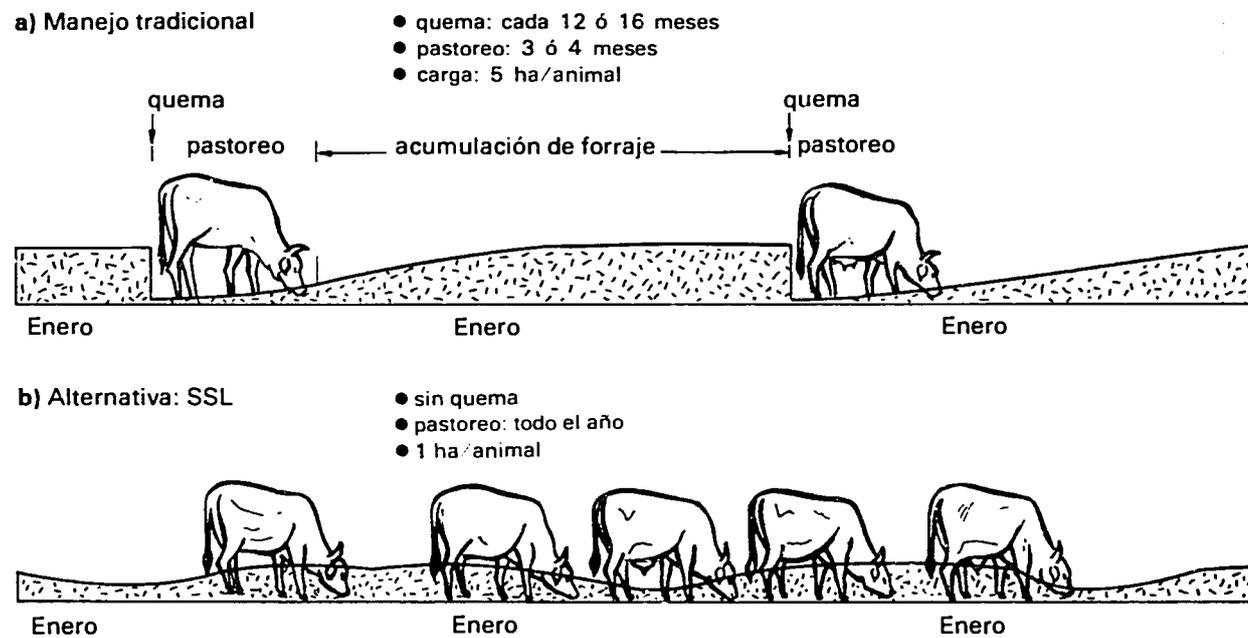


Figura 7. Alternativas de manejo en la sabana, en Carimagua, 1982.  
 SSL = sabana suplementada con leguminosas.

podrían ser económicamente viables y, en tal caso, servirían para proveer tierra, empleo, e ingresos tan necesarios para las familias rurales. La unidad ha sido relativamente exitosa desde su comienzo, con excepción de la persistencia de las paturas. La siembra inicial de S. guianensis "La Libertad" y P. plicatum fracasó por varias razones, siendo las principales las enfermedades tanto de la gramínea como de la leguminosa. Por tanto, fue necesario esperar hasta 1979--cuando se había acumulado experiencia suficiente con la asociación A. gayanus y P. phaseoloides--para intentar de nuevo el establecimiento del pasto mejorado. Las dos especies fueron sembradas mediante el sistema de siembras ralas en un área de 23 ha donde la pastura original había fallado. Después de un establecimiento exitoso, se inició el pastoreo a mediados de 1980.

En la Figura 8 se presentan la distribución de la tierra en la unidad familiar y otros aspectos de la finca. El inventario de ganado se muestra en el Cuadro 7. El modelo está basado en un hato de 36 vacas

Cuadro 7. Inventario de la unidad familiar a octubre 18 de 1982.

Clase	Edad (años)	Cantidad	Peso <sup>a</sup> (kg)
Vacas	> 3 años	37	383
Novillas	2-3 años	9	332
Novillas	1-2 años	6	223
Novillos	> 3 años	2	354
Novillos	2-3 años	5	309
Novillos	1-2 años	10	262
Terneros <sup>b</sup>		25	
Toros		<u>2</u>	
Total		96	

a. Promedios; pesaje en julio de 1982.

b. En 1982.

maduras y su cría, más dos toros. El tamaño total del hato varía de 80 a 100 animales. Los machos se venden a los 300 kg de peso y las hembras se usan para remplazo en el hato. El comportamiento del hato no alcanzó los resultados esperados hasta 1980 cuando la nueva asociación pasó a uso estratégico. En el Cuadro 8 se aprecia el efecto del pasto mejorado en el peso, en promedio, de las vacas mayores de tres años; además, se

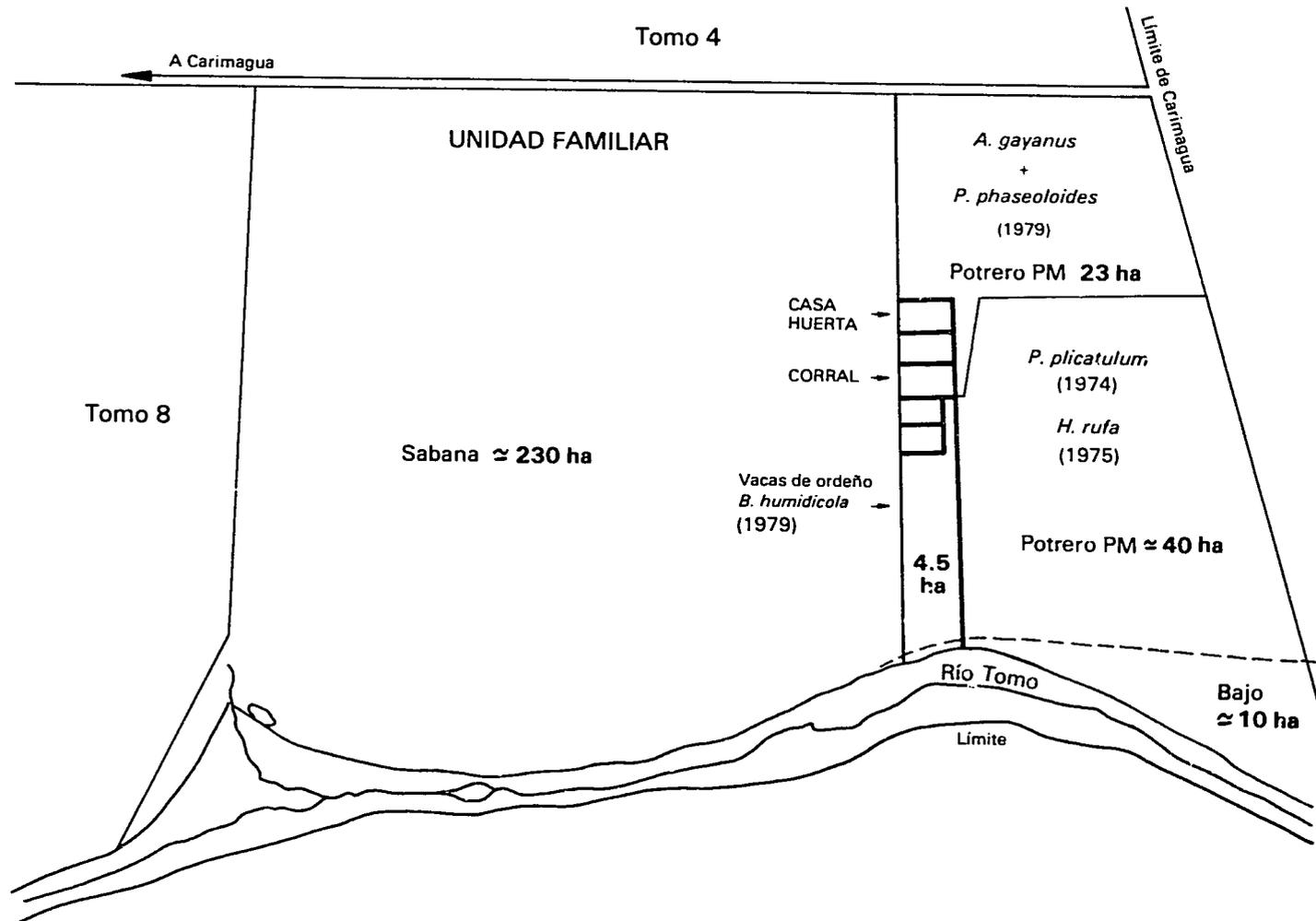


Figura 8. Distribución de la tierra en un prototipo de unidad familiar, en Carimagua, 1982. PM = pastos mejorados.

Cuadro 8. Tasa de natalidad y peso de las vacas mayores de tres años en el hato de la unidad familiar, en 1979-1982.

Año	Natalidad (%)	Peso (kg)	Observaciones
1979	44	295 (Jul)	Siembra; 23 ha <u>A. g.</u> x <u>P. p.</u> 9 vacas nuevas
1980	62	334 (Dic)	Uso estratégico de P.M.
1981	61	363 (Nov)	Uso estratégico de P.M.
1982	68 <sup>a</sup>	383 (Jul)	Uso estratégico de P.M.

a. Hasta el 18 de octubre de 1982.

b. P.M. = pastos mejorados.

observa el incremento marcado en la tasa de natalidad. Los cambios se deben, en parte, a una fuerte selección de las vacas debida al gran número de novillas disponibles para remplazarlas. Un análisis preliminar de los ingresos recibidos en la finca para 1981 se presenta en el Cuadro 9. Además de los ingresos por la venta de ganado, son fuentes importantes de ingreso la producción de alimentos para consumo directo y la venta de huevos, gallinas, queso y frutas. Se presentan algunas ventajas de varios de los factores limitativos más importantes en unidades de este tipo en el siguiente cuadro:

Situación de las unidades familiares ganaderas	
<i>Problemas</i>	
●	Crédito (política)
●	Flujo de caja, los primeros años
●	Falta de infraestructura
●	Falta de "comunidad"
●	Mentalidad "tradicionalista"
<i>Ventajas</i>	
□	Base tecnológica, pastos
□	Pocos insumos comprados
□	Eficiencia, uso de recursos
□	Liquidez de inversión
□	Oportunidad para la formación de comunidades
□	Calidad del manejo, por la escala

Actualmente se está estudiando a fondo el papel futuro del CIAT respecto a la prueba de componentes de tecnología en modelos similares. Parece que los nuevos contactos con entidades nacionales son esenciales para poder comunicar efectivamente los resultados de la investigación y para asegurar su aplicación.

Cuadro 9. Análisis preliminar de los ingresos percibidos por la finca de la unidad familiar, en 1981.

Rubros	Valores (\$Col/1981) <sup>a</sup>
A. Capital	
- Ganado	1'605.609
- Infraestructura	120.000
- Pasturas	<u>237.967<sup>b</sup></u>
- Total	1'963.657
B. Ingreso bruto	433.320
C. Costos de operación	
- Suplementación mineral y drogas	40.750
- Fertilizantes	30.049 <sup>c</sup>
- Depreciación de infraestructura	30.000
- Depreciación de pasturas mejoradas	<u>26.440</u>
- Total	127.239
D. Ingreso neto	306.081
E. Retorno a capital imputado (excluyendo tierra)	
- Al 5% anual	98.182
- Al 10% anual	196.365
F. Retorno a la mano de obra familiar	
- Al 5% anual	207.899
- Al 10% anual	109.717

a. En \$Col, el punto (.) indica miles de pesos.

b. Costo del establecimiento de pastos: \$Col 11.496/ha; persistencia: 10 años.

c. Refertilización del 50% del pasto mejorado cada año.

## Calidad de Pasturas y Nutrición

Durante 1982 la sección de Calidad de Pasturas y Nutrición ha mantenido su línea de investigación, la cual está dirigida a:

a) caracterizar factores de calidad en el germoplasma; b) relacionar calidad del germoplasma ensamblado en pasturas con producción animal; c) identificar en base a factores de calidad, alternativas de uso de germoplasma en sistemas de pastura.

La sección ha continuado, este año, realizando su investigación en forma altamente integrada con otras secciones del Programa, tales como, Germoplasma, Mejoramiento, Suelos y Nutrición de Plantas, Desarrollo de Pasturas y Productividad y Manejo de Praderas.

### Caracterización de Factores de Calidad en Germoplasma

#### Leguminosas

Dada la importancia potencial del Desmodium ovalifolium como leguminosa para suelos ácidos e infértiles se consideró prioritario realizar una evaluación de la calidad de accesiones disponibles de esta leguminosa. En colaboración con la sección de Germoplasma se evaluaron en Quilichao, bajo condiciones de mínima fertilización, 17 accesiones incluyendo como control el D. ovalifolium 350. A hojas de rebrote de 6, 12, 18, 24 y 30 semanas se les analizó nitrógeno total, nitrógeno soluble en pepsina y taninos (catequinos equivalentes) y los resultados globales se presentan en el Cuadro 1, donde se puede ver que existe variación en los componentes químicos analizados. Sin embargo, de las accesiones evaluadas únicamente la 3673, 3666 y 3788 exhibieron mayor contenido de nitrógeno total y soluble y menos taninos que la accesión control 350 (Cuadro 2). Al hacer el análisis de los resultados en función de la edad de rebrote es interesante observar que únicamente a partir de la semana 24 se presentan diferencias en nitrógeno total (Figura 1), nitrógeno soluble (Figura 2) y taninos (Figura 3), lo cual parece estar relacionado con el estado vegetativo de los materiales. Las accesiones 3673 y 3666 son de floración temprana, lo cual contrasta con la floración más tardía de las accesiones 350 y 3766 que parecen en las Figuras 1, 2, y 3. De esta evaluación fue posible derivar algunas relaciones que serán de interés en futuros trabajos con D. ovalifolium. Es así como se encontró que los taninos aumentaron en forma lineal con edad de rebrote ( $r = .84$ ) pero el nitrógeno total ( $r = -.85$ ) y nitrógeno soluble ( $r = -.98$ ) disminuyeron linealmente con la edad de rebrote (Figura 4).

Será de interés poder determinar en el futuro inmediato si existen o no diferencias en aceptabilidad entre accesiones de D. ovalifolium bajo condiciones de baja fertilidad.

En el Informe Anual de 1981 se presentaron datos sobre solubilidad de nitrógeno en pepsina de diferentes especies de leguminosas. En

Cuadro 1. Caracterización química de accesiones de Desmodium ovalifolium<sup>a</sup> (Quilichao).

<u>D. ovalifolium</u> accesión no.	Componente químico (%)		
	Nitrógeno total	Nitrógeno soluble en pepsina	Taninos (catequinas equivalentes)
3673	3.33	55.91	19.36
3666	3.10	52.60	22.91
3788	3.02	52.61	20.85
3784	2.90	51.66	25.95
3778	2.90	53.15	22.49
3793	2.85	50.05	25.51
3794	2.84	47.68	27.60
3668	2.84	50.25	23.49
3674	2.82	50.48	22.84
3608	2.81	54.00	25.50
3652	2.80	50.29	24.60
350	2.75	48.26	27.19
3781	2.74	48.53	26.61
3776	2.73	50.58	29.08
3780	2.70	50.55	24.17
3663	2.68	46.98	28.19
3607	2.66	49.30	23.56
DMS (P < .05)	0.15	2.89	2.41

a. Promedio a través de rebrotes de 6, 12, 18, 24 y 30 semanas.

Cuadro 2. Accesiones de Desmodium ovalifolium con características químicas superiores a D. ovalifolium 350 (control)<sup>a</sup>, Quilichao.

<u>D. ovalifolium</u> accesión no.	Componente químico (%)		
	Nitrógeno total	Nitrógeno soluble en pepsina	Taninos (catequinas equivalentes)
3673	3.33 <sup>b</sup>	55.91 <sup>b</sup>	19.36 <sup>b</sup>
3666	3.10 <sup>c</sup>	52.60 <sup>c</sup>	22.91 <sup>c</sup>
3788	3.02 <sup>c</sup>	52.61 <sup>c</sup>	20.85 <sup>b,c</sup>
350 (control)	2.75 <sup>d</sup>	48.26 <sup>c</sup>	27.19 <sup>d</sup>

a. Valores reportados son medias a través de rebrotes de 6, 12, 18, 24, y 30 semanas.

b,c,d. Medias en la misma columna diferentes (P < .05).

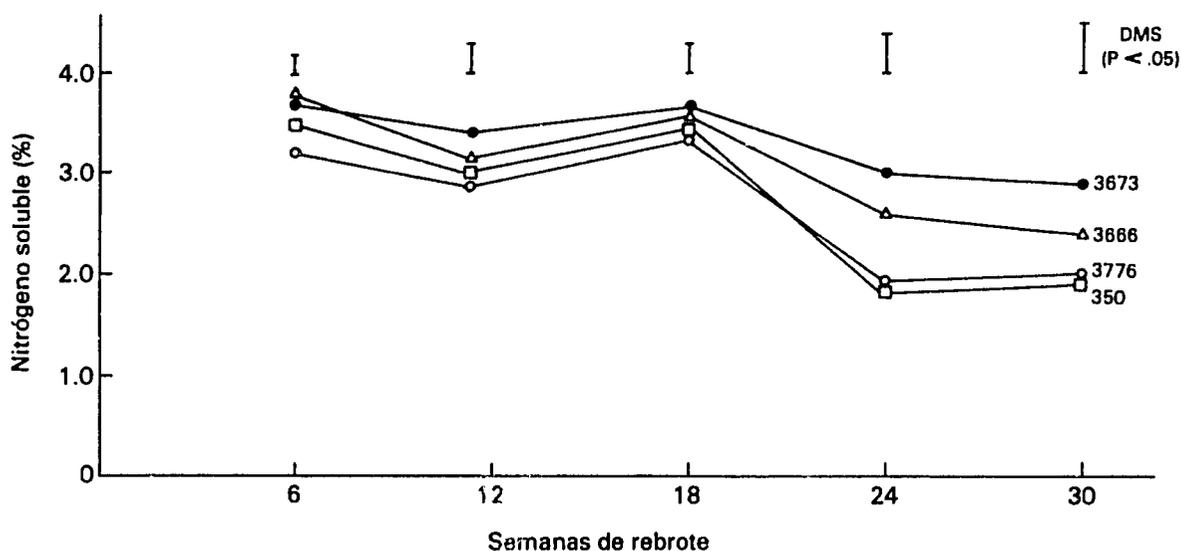


Figura 1. Contenido de nitrógeno en hojas de cuatro accesiones de D. ovalifolium en diferentes edades de rebrote, en CIAT-Quilichao.

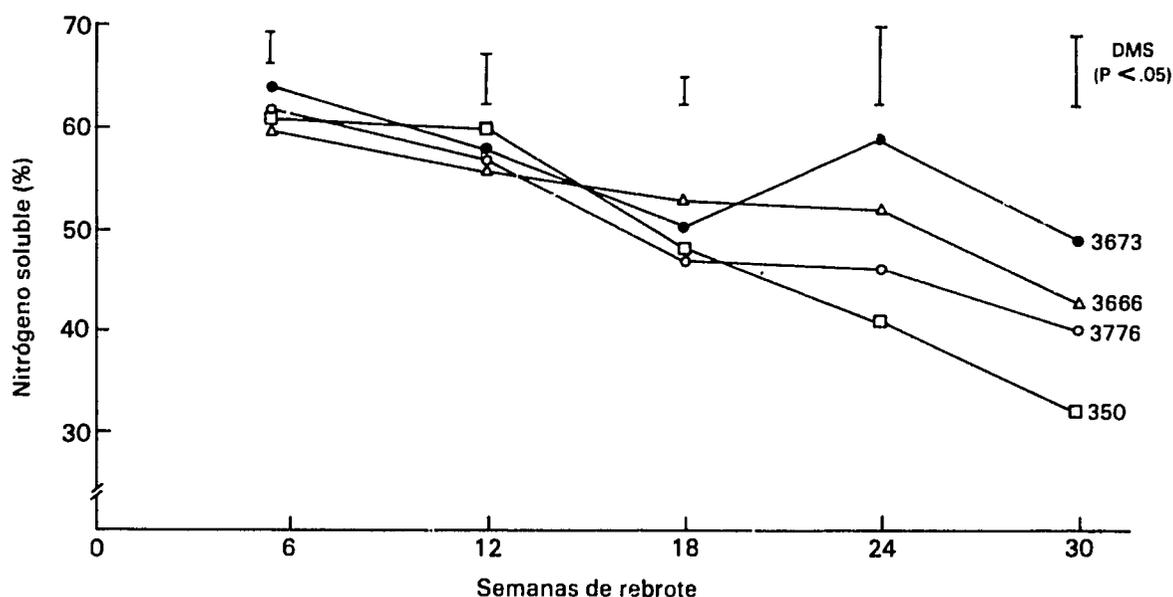


Figura 2. Nitrógeno soluble en pepsina en hojas de cuatro accesiones de D. ovalifolium en diferentes edades de rebrote, en CIAT-Quilichao.

general se indicó que las leguminosas con taninos tenían mayor proporción de nitrógeno no soluble en pepsina que las leguminosas sin tanino, lo cual podría indicar menor disponibilidad de nitrógeno al animal. Este año se continuó esta línea de investigación con leguminosas promisorias incluyendo la determinación de nitrógeno soluble en agua y en solución ácida detergente. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de nitrógeno soluble en agua y pepsina para hojas de siete

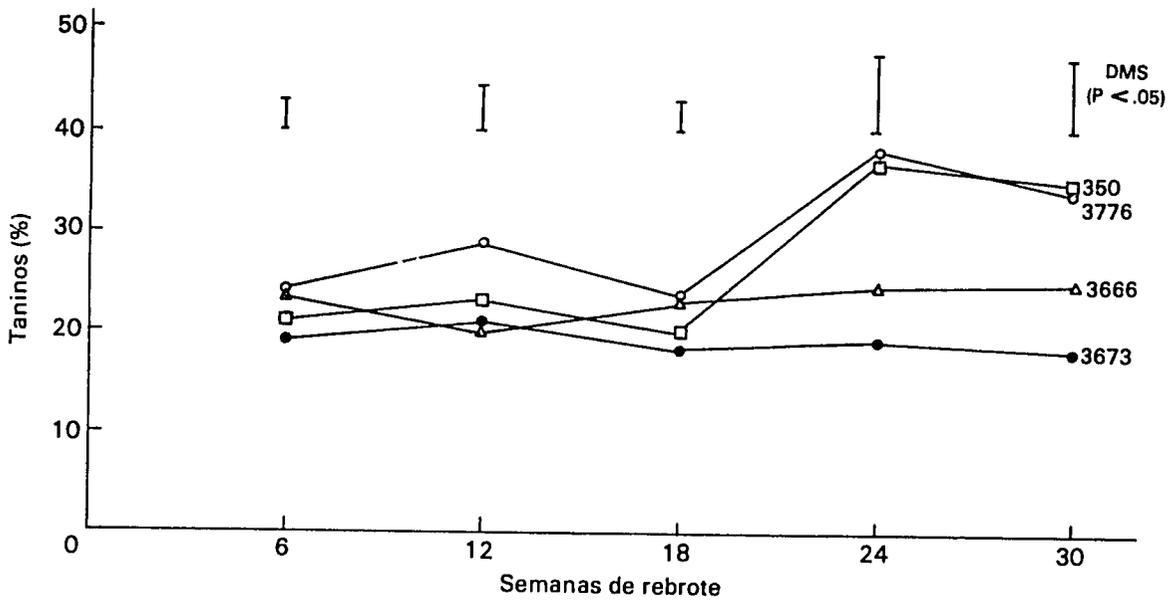


Figura 3. Contenido de taninos en hojas de cuatro accesiones de D. ovalifolium en diferentes edades de rebrote, en CIAT-Quilichao.

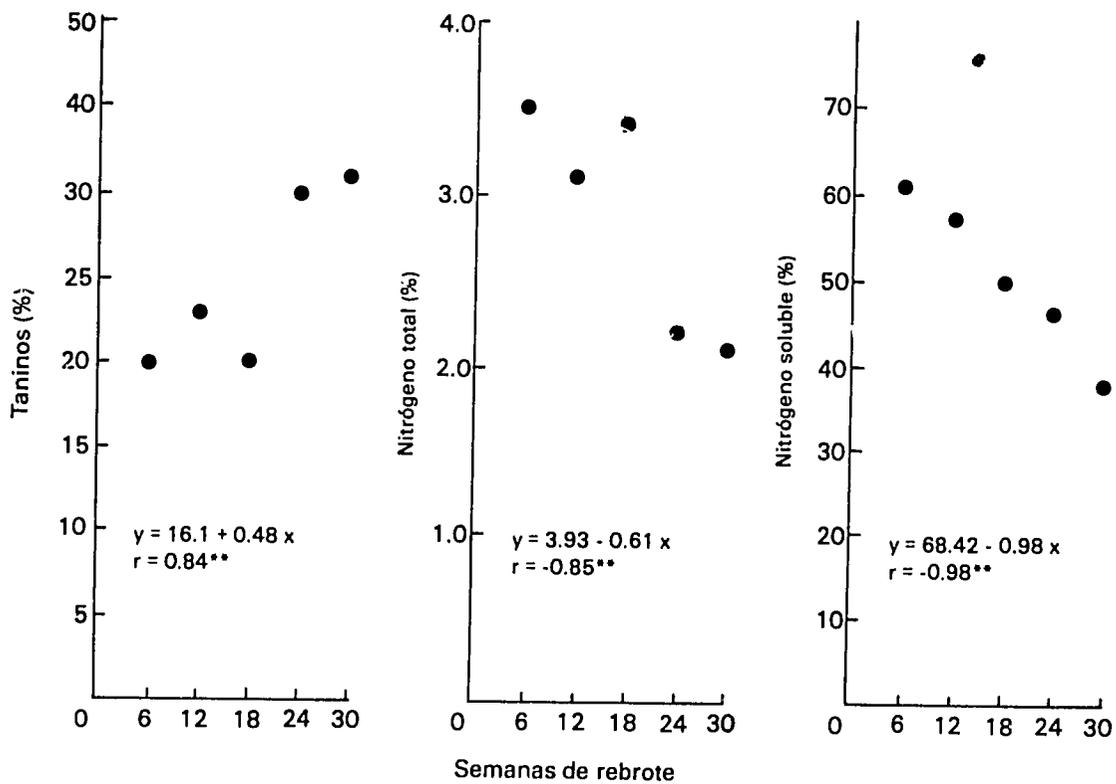


Figura 4. Efecto de edad de rebrote en el contenido de taninos, nitrógeno total, y nitrógeno soluble en accesiones de D. ovalifolium, en CIAT-Quilichao.

Cuadro 3. Distribución porcentual de diferentes fracciones de nitrógeno soluble en especies de leguminosas forrajeras<sup>a</sup> (Quilichao).

Especie	Nitrógeno total (%)	Fracción de nitrógeno total	
		N soluble en H <sub>2</sub> O (%)	N soluble en pepsina (48 hr) (%)
<u>C. pubescens</u> 438	4.73	25.4	67.4
<u>Z. latifolia</u> 728	4.43	36.8	70.9
<u>P. phaseoloides</u> 9900	4.28	14.7	64.0
<u>D. gyroides</u> 3001	3.85	28.1	46.0
<u>S. scabra</u> 1009	3.33	21.9	44.1
<u>S. capitata</u> 1019	3.22	28.9	66.2
<u>D. ovalifolium</u> 350	2.78	12.9	46.4

- Hojas de rebrote de cuatro semanas.
- Estimado de nitrógeno no proteico.
- Estimado de nitrógeno potencialmente disponible después de incubación con solución de 0.2% de pepsina en .125 N HCl (.3 g de muestra/30 ml de solución).

leguminosas con cuatro semanas de rebrote. Se observa que el Desmodium gyroides 3001, Stylosanthes scabra 1009 y D. ovalifolium 350 son las leguminosas con nitrógeno menos solubles en pepsina, lo cual no parece estar relacionado con contenido de nitrógeno total y más bien parece ser el resultado de los taninos que estas leguminosas contienen. El nitrógeno soluble en agua como un estimado de nitrógeno no proteico varió entre leguminosas siendo menor en Pueraria phaseoloides 9900 y D. ovalifolium 350. En el Cuadro 4 se presenta para las mismas siete leguminosas la fracción de nitrógeno residual en solución ácida detergente y en pepsina. Se considera que la fracción de nitrógeno insoluble en solución ácida detergente (N-FAD) no es disponible al animal. Es interesante observar que con excepción de D. gyroides 3001 y D. ovalifolium 350 el N-FAD fue similar al nitrógeno insoluble en pepsina (48 hr de incubación). Estos resultados sugieren que los taninos en las especies de Desmodium podrían estar interfiriendo en la acción de la enzima proteolítica.

Parte de la caracterización de factores de calidad en leguminosas incluye la determinación de su digestibilidad y consumo utilizando carneros en jaula metabólica en Quilichao. Este año se evaluaron en pruebas con carneros las leguminosas: Centrosema macrocarpum 5065 y Stylosanthes macrocephala 2093. En el Cuadro 5 se presenta el análisis químico del C. macrocarpum 5065 y S. macrocephala 2093 ofrecidos a los carneros, pudiéndose observar un mayor contenido de proteína en hojas de C. macrocarpum 5065, así como también menos fibra neutral y ácida

Cuadro 4. Comparación de la fracción de nitrógeno en fibra ácida detergente (FAD) con la fracción de nitrógeno residual después de incubación con pepsina en especies de leguminosas forrajeras<sup>a</sup> (Quilichao).

Especie	Fracción de nitrógeno total		Dif.
	N-FAD <sup>b</sup> (%)	N residual en pepsina (48 hr) (%)	
<u>C. pubescens</u> 438	29.2	32.6	+ 3.4
<u>Z. latifolia</u> 728	27.3	29.3	+ 2.0
<u>P. phaseoloídes</u> 9900	32.5	36.0	+ 3.5
<u>D. gyroides</u> 3001	45.5	54.0	+ 8.5
<u>S. scabra</u> 1009	45.9	44.1	- 1.8
<u>S. capitata</u> 1019	20.2	23.9	+ 3.7
<u>D. ovalifolium</u> 350	30.9	53.6	+ 22.7

- a. Hojas de rebrote de cuatro semanas.  
 b. Estimado de nitrógeno no disponible.  
 c. Estimado de nitrógeno residual después de 48 horas de incubación con solución de 0.2% de pepsina en .125 N HCl (.3 g de muestra/30 ml de solución de pepsina).

Cuadro 5. Análisis químico de Centrosema macrocarpum 5065 y Stylosanthes macrocephala 2093 utilizadas en pruebas de consumo y digestibilidad con carneros (Quilichao).

Leguminosa <sup>a</sup>	Análisis químico (%)					
	Proteína	NS <sup>b</sup>	FND <sup>b</sup>	FAD <sup>b</sup>	Ca	P
<u>C. macrocephala</u> 5065						
Hojas	24.5	77.0	47.2	34.8	1.04	.21
Tallos	11.8	74.5	66.9	50.9	.67	.15
<u>S. macrocephala</u> 2093						
Hojas	14.9	75.2	56.5	41.6	1.15	.14
Tallos	8.9	69.9	66.0	53.9	.78	.09

- a. Rebrote de tres meses.  
 b. NS = nitrógeno soluble en pepsina 48 horas; FND = fibra neutral detergente; FAD = fibra ácida detergente.

detergente y más fósforo en esta leguminosa. El consumo de las dos leguminosas fue similar pero la digestibilidad de la materia seca de S. macrocephala 2093 fue mayor que la de C. macrocarpum 5065, lo cual parece estar asociado con la mayor digestibilidad de las fracciones fibrosas del Stylosanthes (Cuadro 6).

### Gramíneas

En colaboración con la sección de Mejoramiento de Forrajes y Agronomía se evaluó la calidad forrajera de tres genotipos de Andropogon gayanus. A carneros en jaula metabólica se les ofreció un rebrote de siete semanas a tres niveles de oferta (65, 98, y 130 g MS/kg<sup>.75</sup>/día) de tres genotipos de A. gayanus con diferentes proporciones de hoja:tallo. Los resultados (Cuadro 7) claramente indican un mayor consumo ( $P < .05$ ) de los genotipos más hojosos aún cuando la

Cuadro 6. Consumo y digestibilidad de C. macrocarpum 5065 y S. macrocephala 2093 ofrecidos a carneros en jaulas<sup>a</sup> (Quilichao).

Medición	Leguminosas	
	<u>C. macrocarpum</u> 5065	<u>S. macrocephala</u> 2093
<u>Ofrecimiento</u>		
(g/kg <sup>.75</sup> /día)		
Materia seca	93.4 ± 1.0	96.1 ± 1.8
Hojas	47.2 ± 0.5	56.3 ± 1.1
Tallos	47.1	39.8
<u>Consumo</u>		
(g/kg <sup>.75</sup> /día)		
Materia seca	67.1 ± 5.6	69.4 ± 3.9
Hojas	47.2 ± 0.5	51.4 ± 0.8
Tallos	19.9 ± 5.3	18.0 ± 3.0
Tallos rechazados (%)	57.8	54.8
<u>Digestibilidad (%)</u>		
Materia seca	55.7 ± 3.3	60.0 ± 2.7
FND	29.1 ± 6.8	46.4 ± 6.1
FAD	30.0 ± 4.2	53.6 ± 4.9

a. Rebrote de tres meses ofrecidos a cuatro carneros por leguminosa.

Cuadro 7. Calidad de tres genotipos de A. gayanus ofrecidos a carneros en jaula (Quilichao).

Variable medida	Genotipos <u>A. gayanus</u> (CIAT)		
	39-20 (Hojoso)	7-11 (Medio)	22-2 (Taloso)
Proporción de hojas (%)	66.7	52.0 <sub>b</sub>	26.7 <sub>b</sub>
Digestibilidad de MS (%)	56.9 <sup>a</sup>	63.8 <sup>b</sup>	63.5 <sup>b</sup>
Consumo de MS (g/kg <sup>0.75</sup> /día)	71.8 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	55.3 <sup>b</sup>
Tiempo de retención digesta (hr) <sup>c</sup>	35.2	40.2	42.2

a,b. Medias diferentes ( $P < .05$ ).

c. Calculada en base a ajuste de curva de excreción de Iterbio en heces vs. tiempo postdosis ( $TRD = 2 / \lambda_1 + 1/kp + TT$ ).

digestibilidad de la materia seca fue menor en el genotipo más hojoso, como resultado de un menor tiempo de retención de los residuos de forraje no digerido en el tracto digestivo. De todas las variables estudiadas, la que mayormente explicó las variaciones observadas en consumo fue la cantidad de hojas ofrecidas (Figura 5). Estos resultados sugieren que existe la posibilidad de seleccionar dentro de la población de A. gayanus cv. Carimagua 1 genotipos con mayor cantidad de hojas y por ende con mayor potencial de consumo. Los resultados con carneros en jaula es necesario validarlos con animales en pastoreo y por tal razón los tres genotipos se incluirán en pruebas de consumo bajo pastoreo en 1983.

#### Caracterización de germoplasma bajo pastoreo

Otra fase de la caracterización de factores de calidad en germoplasma promisorio se viene realizando en estudios de consumo bajo pastoreo en pequeñas parcelas donde ya se incluyen algunos componentes básicos de manejo. Durante 1982 se hizo el intento de caracterizar en Quilichao la calidad forrajera de B. humidicola bajo tres presiones de pastoreo. Utilizando un área de 1.2 ha se establecieron parcelas de 500, 100 y 1500 m<sup>2</sup> con una distribución que incluía un área de ajuste y colección y dos repeticiones. Cada parcela de ajuste y colección era pastoreada cada seis semanas durante 7 días con dos animales fistulados de peso similar. Mediante el uso de papel óxido de cromo como marcador externo (dos dosis por día durante 14 días) y fibra neutral indigerible como marcador interno en forraje obtenido por fistulados del esófago y heces se determinó, excreción de heces y digestibilidad, respectivamente. Los resultados (Cuadro 8) muestran que la presión de pastoreo no afectó la digestibilidad del forraje pero si el consumo, siendo este mayor ( $P < .05$ ) en las presiones bajas y media en relación a

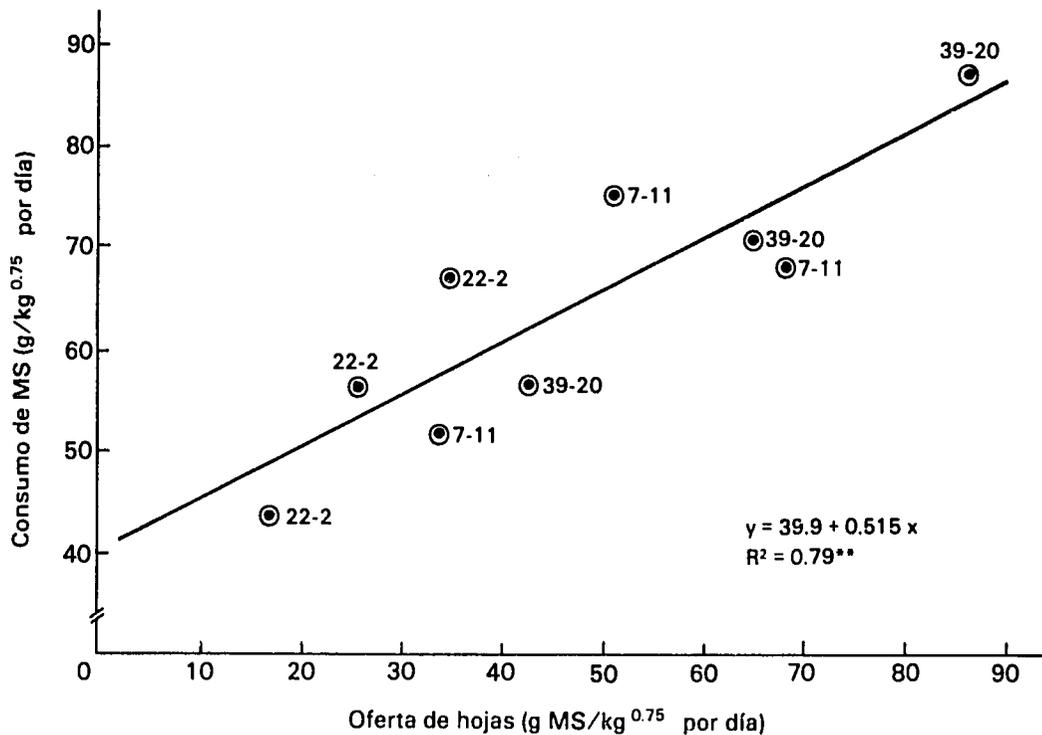


Figura 5. Relación entre la cantidad de hoja ofrecida y el consumo de materia seca en tres genotipos de A. gayanus (hojoso 39-20, medio 7-11 y talloso 22-2) ofrecidos a carneros en jaula, en CIAT-Quilichao.

la presión alta. Es interesante observar que independientemente de la presión de pastoreo utilizada el consumo fue bajo, lo cual parece estar relacionado al bajo nivel de proteína en el forraje disponible y seleccionado. Es posible que la frecuencia de pastoreo cada seis semanas no sea la óptima para B. humidicola bajo las condiciones de Quilichao. Otro ángulo de este trabajo es el relacionado con metodología. Pareciera posible, por lo menos para gramíneas, realizar pruebas en pequeñas parcelas que permitan evaluar no solamente factores de calidad, sino que también den alguna idea de su manejo potencial. En este caso pareciera que la carga adecuada para B. humidicola esté alrededor de 3-3.5 UA/ha, que coincidentalmente o no es la carga que mejores ganancias de peso ha producido en un ensayo grande de pastoreo en Carimagua (ver Cuadro 1, Sección Productividad y Manejo de Praderas). Este tipo de trabajo se continuará en Quilichao, incluyendo más especies forrajeras y ojalá un rango más amplio de variables de manejo.

#### Aceptabilidad de leguminosas

En el el Informe Anual de 1981 se presentaron datos de aceptabilidad relativa de leguminosas bajo condiciones de pastoreo y se indicó que un aspecto que parecía importante en este tipo de estudio era el de permitir a los animales un acostumbramiento previo a las especies que se iban a evaluar.

Este año en colaboración con la sección de Germoplasma se diseñó un ensayo para evaluar la aceptabilidad relativa de seis especies de leguminosas. En el diseño de campo (Diagrama 1) se incluyeron tres niveles de cal y dentro de cada nivel de cal un área de acostumbramiento y un área de medición. En el área de medición y por nivel de cal, cada especie se localizó en tres subparcelas. Cuatro animales se rotaron en las parcelas de acostumbramiento en tal forma que dos pastorearon una especie en la mañana (9:00-12:30) y luego pasaron a otra especie en la tarde (12:30-16:00). Como resultado de esta rotación los animales

Cuadro 8. Calidad forrajera de B. humidicola en rotación cada seis semanas, siete días de ocupación y bajo tres presiones de pastoreo en época lluviosa (Quilichao).

Presión de pastoreo (carga equivalente)	Forraje disponible (%)	Forraje seleccionado (%)	Digestibilidad <sup>a</sup> materia seca (%)	Consumo <sup>b</sup> materia seca (g/kg <sup>.75</sup> /día)
Baja (2.2 an/ha)	4.3	5.8 <sup>b</sup>	51.8	50.4 <sup>c,d</sup>
Media (3.3 an/ha)	4.6 <sup>c,d</sup>	6.4 <sup>d</sup>	53.3	59.8 <sup>c</sup>
Alta (6.6 an/ha)	5.1 <sup>c</sup>	6.2 <sup>d</sup>	51.2	44.3 <sup>d</sup>
Promedio	4.7	6.1	52.1	51.5

a. Digestibilidad =  $100 - \frac{(100 \times (\% \text{ FNI dieta})}{(\% \text{ FNI heces})}$

b. Consumo =  $\frac{\text{excreción heces/día}}{100 - \text{digestibilidad}}$  (papel óxido de cromo como marcador externo).

c,d. Medias en la misma columna diferentes (P < .05).

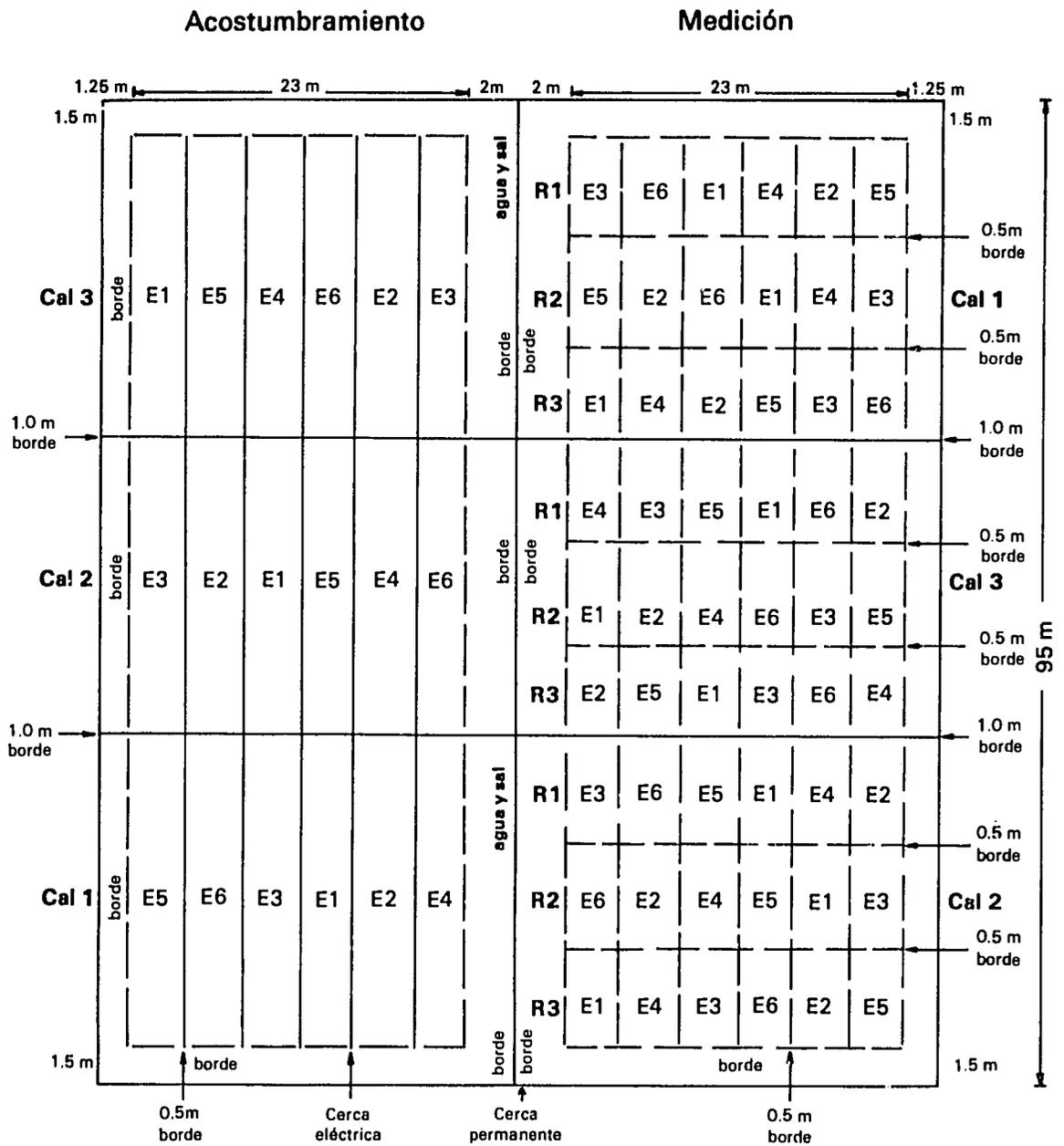


Diagrama 1. Diseño de campo para evaluar la aceptabilidad relativa de seis especies (E) de leguminosas, en Carimagua, ICA-CIAT

permanecieron tres días en cada nivel de cal y expuestos a cada especie 10 horas. Al finalizar el acostumbramiento los cuatro animales pasaron a las parcelas de medición. En cada nivel de cal los animales permanecieron siete horas (9:00-16:00) por día y por un total de cinco días. Durante este período se observó a los animales cada cinco minutos anotando sus actividades de pastoreo. Los resultados de preferencia se presentan en el Cuadro 9, donde se puede ver que el C. macrocarpum 5065 fue la leguminosa más palatable, lo cual contrasta con el Calopogonium caeruleum 9247 y 8159 que fue la leguminosa menos palatable. Sin embargo, es interesante observar que el orden de preferencia de las leguminosas cambió con el tratamiento residual de cal. En cal 1 la Dioclea guianensis 9311 fue menos ( $P < .05$ ) aceptable que el D. ovalifolium 350 pero de similar aceptabilidad en cal 2 y cal 3. En general, de este estudio se puede inferir que las leguminosas Centrosema arenarium 5236, Rhynchosia reticulata 8173 y C. caeruleum tienen problemas de aceptabilidad para el bovino en pastoreo y que la aceptabilidad de D. guianensis 9311 aún cuando es baja, parece estar influenciada por nivel de calcio en el suelo.

Un aspecto importante en el ensamblaje y manejo de asociaciones de gramíneas con leguminosas es la aceptabilidad relativa de los componentes. Durante 1982 se evaluó la aceptabilidad relativa de cinco leguminosas en asociación con A. gayanus cv. Carimagua I. Las asociaciones se establecieron en pequeñas parcelas (3/asociación) y fueron pastoreadas cada seis semanas con fistulados del esófago utilizando una presión de pastoreo inicial constante (10 kg MS verde de gramínea/100 kg peso vivo). Los resultados expresados como un índice de selección se presentan en el Cuadro 10 para dos muestreos en época de lluvias. Es evidente en el primer muestreo una alta selectividad hacia Stylosanthes capitata 1728, lo cual contrasta con una muy baja selección de D. gyroides 3001 en ambos muestreos. Ya para el segundo muestreo S. capitata 1728 había prácticamente desaparecido de la asociación. Por otro lado, es interesante observar la mayor selección de C. macrocarpum 5065 en el segundo muestreo, lo cual estuvo asociado con poca cantidad de gramínea en oferta. En general, las leguminosas fueron más seleccionadas a medida que trascurrían los días de pastoreo, lo cual es un reflejo de la disminución progresiva de material verde de la gramínea. Se podría sugerir de estos resultados que de las asociaciones evaluadas, la de A. gayanus + D. gyroides 3001 sería la menos compatible desde el punto de vista de selectividad relativa.

### Factores de Calidad de Germoplasma en Pasturas

El objetivo de este trabajo continúa siendo el de establecer relaciones entre factores de calidad del germoplasma en pasturas con producción animal observada. Para tal fin se han venido realizando estudios con animales fistulados para obtener una medida cualitativa de consumo en función de tipo de pastura y época del año. Pero en adición, este año se reportan resultados de consumo cuantitativo, el cual se considera tienen mayor valor para explicar datos de ganancia de peso.

Cuadro 9. Índice de preferencia (IP)<sup>a</sup> de seis especies de leguminosas en tres niveles de cal (1982).

Especie de leguminosa y número de CIAT	Tratamiento (IP)			Promedio
	Cal 1 <sup>b</sup>	Cal 2 <sup>c</sup>	Cal 3 <sup>d</sup>	
<u>Centrosema macrocarpum</u> 5065	4.73 <sup>e</sup>	6.05 <sup>e</sup>	4.51 <sup>e</sup>	5.10
<u>Desmodium ovalifolium</u> 350	4.37 <sup>e</sup>	3.89 <sup>f</sup>	3.41 <sup>f</sup>	3.89
<u>Dioclea guianensis</u> 9311	2.53 <sup>f</sup>	3.33 <sup>f</sup>	3.84 <sup>f</sup>	3.23
<u>Centrosema arenarium</u> 5236	1.58 <sup>g</sup>	0.57 <sup>g</sup>	1.29 <sup>g</sup>	1.15
<u>Rhynchosia reticulata</u> 8173	0.98 <sup>g</sup>	0.29 <sup>g</sup>	1.09 <sup>g</sup>	0.79
<u>Calopogonium caeruleum</u> 9247 y 8159	0.09 <sup>h</sup>	0.15 <sup>g</sup>	0.14 <sup>h</sup>	0.13

- a.  $IP = \frac{\text{No. de veces que el animal prefirió una especie en un intervalo de una hora}}{\text{No. de veces que el animal fue observado comiendo en el tiempo de observación por día}} \times 100$   
(de no haber preferencia por ninguna especie el IP es 2.38).
- b. Cal aplicada: 0 kg.
- c. Cal aplicada: 150 kg/ha 1977; 150 kg/ha 1978; y 500 kg/ha 1980.
- d. Cal aplicada: 4000 kg/ha fraccionado en dos dosis en 1977 y 1978.
- e,f,g,h. Medias en la misma columna son diferentes ( $P < .05$ ).

Cuadro 10. Índice de selección de leguminosas (ISL) en asociación con A. gyanus en diferentes días de ocupación y en dos fechas de medición en épocas de lluvias (Quilichao).

Fecha de medición	Asociación de <u>A. gyanus</u> con	ISL <sup>a</sup>			ISL $\bar{X}$
		1°	2°	3°	
Enero 1982	<u>S. capitata</u> 1728	0.13	1.00	1.60	0.91
	<u>C. pubescens</u> 438	0.71	0.63	1.20	0.85
	<u>D. ovalifolium</u> 350	0.43	0.49	1.30	0.74
	<u>C. macrocarpum</u> 5065	0.39	0.47	0.83	0.56
	<u>D. gyroides</u> 3001	0.03	0.03	0.99	0.35
	Promedio	0.34	0.52	1.18	
Marzo 1982	<u>C. macrocarpum</u> 5065	0.07	1.47	1.51	1.02
	<u>C. pubescens</u> 438	0.29	0.56	1.37	0.74
	<u>D. ovalifolium</u> 350	0.38	0.68	1.17	0.74
	<u>D. gyroides</u> 3001	0.03	0.24	0.28	0.18
		Promedio	0.19	0.74	1.08

a, ISL = % leguminosa dieta ÷ % leguminosa en pastura.

#### Estudios de selectividad bajo pastoreo

Como estudio de seguimiento se realizaron en Carimagua durante la época seca de 1982 mediciones con fistulados del esófago en pasturas de A. gyanus en asociación con S. capitata 1019 + 1315 y S. capitata 1405, establecidos en 1978. Los resultados (Cuadro 11) indican una mayor proporción de leguminosa en la pastura con S. capitata 1405, lo cual es consistente con una mayor proporción de leguminosa seleccionada y mayor contenido de proteína en la dieta. Es importante indicar que esta misma tendencia se observó en la época seca de 1981.

En colaboración con la sección de Desarrollo de Pasturas en Carimagua se realizaron muestreos con fistulados del esófago en el proyecto de reemplazo de sabana nativa por gramínea y leguminosas mejoradas sembradas en franja. En el Cuadro 12 se resumen resultados de proporción de leguminosa y contenido de proteína en la dieta de animales pastoreando sabana nativa con franjas de B. humidicola + D. ovalifolium 350 y B. humidicola + P. phaseoloides. Es evidente que independientemente de la época del año los animales seleccionaron una gran proporción de leguminosa, lo cual se refleja en un alto nivel de proteína en la dieta, aún en la época seca. Resultados similares se obtuvieron durante la época seca para la combinación de sabana nativa

Cuadro 11. Caracterización de factores de calidad en mezclas de A. gayanus + S. capitata bajo pastoreo continuo durante época seca<sup>a</sup> (Carimagua).

Mezcla de	Proporción de leguminosa (%)		Proteína (%)	
	Disponible	Seleccionada	Gramínea disponible	Dieta
<u>A. gayanus</u> + <u>S. capitata</u> <sup>b</sup> 1019 + 1315	1.5 ± .1	0.5 ± .03	3.6 ± .8	6.2 ± 2.3
<u>A. gayanus</u> <sup>b</sup> + <u>S. capitata</u> 1405	11.0 ± 1.6	17.0 ± 1.9	3.5 ± .6	8.8 ± 2.7

a. Muestreos de enero y marzo 1982.

b. Pasturas establecidas 1978.

Cuadro 12. Cantidad de leguminosa y proteína en forraje seleccionado por fistulados del esófago en sabana nativa y franjas de B. humidicola + D. ovalifolium y B. humidicola + P. phaseoloides en diferentes épocas del año (Carimagua).

Epoca de muestreo (año)	Sabana nativa + franjas de			
	<u>B. humidicola</u> + <u>D. ovalifolium</u>		<u>B. humidicola</u> + <u>P. phaseoloides</u>	
	Leguminosa dieta rango (%)	Proteína dieta (%)	Leguminosa dieta rango (%)	Proteína dieta (%)
Inicio de lluvias <sup>a</sup> (1981)	23-67	9.4 ± 1.6	34-41	12.6 ± 2.1
Mitad de lluvias <sup>b</sup> (1981)	72-84	9.5 ± 0.9	43-64	10.3 ± 0.3
Final de lluvias <sup>c</sup> (1981)	26-54	10.2 ± 1.1	47-48	13.1 ± 0.8
Epoca seca <sup>d</sup> (1982)	13-94	9.0 ± 2.8	14-73	7.3 ± 2.1

- a. Muestreos de abril, mayo, junio.
- b. Muestreos de agosto, septiembre y octubre.
- c. Muestreos de noviembre y diciembre.
- d. Muestreos de enero, febrero y marzo.

con franjas de A. gayanus + D. ovalifolium 350 y A. gayanus + P. phaseoloides. Se debe indicar que la contribución del A. gayanus es prácticamente nula en las franjas. Sugieren los resultados que mediante la inclusión de una leguminosa a la sabana sin quemar se puede mantener un nivel adecuado de proteína en la dieta a través del año, lo cual sin duda ayudará a mantener los animales ganando peso.

En el Informe Anual de 1981 se sugirió que el azufre (S) parecía ser el elemento crítico en determinar la calidad y palatabilidad del D. ovalifolium 350 en Carimagua. El ensayo diseñado para estudiar este efecto finalizó y un resumen de los resultados químicos se presentan en la Figura 6. Se observa que consistentemente a través de los meses de evaluación el D. ovalifolium 350 en los tratamientos con S presentó menor contenido de taninos (catequinos equivalentes), pero mayor contenido de nitrógeno total y soluble y nivel de azufre en las hojas. Los resultados de observación de la actividad de pastoreo en diferentes tratamientos (Cuadro 13) indicaron que los animales permanecieron menos tiempo pastoreando el D. ovalifolium 350 sin azufre (-S) y mayor tiempo pastoreando los tratamientos con S, P, Ca. Se concluye de este trabajo que la aplicación de mantenimiento de S al D. ovalifolium 350 resulta no solamente en un aumento en aceptabilidad de la leguminosa, sino también en un incremento en valor nutritivo, por lo menos bajo las condiciones de Carimagua.

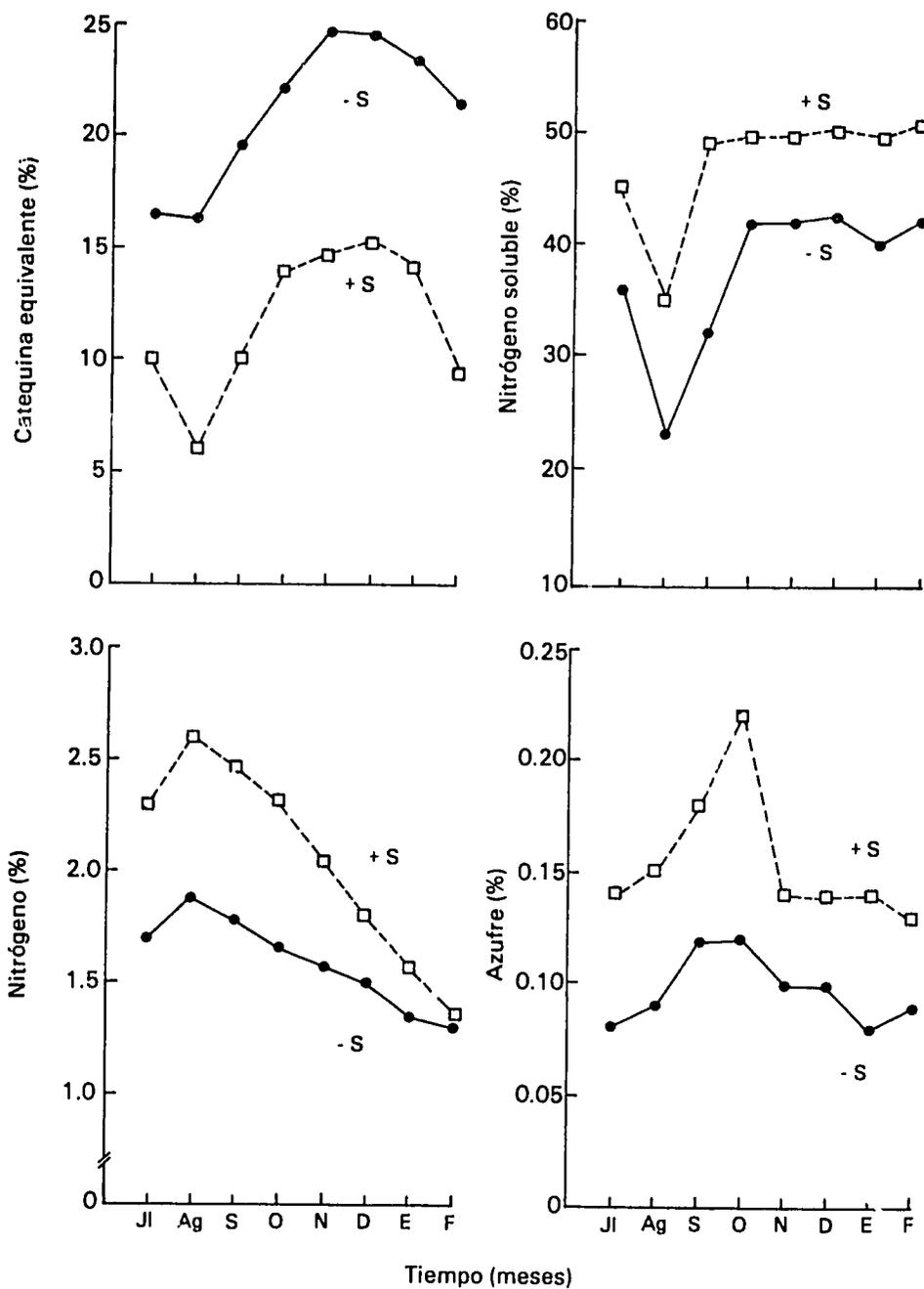


Figura 6. Algunos efectos de la aplicación de azufre en la calidad de *Desmodium ovalifolium* 350 bajo pastoreo, en Carimagua, ICA-CIAT, de agosto 1981 a marzo 1982.

Cuadro 13. Frecuencia con que los animales se observaron comiendo D. ovalifolium 350 bajo diferentes tratamientos de fertilización en pastoreo común (Carimagua).

Fecha de observación	Tratamientos de fertilización <sup>a</sup> (frecuencia de pastoreo) (%)						
	+ S					- S	
	(+K+Mg)	(+Mg)	(+P+Ca+Mg)	(+P+Ca+K)	(+P+Ca+K+Mg)	(+P+Ca+K+Mg)	(+P+Ca+K)
Octubre <sup>b</sup> (1981)	12.6	14.0	15.6	30.7	13.4	7.5	6.2
Noviembre <sup>c</sup> (1981)	12.8	9.9	16.4	27.6	17.8	7.4	8.1
Diciembre <sup>c</sup> (1981)	10.2	10.9	14.5	26.0	24.5	10.0	4.0
Promedio	11.9	11.6	15.5	28.1	18.6	8.3	6.0

a. P = 26 kg/ha; Ca = 117 kg/ha; K = 36.5 kg/ha; Mg = 22 kg/ha; y S = 44 kg/ha.

b. Valores reportados son promedio de 12 observaciones cada 1/2 hora (8:00-17:00 hr) en ocho animales pastoreando dos repeticiones.

c. Valores reportados son promedio de 8 observaciones cada 1/2 hora (8:00-17:00 hr) en ocho animales pastoreando dos repeticiones.

### Estudios de consumo bajo pastoreo

Existe bastante consenso de que la calidad de un forraje es una función del consumo voluntario, digestibilidad de los nutrientes y eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos. Así mismo hay estudios que muestran una relación significativa entre consumo y producción animal. Los intentos de predecir consumo en función de componentes químicos o digestibilidad del forraje han mostrado que estas relaciones cambian considerablemente con la especie de forraje y aún con las partes de las plantas consumidas (i.e., hojas y tallos).

En 1981 se iniciaron en Carimagua trabajos tendientes a medir consumo en pasturas de gramíneas puras y asociaciones de gramíneas + leguminosas utilizando las técnicas convencionales de marcadores externos (P.e papel óxido de cromo) para estimar producción de heces y marcadores internos (fibra neutral indigerible) para estimar indigestibilidad.

### Consumo de *B. humidicola*

En un ensayo de pastoreo de *B. humidicola* bajo tres cargas animales (2.4, 3.4, y 4.4 UA/ha) establecido en Carimagua en 1978 se venían observando muy bajas ganancias de peso, aún en la época de lluvias (180 g/UA/día en 1981). Fue de interés entonces, estudiar las posibles razones de esta baja producción. En un trabajo colaborativo con la sección de Manejo y Productividad de Praderas se procedió a medir consumo y digestibilidad en las tres cargas animales en épocas lluviosa y seca. Los datos de forraje en oferta y composición de partes de la planta durante la medición se presentan en el Cuadro 14. Como era de esperarse el forraje disponible fue mayor en la época lluviosa y en la carga baja. Se observó en las tres cargas un incremento considerable en material muerto debido a época del año y una baja proporción de hojas, aún en la época de lluvias. El examen del forraje seleccionado por fistulados del esófago reveló una mayor selección de hojas en época lluviosa (77.6%) y época seca (55.9%) en relación a tallos (22.4% y 25.5% en época lluviosa y seca, respectivamente). En el Cuadro 15 se presentan los datos de digestibilidad, consumo y contenido de proteína del forraje en oferta y seleccionado. Resulta evidente de estos datos que independientemente de la carga el consumo fue bajo en la época lluviosa, lo cual indudablemente está ligado al bajo nivel de proteína en el forraje. Este efecto se magnifica aún más en la época seca donde el forraje se madura con el consecuente aumento en material muerto con menos proteína. De estos resultados se concluye que el *B. humidicola* sin fertilización nitrogenada en Carimagua presenta graves deficiencias de proteína, lo cual incide negativamente en consumo voluntario y por ende en producción animal. Se llama la atención entonces, a la necesidad de buscar una leguminosa compatible con el agresivo *B. humidicola* para las condiciones de sabana bien drenada.

Cuadro 14. Forraje en oferta y composición de B. humidicola en pastoreo continuo con tres cargas animales en época lluviosa y seca (Carimagua).

Epoca del año	Carga animal (an/ha)	Forraje disponible (kg MS/ha)	Composición forraje disponible			
			Hoja (%)	Tallo (%)	Flor (%)	MM (%)
Epoca lluviosa <sup>a</sup>	2.4	3114	22.3	50.5	1.6	25.6
	3.4	2504	25.5	61.7	2.7	10.1
	4.4	2140	32.9	55.1	3.2	8.8
Promedio		2556	26.9	55.8	2.5	14.8
Epoca seca <sup>b</sup>	2.4	3454	35.1 <sup>c</sup>			64.9
	3.4	1620	27.0			73.0
	4.4	1171	17.7			82.3
Promedio		2082	26.6			73.4

a. Medición durante mes de agosto 1981.

b. Medición durante mes de marzo, 1982.

c. Valores representan hoja + tallo en el forraje disponible.

#### Consumo de B. humidicola + D. ovalifolium 350

Una de las leguminosas que se ha considerado promisorias para asociar con B. humidicola es el D. ovalifolium dada su gran agresividad. En 1980 se establecieron en Carimagua 4 ha de B. humidicola + D. ovalifolium 350, las cuales se han venido manejando bajo pastoreo alterno con 3.5 UA/ha. En estas pasturas se han realizado mediciones de consumo en dos épocas lluviosas (junio, 1981 y 1982) y en época seca (marzo, 1982). En el Cuadro 16 se presentan los datos de forraje disponible y composición de partes de la planta de la gramínea y leguminosa en las tres épocas de muestreo. Resulta evidente que la disponibilidad de forraje ha aumentado en un año (4672 vs. 5845 kg MS/ha para época lluviosa 1981 y 1982, respectivamente). Por otro lado, en el mismo período se ha presentado un incremento considerable en material muerto de la gramínea (9.4 vs. 51%) y una disminución en hojas de la leguminosa (59.7 vs. 14.2%). La dinámica de la leguminosa en oferta y seleccionada en las dos pasturas de la alternación (Figura 7) muestra una clara tendencia de disminución con el tiempo. En parte esto parece estar asociado con defoliación y muerte de la leguminosa por ataque de nematodos. En el Cuadro 17 se presentan los resultados de proteína en la dieta, digestibilidad y consumo en las tres épocas de medición. Resulta interesante observar la gran disminución en consumo de materia seca de un año a otros (73.2 vs. 44.0 g MS//kg<sup>0.75</sup>/día en época de

Cuadro 15. Calidad forrajera de B. humidicola en pastoreo continuo con tres cargas animales en época lluviosa y seca (Carimagua).

Epoca del año	Carga animal (an/ha)	Proteína		Digestibilidad materia seca (%)	Consumo <sup>b</sup> materia seca (g/kg <sup>0.75</sup> /día)
		Forraje disponible (%)	Dieta (%)		
Epoca lluviosa <sup>c</sup>	2.4	3.1	3.8	55.0 ± 2.6	39.8 ± 3.7
	3.4	3.2	4.0	60.4 ± 2.0	47.3 ± 7.0
	4.4	3.4	3.2	52.4 ± 1.3	33.6 ± 6.3
	Promedio	3.2	3.7	55.9	40.2
Epoca seca <sup>d</sup>	2.4	1.9	3.4	47.5 ± 2.2	28.2 ± 7.5
	3.4	1.9	3.6	46.4 ± .4	31.0 ± 2.3
	4.4	1.9	2.9	46.2 ± 1.5	31.0 ± 4.2
	Promedio	1.9	3.3	46.7	30.1

a. Digestibilidad =  $100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ FNI dieta}}{\% \text{ FNI heces}}\right)$

b. Consumo =  $\frac{\text{Excreción de heces/día (papel óxido de cromo como marcado externo)}}{100 - \text{digestibilidad}}$

c. Mediciones con tres animales por carga durante el mes de agosto 1981.

d. Mediciones con dos animales por carga durante el mes de marzo 1982.

Cuadro 16. Forraje total disponible y composición de partes de la planta de B. humidicola y D. ovalifolium 350 en mezcla bajo pastoreo alterno en tres épocas del año<sup>a</sup> (Carimagua).

Epoca de medición (mes muestreo)	Forraje disponible total (kg/MS/ha)	B. humidicola			D. ovalifolium 350		
		Hoja (%)	Tallo (%)	MM (%)	Hoja (%)	Tallo (%)	MM (%)
Lluviosa (VI-VII-81)	4672	31.3	59.3	9.4	59.7	40.3	-
Seca (II-III-82)	4656	11.8	18.2	70.0	0.5	39.4	62.1
Lluviosa (VI-82)	5845	25.7	23.3	51.0	14.2	51.1	34.7

a. Valores reportados son el promedio de muestreos realizadas en dos potreros de la alternación.

Cuadro 17. Calidad forrajera de mezcla de Brachiaria humidicola + Desmodium ovalifolium 350 bajo pastoreo alterno en tres épocas de medición (Carimagua).

Epoca de medición (mes muestreo)	Proteína dieta (%)	Digestibilidad <sup>a</sup> materia seca (%)	Consumo <sup>b</sup> materia seca (g/kg <sup>0.75</sup> /día)
Lluviosa <sup>c</sup> (VI-VII-81)	9.5 ± 1.5	62.4 ± 2.4	73.2 ± 7.5
Seca <sup>d</sup> (II-III-82)	5.3 ± 1.1	36.1 ± 1.8	27.6 ± 3.5
Lluviosa <sup>e</sup>	7.5 ± .9	56.4 ± 1.3	44.0 ± 4.2

a. Digestibilidad =  $100 - (100 \times \frac{\% \text{ FNI dieta}}{\% \text{ FNI heces}})$

b. Consumo =  $\frac{\text{Excreción heces/día}}{100 - \text{digestibilidad}} \times \text{papel óxido de cromo como marcador externo}$ .

c. Promedio ocho animales (4A/potrero en alternación).

d. Promedio cuatro animales (2A/potrero en alternación).

e. Promedio ocho animales (4A/potrero en alternación).

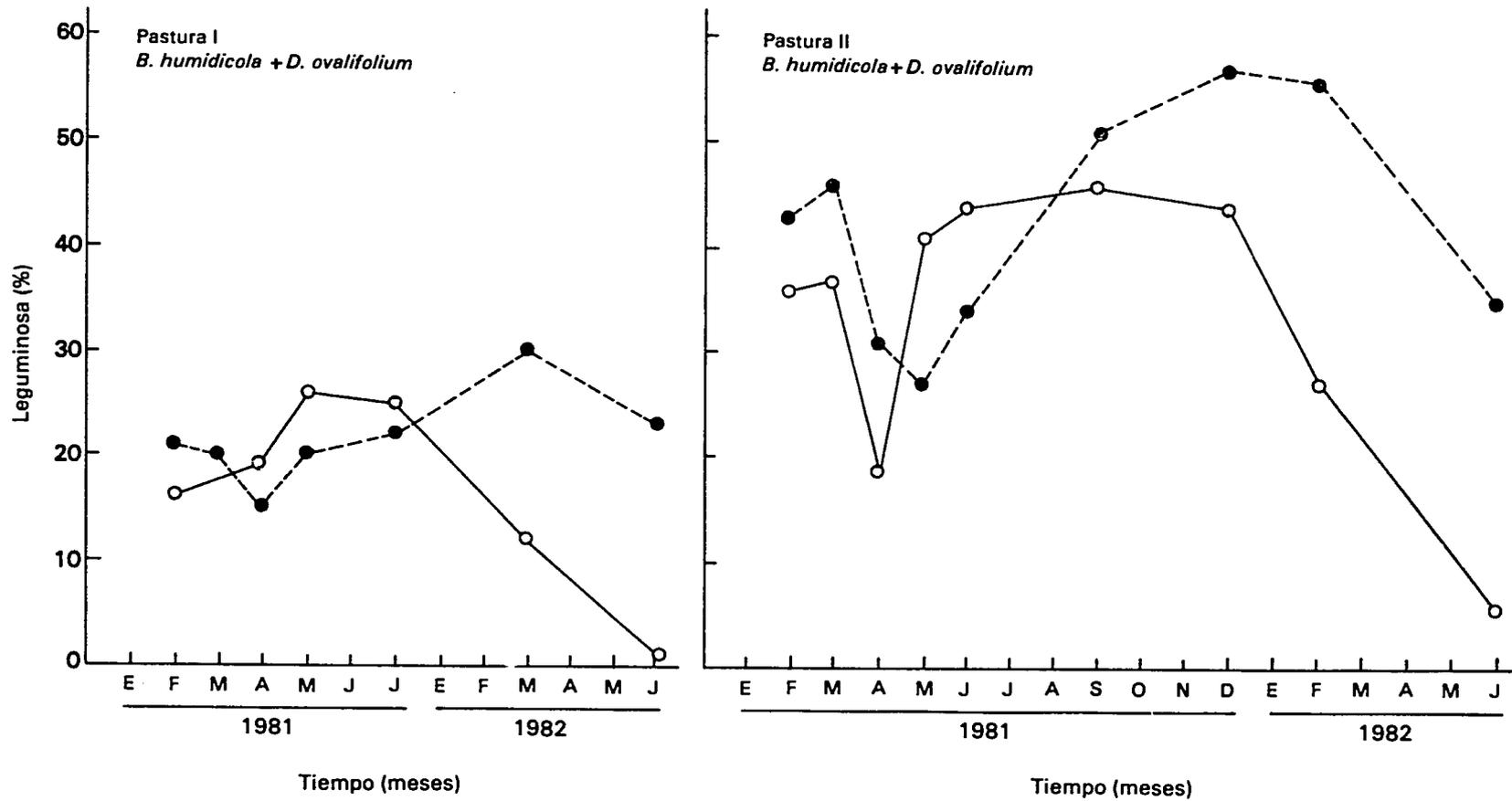


Figura 7. Proporción de leguminosa en el forraje en oferta (●---●) y seleccionado (○—○) por animales fistulados del esófago en dos pasturas de *B. humidicola + D. ovalifolium* 350, en pastoreo alterno, en Carimagua, ICA-CIAT.

lluvia 1981 y 1982, respectivamente), lo cual ha determinado una considerable reducción de ganancia de peso. Es claro también el bajo consumo y digestibilidad en la época seca, lo cual podría estar relacionado con una considerable cantidad de material muerto en la gramínea en esta época (70%) y a poca proporción de hoja en la leguminosa (0.5%). Reflejan estos resultados una subutilización de la gramínea con el manejo de pastoreo implementado, lo cual resultó en una acumulación de material muerto con un efecto negativo en consumo. Además, se destaca la contribución de la leguminosa mientras esta no se defolió por efecto de sequía y ataque de nematodos en época de lluvias.

#### Consumo de *A. gayanus* + *P. phaseoloides*

Una de las asociaciones más productivas en Carimagua, ha sido la de *A. gayanus* + *P. phaseoloides*. Sin embargo, el balance de gramínea y leguminosa en esta asociación parece ser bastante sensible al manejo del pastoreo y a la época del año. Bajo pastoreo continuo y hacia finales de la época lluviosa la leguminosa domina a la gramínea en la mezcla. Fue de interés por lo tanto, determinar el efecto de este desbalance en el consumo y digestibilidad de materia seca. Hacia finales del invierno de 1981 (septiembre) se midió consumo en dos pasturas de *A. gayanus* + *P. phaseoloides* establecidas en 1978. En el Cuadro 18 se presentan los resultados de forraje disponible y composición botánica al momento de realizar las mediciones. Se puede observar una baja disponibilidad de gramínea, particularmente de hoja, y un dominio de leguminosa en las pasturas (63.5%). Como consecuencia de esta gran proporción de *P. phaseoloides* en oferta los animales seleccionaron una alta proporción de la leguminosa que a su vez resultó en alto nivel de proteína en la dieta; sin embargo, la digestibilidad y el consumo fueron bajos. Durante este período los animales residentes estuvieron ganando alrededor de 350-390 g/UA/día, lo cual no es consistente con el bajo consumo de energía calculado (5.7 M cal EM/día). Se especula que parte de la proteína consumida por día (540 g) podría estar pasando al tracto posterior produciendo efectos benéficos como proteína de paso. En general, estos resultados sugieren que un exceso de *P. phaseoloides* en una asociación con *A. gayanus* podría negativamente afectar la ganancia de peso, por una deficiencia de energía. Por lo tanto, pareciera necesario buscar manejos del pastoreo que tiendan a favorecer a la gramínea en el forraje en oferta.

Cuadro 18. Atributos del forraje disponible y seleccionado y consumo en pasturas de A. gayanus + P. phaseoloides durante finales de época de lluvia<sup>a</sup> (Carimagua).

<u>A. gayanus</u> + <u>P. phaseoloides</u>	Gramínea disponible				Composición botánica		Proteína dieta (%)	Digestibilidad <sup>b</sup> materia seca (%)	Consumo <sup>c</sup> materia <sup>5</sup> seca (g/kg <sup>75</sup> /día)
	Total (kg MS/ha)	Hoja (%)	Tallo (%)	MM (%)	Disponible Leguminosa (%)	Seleccionado Leguminosa (%)			
Pastura 1	1889	3.6	28.2	68.2	63.2	54.0	17.3	43.5	56.3
Pastura 2	2079	7.6	49.8	42.6	63.8	38.0	14.9	49.8	49.7
Promedio	1984	5.6	39.0	55.4	63.5	46.0	16.1	46.7	53.0

a. Mediciones realizadas en septiembre 1981 con tres animales/pastura.

b. Digestibilidad =  $100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ FNI dieta}}{\% \text{ FNI heces}}\right)$

c. Consumo =  $\frac{\text{Excreción de heces/día}}{100 - \text{digestibilidad}}$  (papel óxido de cromo como marcador externo).

## Productividad y Manejo de Pasturas

Los objetivos de esta sección son: 1) determinar el potencial de producción animal del germoplasma promisorio adaptado al ecosistema de sabana bien drenada isohipertérmica representada por Carimagua y 2) determinar el manejo apropiado para la persistencia y estabilidad de los componentes de las pasturas.

La investigación en esta sección está estrechamente relacionada con el trabajo conducido por la sección Calidad de Pasturas y Nutrición para poder entender los procesos de selectividad animal, que están relacionados con las estaciones del año, y la palatabilidad relativa de las especies, que interactúa con el manejo del pastoreo.

### Praderas de Gramíneas

#### Brachiaria humidicola

Las ganancias de peso del primer año de pastoreo, después de haber descansado las praderas durante la estación seca en 1981, cortado todo el material acumulado y dada una fertilización de mantenimiento con 22 kg K<sub>2</sub>O (18.26 kg K), 18 kg MgO y 22 kg S por hectárea, fueron muy bajas en todas las cargas (Cuadro 1). A pesar de que el pastoreo se inició con cargas relativamente altas y un rebrote tierno, la proporción de material muerto, en la misma forma que en los experimentos anteriores, siguió un aumento con el tiempo siendo mucho más notable en la carga baja (Figura 1).

Cuadro 1. Efecto de carga y época del año sobre ganancias de peso vivo de novillos en *B. humidicola*, en pastoreo continuo con fertilización de mantenimiento<sup>a</sup>, en Carimagua, 1981-1982.

Carga animal (an/ha)	Ganancias de peso vivo					
	En estación lluviosa <sup>b</sup> , 202 días		En estación seca, 117 días		Total 319 días	
	(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)
2.4	194	39	-16	-2	37	89
3.4	215	43	-62	-7	36	122
4.4	138	28	-60	-7	21	92
Promedio	182	36	-46	-5	30	101

a. 22 kg de K<sub>2</sub>O (18.26 kg K), 18 kg de MgO, y 22 kg de S por hectárea.

b. Después de segar y descansar durante 15 días.

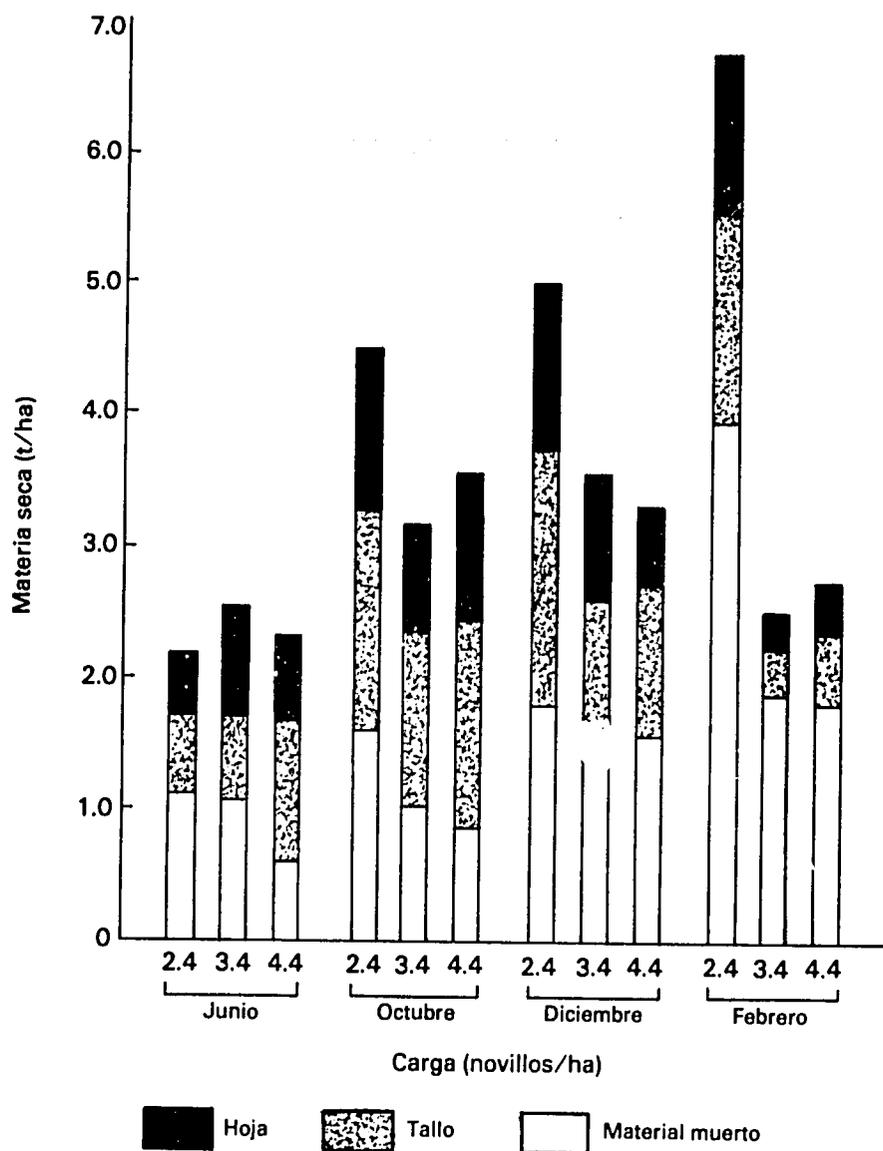


Figura 1. Disponibilidad de forraje y composición de partes de la planta de *B. humidicola* en pastoreo continuo con tres cargas fijas, en diferentes meses del año. Primer año de pastoreo, Carimagua, 1981.

La baja productividad animal en esta gramínea en cultivo puro se explica por el bajo consumo del pasto (promedio de  $40.2 \text{ g MS/kg}^{0.75}/\text{día}$  obtenidos por la sección Calidad de Pasturas y Nutrición, Cuadro 15), lo cual está relacionado con bajos niveles de proteína cruda a través del año.

### Praderas con Leguminosas

#### Bancos de proteína

El trabajo de evaluación de leguminosas en cultivo puro dentro de una pastura de gramínea continúa como alternativa para suplementación

animal sobre todo en la estación seca. Los resultados de sabana con Pueraria phaseoloides durante este año, en que el acceso al banco no fue restringido durante ninguna época, indican que no hubo una diferencia significativa respecto a las cargas empleadas (Cuadro 2). La cantidad de hojas de P. phaseoloides durante el año no ha sido diferente con las cargas utilizadas (Figura 2), lo cual podría explicar que no se hayan encontrado diferencias en el comportamiento animal. Además, el manejo de la quema en secuencia, quemando un tercio del área al principio y final de la estación seca, ha mantenido un balance estable de especies nativas de acuerdo con un trabajo que se está realizando sobre composición florística\* y sucesión de la vegetación con relación al manejo del pastoreo y al uso de la quema.

En otro experimento, en que se inició el pastoreo este año usando Desmodium ovalifolium 350 como banco de proteína con sabana, se están estudiando diferentes niveles de oferta de banco y diferentes cargas animales, considerando el manejo de la sabana con y sin quema. Aunque los resultados del primer año de pastoreo son preliminares (Cuadro 3) de nuevo se nota un efecto benéfico de la leguminosa durante la estación seca, comparada con el testigo que presentó pérdidas de peso del orden de 30 g/animal/día. También durante la estación seca se nota un aumento en ganancias de peso a medida que aumenta la oferta de área de banco en los tratamientos con quema y a medida que se aumenta la carga en los tratamientos sin quema. Esto puede estar relacionado con la disponibilidad de leguminosa por animal y con calidad de la sabana por efecto de la quema y de la mayor carga animal, que tendría un efecto en disminuir las tasas de madurez de la vegetación nativa. Los resultados durante la estación lluviosa parecen indicar un efecto contrario al de la estación seca --cuando las mayores ganancias de peso se presentan a niveles bajos de oferta de banco y a medida que se aumentan las cargas-- lo cual podría estar relacionado con la relativamente baja aceptabilidad de D. ovalifolium 350 durante esta época del año, o por efecto de cargas más altas en sabanas que no han sido quemadas hasta la fecha en que se presentan estos resultados preliminares, o por estas dos últimas causas. La baja productividad animal encontrada hasta ahora en este trabajo pudiera explicarse por la baja calidad relativa de D. ovalifolium en relación con P. phaseoloides, en cuanto a consumo de materia seca, contenido de proteína cruda y solubilidad del nitrógeno proteico (Informe Anual 1981), así como por diferencias en la composición florística de la sabana en este ensayo, comparado con el anterior. Además, el manejo de la quema aún no se ha establecido bien en este ensayo por razones de tiempo. Este experimento continuará, esperando que la leguminosa persista bajo condiciones de un fuerte ataque de nematodo en los tallos (sección de Fitopatología) que se ha presentado al inicio de la estación lluviosa este año.

Los resultados de la evaluación de P. phaseoloides como suplementación al Brachiaria decumbens en franjas y en bloques en el cuarto año de pastoreo (Cuadro 4) indican mejores resultados en franjas y bloques, especialmente durante la estación seca, comparado con la gramínea en cultivo puro. Las buenas ganancias de peso en la gramínea pura durante la época seca y lluviosa podrían deberse principalmente a

\* Composición de la flora.

Cuadro 2. Ganancias de peso de novillos en sabana suplementada con Pueraria phaseoloides en bloques<sup>a</sup>, con acceso libre de los animales, en Carimagua; 1982, 1981, 1980.

Carga animal (an/ha)	Ganancias de peso							
	En estación seca, 119 días	En estación lluviosa, 158 días	Total 1982 277 días		Total 1981 366 días		Total 1980 366 días	
	(kg/an)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)
0.25	35.2	48.3	83.5	20.9	122	31	113	28
0.50	22.5	51.7	74.2	37.1	65	32	120	60

a. 2000 m<sup>2</sup>/animal; an = animal.

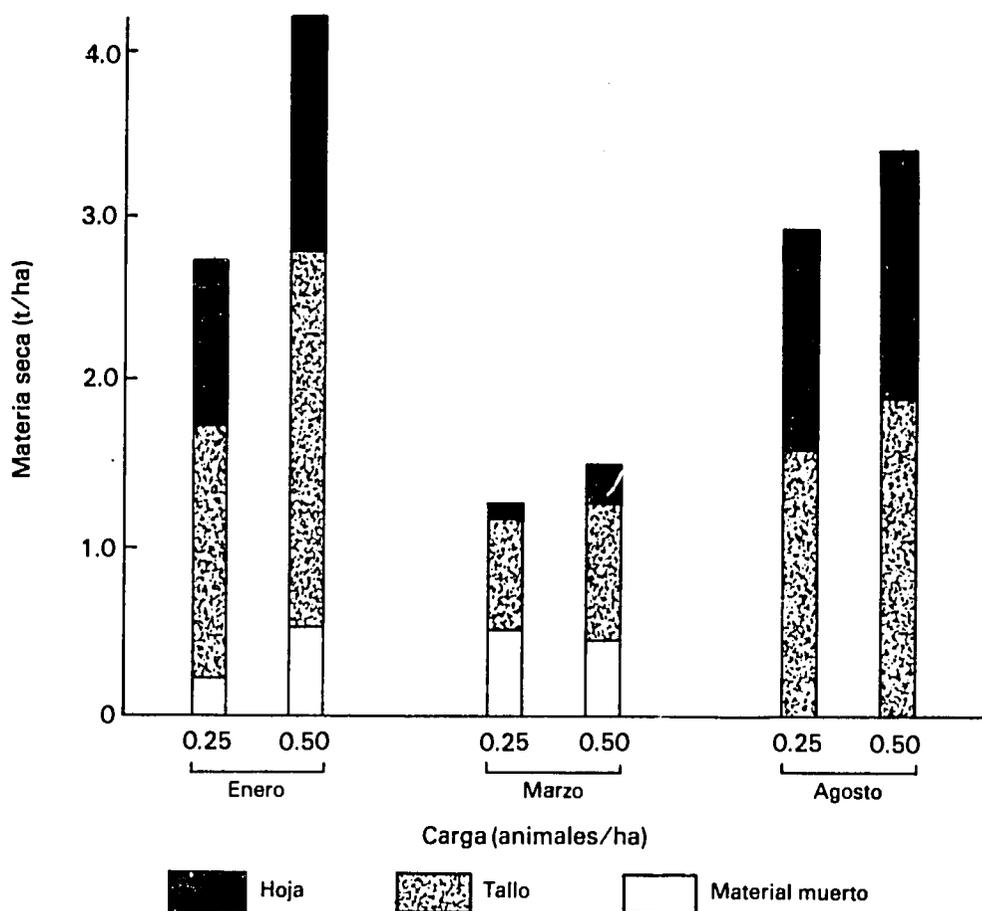


Figura 2. Efecto de la carga animal sobre la disponibilidad y la composición de forraje de *P. phaseoloides* como banco de leguminosa que suplementa la sabana. Carimagua, 1982.

una buena disponibilidad de hojas a través del año (Figura 3) y a la carga moderada de 1 animal por hectárea en la estación seca y mayor de 2 animales por hectárea en la estación lluviosa; además, la fertilización de mantenimiento cada 2 ó 3 años --con P, K, Mg y S-- parece ser el manejo más adecuado de la especie en la región.

Hasta el momento, todo parece indicar que el mayor beneficio de los bancos de leguminosas se lograría en praderas de gramíneas de menor valor forrajero con una leguminosa de alta calidad nutritiva. Desde luego, el manejo de la quema y de la carga animal, así como la composición florística original en el caso de la sabana, pueden interactuar modificando estos resultados de comportamiento animal.

#### Asociaciones de Gramíneas y Leguminosas

##### Andropogon gayanus 621.+ leguminosas

Los resultados de ganancias de peso en novillos en el cuarto año de pastoreo continuo presentan una reducción, en algunas de las asociaciones, en comparación con los años anteriores, especialmente con

Cuadro 3. Efecto de la quema, carga y época del año sobre las ganancias de peso de novillos en pastoreo continuo, en sabana con diferentes áreas de banco de D. ovalifolium, en Carimagua, 1982.

Area del banco <sup>a</sup> (ha/an)	Carga animal (an/ha)	Ganancias de peso				Total,	
		Estación seca, 79 días		Estación lluviosa, 164 días		243 días	
		(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)
<u>Con quema</u>							
0.0	0.2	-30	-2.4	140	23	20.6	4.1
0.1	0.2	114	9.0	165	27	36.0	7.2
0.2	0.2	215	17.0	116	19	36.0	7.2
0.3	0.2	248	19.6	55	9	28.6	5.7
Promedio	0.2	137	10.8	119	19	30.3	6.0
<u>Sin quema</u>							
0.2	0.2	40	3.2	250	41	44.2	8.8
0.2	0.4	235	18.5	259	43	61.5	24.6
0.2	0.6	240	19.0	152	25	44.0	26.4
Promedio	0.4	172	13.6	220	36	50.0	9.9

a. an = animal.

Zornia 728 y con una de las praderas asociadas con P. phaseoloides (K3) que ha recibido descanso periódico en los cuatro años de evaluación (Cuadro 5). Las asociaciones con la mezcla de Stylosanthes capitata 1019 + 1315 y con P. phaseoloides (K7), que no recibió descanso en 1980, se han mantenido productivas este año debido a una mejor persistencia de la leguminosa (Figura 4) aunque esta última pradera estaba deteriorándose rápidamente hacia el final de la estación lluviosa (Figura 5). Se debe indicar que hacia finales de la época de lluvias, la leguminosa siempre estuvo en mayor proporción que la gramínea, bajo las condiciones de pastoreo continuo.

La asociación con S. capitata 1405 ha mantenido una buena productividad por animal debido a una proporción de leguminosa aceptable (Figura 4), a una buena proporción de leguminosa seleccionada y a un mayor contenido de proteína en la dieta (sección Calidad de Pasturas y Nutrición, Cuadro 11); pero fue necesario reducir la carga animal por una disminución en la población de A. gayanus que ha sido parcialmente destruida por hormigas.

Cuadro 4. Ganancias de peso de novillos en Brachiaria decumbens suplementada con Pueraria phaseoloides en franjas<sup>a</sup> con acceso libre de los animales en Carimagua<sup>b</sup>, en 1982, 1981, y 1980; cuarto año de pastoreo.

Tratamiento	Carga animal <sup>c</sup> (an/ha)	Ganancia de peso							
		En estación seca, 118 días	En estación lluviosa, 157 días	Total 1982, 275 días		Total 1981, 366 días		Total 1980, 366 días	
		(kg/an)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)
Gramínea sola	1.0/2.0	40.5	60.2	100.7	161	182	291	-	-
Gramínea + franjas de leguminosa	1.0/2.0	74.4	61.6	136.0	197	204	335	174	314
Gramínea + bloque de leguminosa	1.0/2.0	49.4	70.1	119.5	189	169	294	134	262

a. 3000 m<sup>2</sup>/animal y 1500 m<sup>2</sup>/animal para las estaciones seca y lluviosa, respectivamente.

b. 6.55 kg P (15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 13.28 kg K (16 kg K<sub>2</sub>O), 11 kg MgO, y 16 kg S por hectárea, respectivamente, en 1982.

c. Estaciones seca/lluviosa, respectivamente; añ = animal.

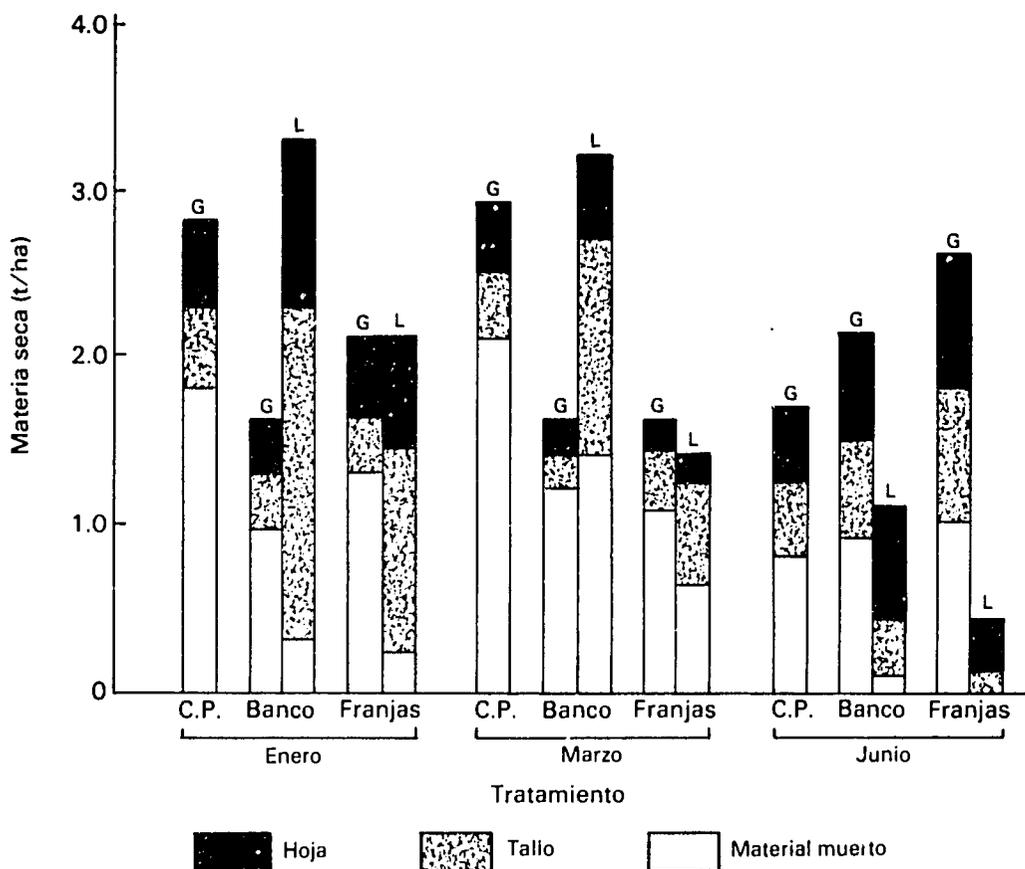


Figura 3. Disponibilidad y composición de forraje de *B. decumbens*, sola y suplementada con *P. phaseoloides*, en bloques y en franjas, en Carimagua, 1982. C.P. = cultivo puro; G = gramínea; L = leguminosa.

Los resultados de productividad animal en el tercer año de pastoreo continuo en praderas de *A. gayanus* + *S. capitata* 1019 y 1315, que fueron quemadas en 1980, se presentan en el Cuadro 6 comparados con tratamientos sin quema. Una vez más, no se presentó un efecto significativo de la quema sobre la productividad animal en las asociaciones, pero sí favoreció el tratamiento con gramínea sola. La productividad con el ecotipo 1315 parece ser consistentemente superior a la del 1019, lo cual se explica por una persistencia ligeramente superior durante el año (Figuras 6 y 7). Este año, la productividad de la mezcla con el ecotipo 1315 es similar a la obtenida con la mezcla de los ecotipos 1019 + 1315 en otro ensayo, al disminuir la población de leguminosas.

Aparentemente, estas asociaciones requieren un manejo diferente después del segundo o tercer año de pastoreo continuo para estabilizar los componentes de la pradera. La falta de vigor de las plántulas de *S. capitata* --por efecto de competencia de nutrientes con la gramínea-- y su alta palatabilidad son factores importantes a considerar en el sistema de pastoreo continuo que impone condiciones de presión de pastoreo, de sombreado y de vigor de la gramínea acompañante, que afectan la capacidad de restablecimiento de la leguminosa.

Cuadro 5. Ganancias de peso de novillos en pastoreo continuo en asociaciones con A. gayanus en Carimagua, en 1982, 1981, y 1980; cuarto año de pastoreo.

		Ganancia de peso							
Asociación con <u>A. gayanus</u>	Carga animal <sup>a</sup> (an/ha)	En estación seca, 118 días	En estación lluviosa, 157 días	Total 1982 275 días		Total 1981 366 días		Total 1980 366 días	
		(kg/an)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)	(kg/an)	(kg/ha)
<u>S. capitata</u> 1405	1.0/1.0	36.9	110	145	145	173	291	192	324
<u>S. capitata</u> 1019 + 1315	1.0/2.0	34.4	75	109	184	200	349	178	238
<u>Zornia</u> 728	1.0/1.0	21.0	67	88	88	126	126	184	223
<u>P. phaseoloides</u> (K3)	1.0/1.0	11.9	34	46	46	191 <sup>b</sup>	310 <sup>b</sup>	190 <sup>b</sup>	322 <sup>b</sup>
<u>P. phaseoloides</u> (K7)	1.0/2.0	53.8	76	130	206				

a. Estaciones seca/lluviosa, respectivamente; an = animal.

b. Los valores indicados son promedios de dos pasturas (K3 y K7).

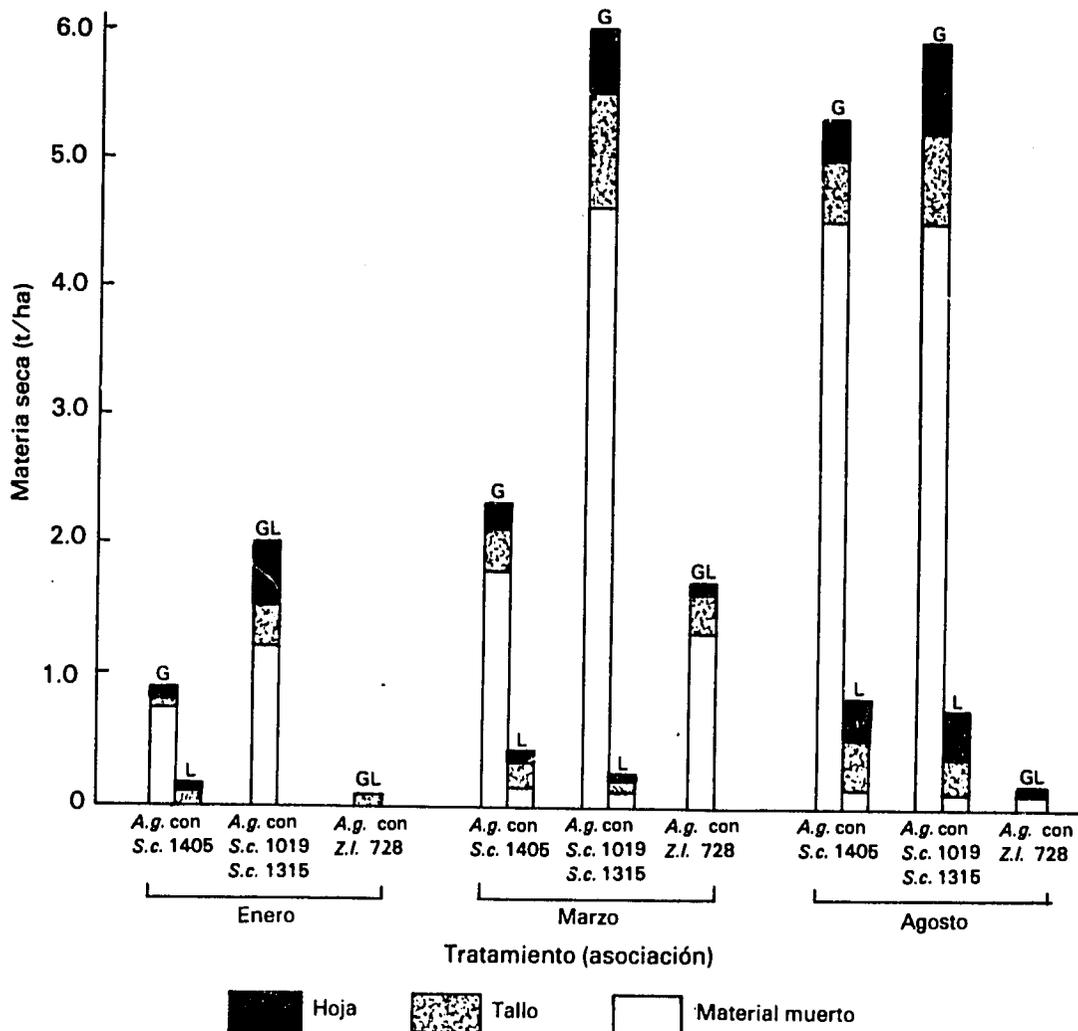


Figura 4. Disponibilidad y composición de forraje en una asociación de *A. gayanus* con *S. capitata* 1405, *S. capitata* 1039 + 1315 y *Zornia* 728, en pastoreo continuo. Carimagua, 1982. S. c. = *S. capitata*; G = gramínea; L = leguminosa.

El manejo de las cargas pareciera adecuado, aunque podría ser un poco más intensivo al comienzo de las lluvias. Es posible que bajo condiciones de pastoreo intermitente o con pequeños períodos de descanso --como normalmente son manejadas las praderas cultivadas a nivel comercial-- la persistencia de estas asociaciones se mantenga por un período más prolongado al que se observó en Carimagua.

#### Brachiaria humidicola + Desmodium ovalifolium

Las ganancias de peso del segundo año de pastoreo son muy contrastantes con las del primer año. El primer año se logró una estabilidad transitoria en la dinámica de los componentes de las dos praderas (Informe Anual 1981). Las diferencias se expresaron, principalmente, en ganancias de peso mayores durante la estación seca del primer año, comparadas con pérdidas en la misma estación durante el segundo año, sin que se presentaran mayores diferencias en el

Cuadro 6. Ganancias de peso de novillos en pastoreo continuo en A. gayanus solo y asociado con S. capitata quemada y sin quemar, en Carimagua, en 1982, y 1981; tercer año de pastoreo.

Tratamiento	Carga animal <sup>a</sup> (an/ha)	Ganancias de peso					
		En estación seca, 121 días (kg/an)	En estación lluviosa, 154 días (kg/an)	Total 1982 275 días (kg/an) (kg/ha)	Total 1981 366 días (kg/an) (kg/ha)		
<u>Sin quema</u>							
Gramínea	1.0/2.0	4	67	61	128	147	248
+ <u>S.c.</u> 1019	1.0/2.0	12	72	84	156	132	229
+ <u>S.c.</u> 1315	1.0/2.0	12	92	104	196	174	301
<u>Con quema</u>							
Gramínea	1.0/2.0	-6	97	93	198	142	237
+ <u>S.c.</u> 1019	1.0/2.0	2	64	76	140	148	248
+ <u>S.c.</u> 1315	1.0/2.0	16	97	113	210	166	273

a. Estaciones seca/lluviosa, respectivamente; an = animal.

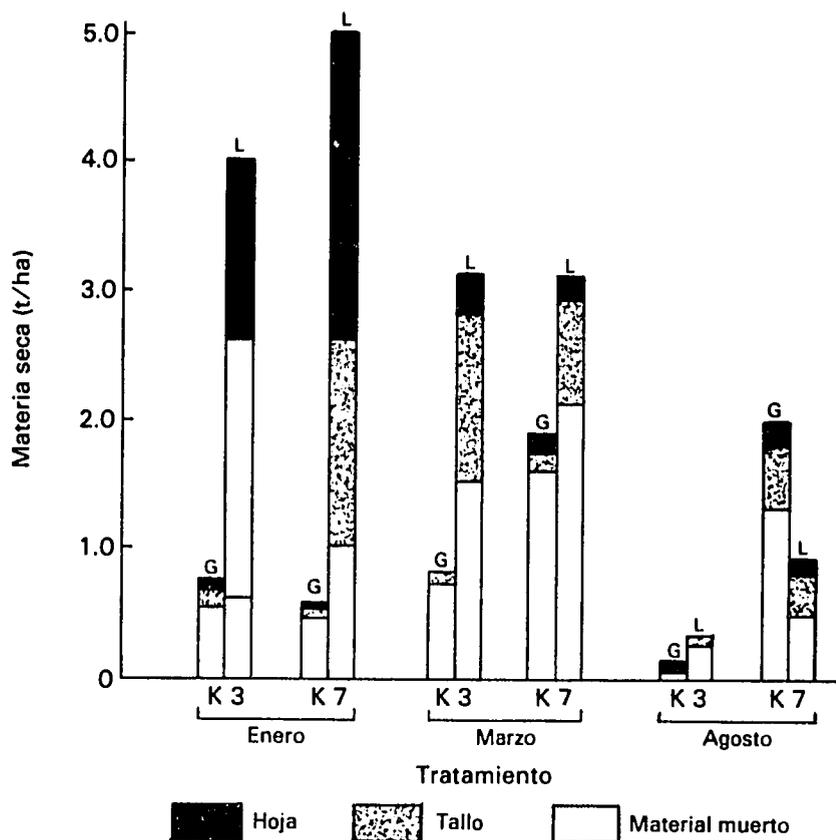


Figura 5. Disponibilidad y composición de forraje en una asociación de *A. gayanus* con *P. phaseoloides*, en pastoreo continuo, en Carimagua, 1982. G = gramínea; L = leguminosa.

comportamiento animal durante la estación lluviosa (Cuadro 7). Las disminuciones en ganancias de peso se explican por una disminución notable en consumo de materia seca a partir de la época más lluviosa en 1981, --efecto que se redujo marcadamente en 1982-- así como por una marcada reducción en la proporción de leguminosa en la dieta de los animales, a pesar de que los niveles de oferta eran adecuados (sección Calidad de Pasturas y Nutrición, Cuadro 17 y Figura 7). Esta disminución en consumo de nutrientes podría explicarse por varios factores, entre ellos un desbalance entre los componentes de las praderas al final del primer año de pastoreo como consecuencia del manejo impuesto. El manejo de carga fija y pastoreo alterno pudo haber contribuido a un aumento en la cantidad de material muerto en oferta, sobre todo de la gramínea aunque al mismo tiempo se presentó una defoliación de la leguminosa hacia el final de la estación seca como consecuencia de la sequía (Figura 8). Además, al inicio de la estación lluviosa se presentó un fuerte ataque de nematodos del tallo, que está afectando aún seriamente la persistencia de *D. ovalifolium* 350.

En otro experimento con esta asociación --que se inició este año en pastoreo continuo con tres cargas: 2.5, 3.5, y 4.5 an/ha-- ha ocurrido también desbalance en los componentes de las pasturas, en este caso con

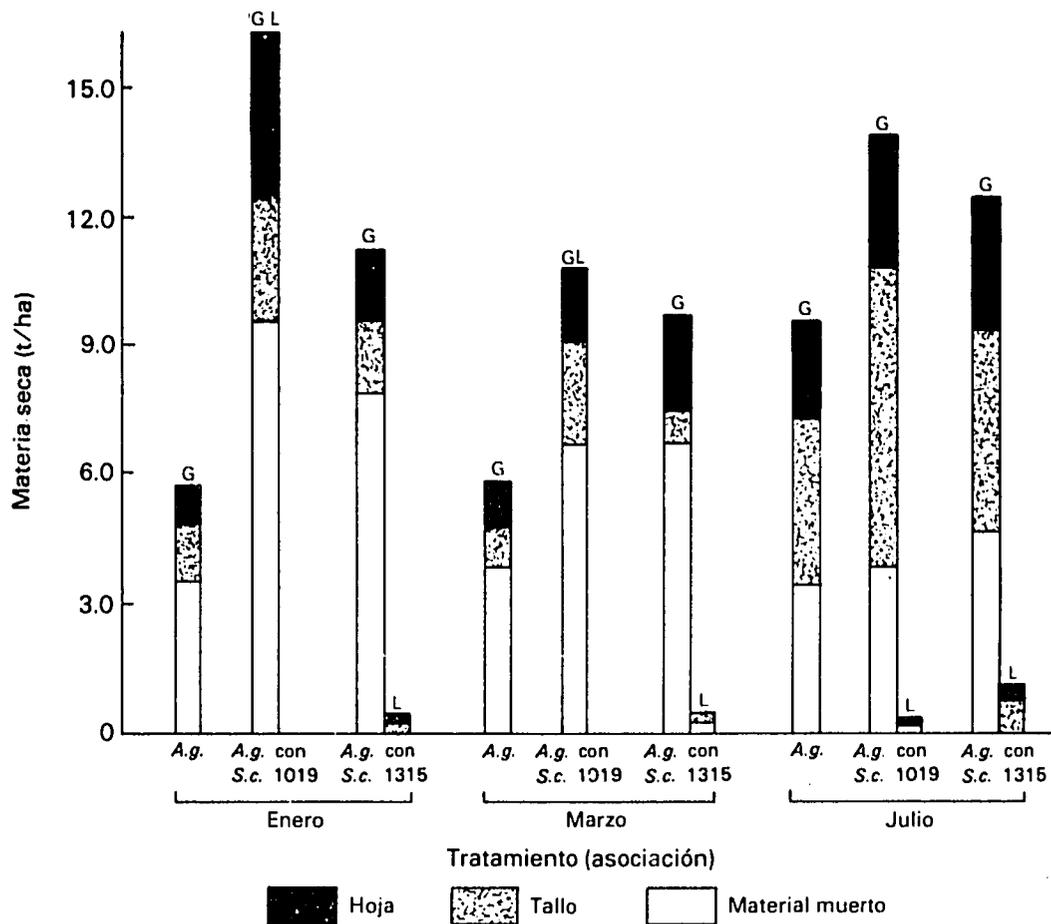


Figura 6. Disponibilidad y composición de forraje de *A. gayanus*, solo y asociado con *S. capitata* 1019 + 1315, sin quemar, en pastoreo continuo, en Carimagua, 1982. G = gramínea; L = leguminosa.

dominancia de la leguminosa, la cual ha ido en aumento en las cargas más altas (Figura 9). Esto ha ocurrido, principalmente, por el consumo preferencial por *B. humidicola*, a pesar de que durante el establecimiento y la fase inicial del ajuste de las cargas, se pasó una guadaña a 10 cm de altura para disminuir el vigor de la leguminosa y permitir un mejor rebrote de la gramínea que estaba siendo dominada en la composición botánica de las pasturas. En vista de lo expuesto anteriormente, sobre la importancia de mantener un mejor balance entre la proporción de gramíneas y leguminosas en este tipo de pasturas, se ha decidido cambiar el pastoreo continuo por el alterno manteniendo las mismas cargas para saber si es posible encontrar el manejo adecuado.

Aparentemente, la asociación de *B. humidicola* con *D. ovalifolium* requiere algún tipo de manejo del pastoreo en forma intermitente y con ajustes de la carga estacional de acuerdo con el estado de crecimiento de las especies. Es posible que este tipo de manejo sería más factible a nivel comercial que en condiciones experimentales donde la rigidez del diseño no permite realizar los ajustes necesarios para mantener las especies en balance y obtener una buena productividad animal.

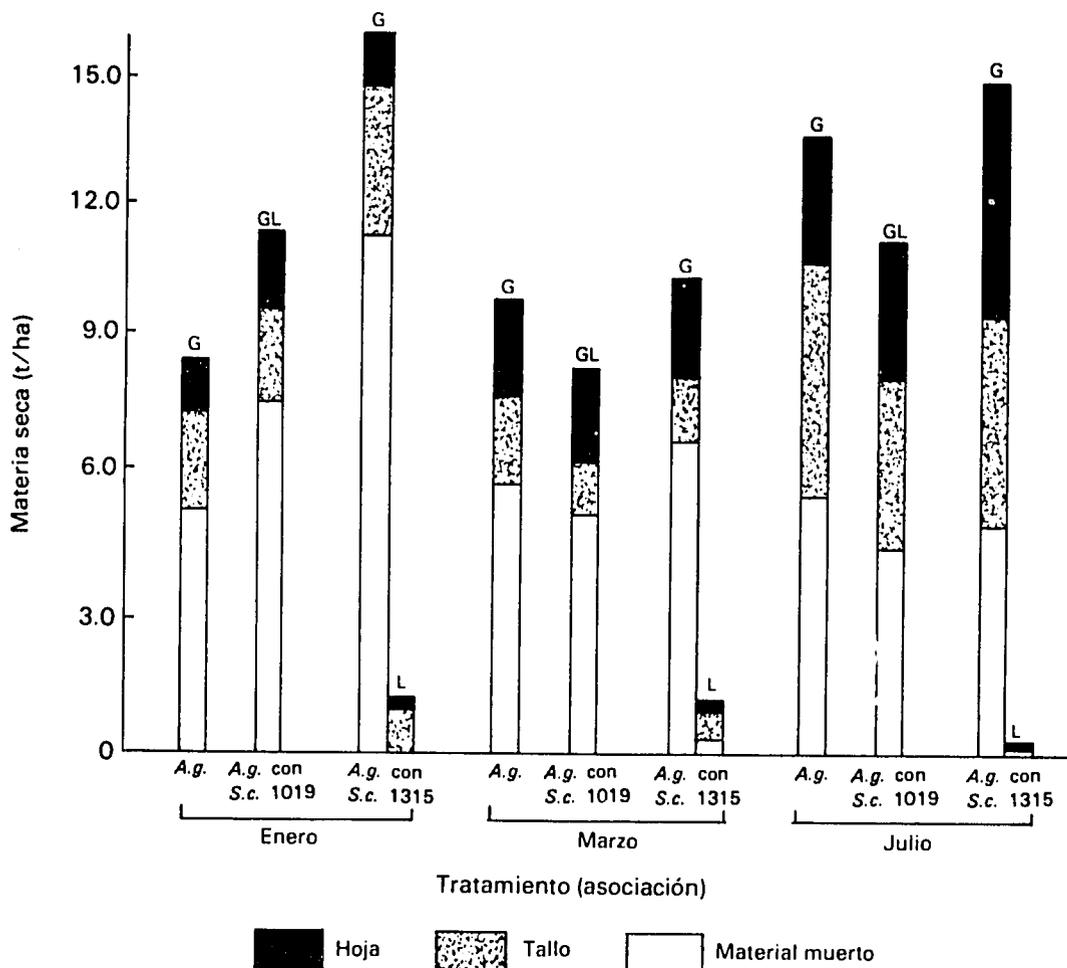


Figura 7. Disponibilidad y composición de forraje de *A. gayanus*, solo y asociado con *S. capitata* 1019 + 1315, con quema en 1980 y en pastoreo continuo, en Carimagua, 1982. G = gramínea; L = leguminosa.

Cuadro 7. Ganancias de peso de novillos en asociación de *B. humidicola* con *D. ovalifolium* en pastoreo alterno en Carimagua, 1981-82.

Año	Carga animal (an/ha)	Estación seca 134 y 86 días <sup>a</sup>		Estación lluviosa 225 y 152 días <sup>a</sup>		Total 359 y 237 días <sup>a</sup>	
		(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)
1981-82	3.24 <sup>b</sup>	522	70	364	82	152	493
1982	3.5	-16	-1	304	46	45	156

a. Correspondientes al primer y segundo año, respectivamente.  
b. Ponderada.

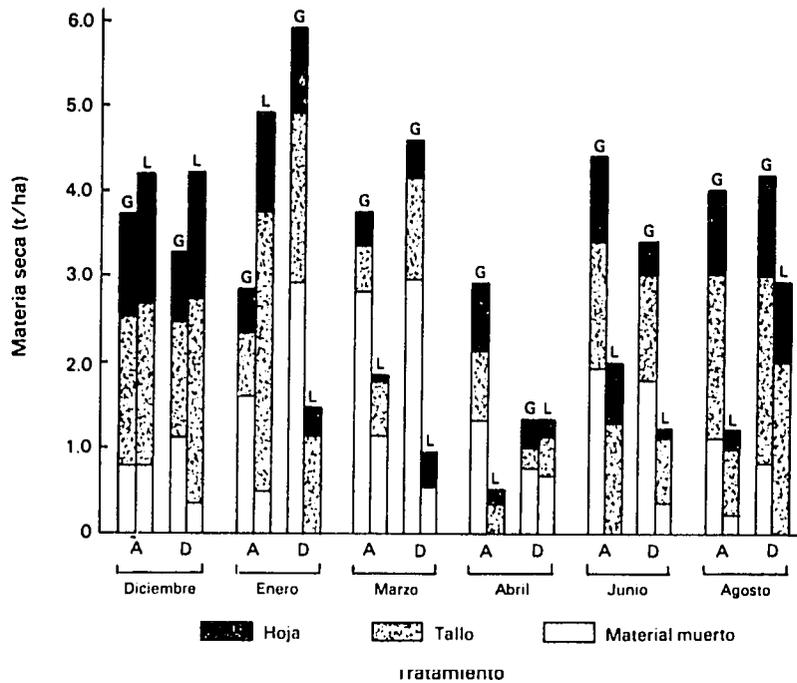


Figura 8. Disponibilidad y composición de forraje de *B. humidicola* asociado con *D. ovalifolium*, en pastoreo alterno antes (A) y después (D) del pastoreo, en Carimagua, 1982. MS = materia seca; G = gramínea; L = leguminosa.

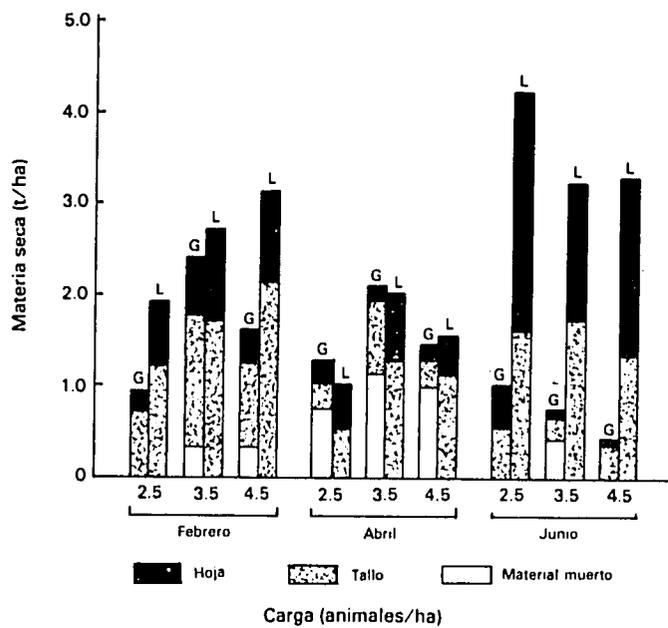


Figura 9. Disponibilidad y composición de forraje de *B. humidicola* asociado con *D. ovalifolium*, en pastoreo continuo con tres cargas, antes y después de la guadaña al final de la estación seca (Rep.1), en Carimagua, 1982. G = gramínea; L = Leguminosa.

## Efecto de la quema y el pastoreo en la sabana nativa

Para esclarecer los efectos que causa la quema y el pastoreo en la composición botánica y en la sucesión de la sabana nativa se están estudiando en Carimagua los siguientes factores: el proceso y el mecanismo de la sucesión (cómo cambia la vegetación), su clímax (tendencia de la sucesión), su condición (qué tipo de sabana se desea), y su manejo (cómo mantener la sabana deseada). El método de la intercepción de líneas se aplica para estudiar el cubrimiento de la vegetación y la frecuencia e intensidad de cada especie, y el SDR (Sum Dominance Ratio) de Numada y Yoda (1957) para estimar la dominancia relativa del follaje y los cambios estacionales de la pradera.

Los resultados preliminares de este trabajo indican que la quema y el pastoreo de la sabana nativa producen en ella los siguientes efectos: a) La vegetación cubre más las áreas quemadas, especialmente bajo cargas altas y al comienzo de la estación seca. En el área no quemada, la vegetación muerta obstaculiza la emergencia y el establecimiento de nuevas plantas. b) La quema y el pastoreo no afectan la cantidad de especies germinadas. Paspalum pectinatum predominó en el sitio Yopare en todas las áreas no quemadas; en la quemada, después de la quema, predominó Trachypogon vestitus porque su densidad y frecuencia de rebrote fueron incrementadas. Leptocoryphium lanatum codominó en todas las áreas. Otras especies no fueron afectadas por la quema. c) Aparentemente, el efecto de la época de quema se complica con la distribución de las especies forrajeras en sitios donde puede ocurrir un cambio gradual de los suelos.

En 1983 continuarán las observaciones sobre los cambios estacionales de la composición florística de P. Pectinatum y de T. vestitus en Carimagua, y se estudiará la naturaleza de estas dos especies en CIAT-Palmira, así como la productividad primaria y la sucesión progresiva de los Llanos Orientales, sin quema ni pastoreo, en Carimagua.

# Sistemas de Producción Animal

## Introducción

Durante el año en curso la sección continuó actividades de análisis de los sistemas de producción pecuaria predominantes en la región de interés del Programa en cooperación con la sección de Economía. En este sentido, la realización del taller de trabajo sobre ETES constituyó un acontecimiento de la mayor importancia.

También se avanzó significativamente en la recopilación y codificación de la información generada por ETES II en Colombia, acerca de la cual se presenta un informe de progreso más abajo. Un aspecto complementario de la descripción e identificación de sistemas predominantes, fue la realización de una encuesta que cubrió regiones de los Llanos Orientales de Colombia sobre las cuales existía limitada información hasta el momento; estos datos, complementarios de otra encuesta de seguimiento realizada por la sección de Economía en una parte del área en cuestión, están sujetos a análisis e interpretación por lo cual no se incluyen en este informe.

Finalmente, se incrementaron significativamente las actividades de investigación a nivel de estación experimental. Se dió por concluído un experimento con hatos de cría, y se inició otro que capitaliza la información y conceptos surgidos de los ensayos anteriores, así como las hipótesis generadas por el análisis de sistemas encontrados a nivel de finca. Complementariamente, comenzó a implantarse una nueva filosofía experimental que promueve la realización paralela de experimentos "satélites" destinados a investigar más detalladamente algunos aspectos de los sistemas experimentados que se consideraron importantes. Para ello se logró un avance significativo al darse comienzo al primero de lo que constituirá una serie de experimentos interdisciplinarios. En este sentido, la formación en el Programa de un Comité de Interacción Pasturas-Sistemas --destinado a facilitar el flujo de información y conceptos entre secciones afines-- se convirtió en herramienta útil para cumplir aquellos objetivos.

Por último, debe añadirse que por primera vez la sección recibió dos investigadores visitantes interesados en recibir capacitación en el análisis de sistemas.

## Evaluación Técnico-Económica de Sistemas de Producción de Ganado (ETES)

La culminación de los estudios de ETES en Venezuela en 1982, dió por concluída esta serie de evaluaciones que se habían comenzado previamente en Brasil y Colombia. Con este motivo se realizó, a mediados del año, un taller interno de trabajo que reunió a todo el equipo responsable de la toma y análisis de datos de ETES, con el objetivo de realizar una evaluación global de los resultados hallados en cada país, analizar aspectos comparativos y discutir diversos aspectos metodológicos de importancia para estudios semejantes. Los informes

respectivos y un resumen de los paneles sobre metodología serán publicados a la brevedad posible.

Los resultados reportados sobre las características de los sistemas de cría de ganado de carne en los tres países considerados presentan muchas semejanzas, y también algunas diferencias marcadas. La ganadería en las sabanas estudiadas está asentada en suelos semejantes, ácidos (pH 4 a 5) y muy deficientes en fósforo, pero la saturación de Al es muy alta en los Llanos Orientales de Colombia (80-90%) y reducida en las otras dos regiones (23-35%). Parece probable que este último hecho, asociado a la existencia de una red vial pavimentada bien desarrollada en Brasil y Venezuela, y de una mejor infraestructura general, sean responsables de la existencia, en estos últimos países, de áreas considerables de pastos sembrados (30 y 20%, respectivamente) y de cultivos (7 y 1%). Además de los factores anteriores, debe notarse que la existencia de políticas específicas dirigidas a promover el desarrollo de estas regiones en ambos países. Esto, aunado a las relaciones dominantes de precios, explican en gran medida las diferencias en el uso de la tierra, que a su vez afecta los índices de productividad biológica. Por ejemplo, se encontró en Brasil una correlación significativa ( $r^2 = 0.76$ ) entre las tasas de parición junto con el porcentaje del área de cada finca dedicada a cultivos y pastos sembrados, y el gasto en salud animal.

Las diferencias observadas en el marco económico también contribuyen a explicar la diferente organización de los sistemas pecuarios estudiados. Así, y a pesar de que la composición de los hatos fue semejante --con predominancia de la actividad de cría (40% de vacas de cría) y del levante-- el trato y la prioridad asignados a las diferentes categorías animales fue variable. En Venezuela, el 63% de las vacas fueron ordeñadas ocasionalmente, lo cual implica a la vez un tratamiento preferencial y una utilización más intensiva. Aparentemente, el alto precio de los becerros de destete en Brasil es responsable por la cercana supervisión de las vacas parturientas en el Cerrado, lo cual contribuye a explicar las mejores tasas de parición y destete encontradas (57% de destete versus 45% en Colombia y 52% en Venezuela). En todos los casos, la composición etaria<sup>1</sup> de los hatos y los altos porcentajes de novillas de remplazo indican una muy breve vida productiva de la vaca de cría, vida que --como lo refleja la edad a la primera concepción (alrededor de 3 años)-- también comienza a edad muy avanzada.

Como consecuencia de estas características, la productividad animal de los sistemas predominantes es baja. Las ganancias anuales de peso oscilan entre 50 y 65 kg por unidad animal, y entre 12 y 32 kg por hectárea. Desde luego, la productividad de todo el sistema es mayor en Brasil y Venezuela ya que en ambos países debe incluirse la producción agrícola, y aún la producción de leche, como en el caso Venezolano.

Las implicancias de estos resultados para la introducción de nuevos pastos continúan siendo analizadas. No obstante, es claro a partir de los datos obtenidos que el nivel nutricional predominante es muy

1. Etario (a) = (neologismo) por o según la edad.

deficiente. Este déficit ocurre a lo largo de todo el año en las sabanas de Colombia y Venezuela, sin mayor diferencia entre épocas, pero es mucho más marcado en la estación seca del Cerrado brasileño. Contrariamente a la hipótesis de trabajo planteada en un principio, no se encontró en el caso colombiano variabilidad significativa entre fincas respecto a productividad biológica o económica atribuible a tecnologías ya en uso. Por el contrario, el efecto de los pastos mejorados y los cultivos en el caso de Brasil y Venezuela indica la existencia de opciones válidas para la intensificación de la ganadería. En estos casos, debe también considerarse la alternativa de rotaciones de cultivos y pastos para el mejoramiento y mantenimiento de la fertilidad del suelo, así como la reducción del riesgo y el aumento de rentabilidad de la empresa.

### Prueba de Pastos Mejorados en Fincas

Esta serie de estudios, llamada también ETES II-Colombia, está localizada en siete fincas de los Llanos Orientales de Colombia, seis de las cuales formaron parte también de ETES y por tanto, los parámetros de producción y económicos iniciales son conocidos. En este nuevo período se busca determinar la influencia de la introducción de los pastos mejorados y de la tecnología asociada a ellos sobre la productividad del hato o de determinadas categorías de animales, y también el efecto sobre toda la finca considerada como una unidad (Informe Anual 1980). Las siembras de pastos comenzaron en 1979; la situación actual está resumida en el Cuadro 1.

El manejo de los pastos se realiza de común acuerdo con el propietario, el administrador, o con ambos. Tres de las siete fincas (Cuadro 2) utilizan los pastos para la alimentación de vacas lactantes durante la monta, de las vacas gestantes al final de la gestación, y para los becerros destetos. Ocasionalmente, los pastos se usan también para otros fines, pero es interesante señalar que desde la introducción de los pastos mejorados ha sido posible el ordeño de vacas (principalmente para consumo en la finca) durante todo el año incluyendo la estación seca. En otras dos fincas (Cuadro 2) se está comparando el levante de novillas de remplazo en pastos mejorados, en sabana, y en régimen alterno de sabana en verano y pasto en invierno. En las dos fincas restantes el comienzo de la utilización de los pastos sembrados para el hato de cría y ceba de novillos está prevista para 1983. Dado que la ceba ocasional de vacas de descarte y de novillos adultos (de 3 o más años) es común cuando se dispone de pastos sembrados, se está obteniendo también información sobre esta práctica en varias de las fincas participantes.

El análisis preliminar de los resultados obtenidos en la finca 04 indica que a partir de noviembre 1979, fecha en la cual comenzaron gradualmente a ser utilizados los nuevos pastos, el número de vacas de cría de la finca pasó de 344 a 432 en abril 1982, y el peso, en promedio, aumentó de 250 a 300 kg. Hay evidencias de que la tasa de natalidad aumentó 7% hasta el presente, con la correspondiente

Cuadro 1. Pasturas sembradas en fincas participantes en el Proyecto ETES II.

Finca no. <sup>a</sup>	Especies sembradas	Año de siembra	Area sembrada (ha)
04	<u>B. decumbens/D. ovalifolium</u>	1979	25
	<u>A. gayanus</u>	1979	58
	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1979	36
	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1981	40
	<u>P. phaseoloides</u>	1979	5
	<u>S. capitata</u>	1980	6
	Subtotal		170
07	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1980	45
	Subtotal		45
08	<u>B. decumbens/S. capitata</u>	1981	15
	<u>B. decumbens</u>	1981	15
	<u>B. humidicola</u>	1981	4
	Subtotal		33
13	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1980	50
	<u>B. decumbens/D. ovalifolium</u>	1980	25
	<u>A. gayanus/D. ovalifolium</u>	1980	23
	Subtotal		98
15	<u>B. humidicola/D. ovalifolium</u>	1981	80
	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1981	80
	Subtotal		160
17	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1980	50
	<u>B. decumbens/D. ovalifolium</u>	1980	50
	<u>B. humidicola/D. ovalifolium</u>	1981	45
	Subtotal		145
- <sup>b</sup>	<u>A. gayanus/S. capitata</u>	1981	80
	Subtotal		80
	Total		731

a. Los números son los mismos usados en ETES-Colombia.

b. Finca que no participó en ETES-Colombia.

Cuadro 2. Tipo y fecha de comienzo de la utilización de pastos mejorados.

Finca no.	Pasto sembrado (% área total)	Inicio del uso	Tipo de uso principal
04	6	1980	Hato de cría
07	1	1981	Levante de novillas
08	8	1983 <sup>a</sup>	Ceba, ordeño
13	7	1981	Hato de cría
15	5	1981	Levante de novillas
17	6	1981	Hato de cría
-b	3	1983 <sup>a</sup>	Ceba, hato de cría

a. Previsto.

b. Finca que no participó en ETES-Colombia.

disminución del intervalo entre partos, y que los pesos de destete se incrementaron en 20 kg, pero debe aguardarse a la estabilización del hato para obtener datos concluyentes. Un primer análisis marginal sugiere que la rentabilidad del proyecto es alta y competitiva con otros usos alternativos.

Las ganancias de peso de novillas de levante registradas en el primer año de observación de las fincas 07 y 15 confirman la superioridad marcada de los pastos mejorados sobre la sabana, ya documentada experimentalmente. Se prevee continuar midiendo el desempeño de estos animales luego que se integren al hato de cría, para cuantificar su desempeño reproductivo.

#### Sistemas de Manejo de Hatos de Cría

Se completaron cuatro años de este experimento y éste se dio por concluido. El diseño del mismo (Informe Anual 1979) previó la comparación de tres tipos de monta (3 ó 4 meses, y continua) en el desempeño reproductivo de hatos en sabana nativa o en sabana suplementada con 13% de pasto mejorado, buscándose siempre optimizar las condiciones del animal individual; consecuentemente, la productividad por unidad de superficie no fue una consideración de importancia.

Los cambios en la disponibilidad y el tipo de pasto mejorado durante los cuatro años (Informes Anuales de 1979, 1980, 1981) ocasionados por la falta, al comienzo del experimento, de una leguminosa adaptada y persistente, dificultan la interpretación de los datos experimentales. Como se observa en el Cuadro 3, la variabilidad de carga animal entre años verifica la afirmación anterior. La carga en la sabana nativa fue 0.17 UA/ha.

Cuadro 3. Carga animal, en promedio<sup>a</sup>, en los pastos mejorados.

Acceso/PM	Carga Animal (UA/ha) en:			
	1978	1979	1980	1981
<u>Meses de acceso</u>	8	8	7	6
<u>Tipo de pasto mejorado</u>				
Gramínea	0.72 ± 0.43	1.25 ± 1.04	0.72 ± 0.42	1.08 ± 0.64
Leguminosa	1.13 ± 0.50	-	-	-
Asociación	-	-	0.83 ± 0.49	1.17 ± 0.72

a. Promedio ± desviación estándar de los meses considerados en cada año.

A pesar de lo anterior, existieron diferencias en desempeño reproductivo. El efecto más notorio y consistente de los tratamientos se observó en el intervalo entre partos, IEP. (Cuadro 4); es interesante señalar que, al incluir en el modelo estadístico los efectos de pasto, monta, época de nacimiento, y año como causas adicionales de variación, la interacción entre las mismas no fue significativa. Los resultados indican una reducción de dos meses en el IEP por uso del pasto mejorado, y de 40 días a favor de la monta continua. El efecto significativo de años es de escasa magnitud (25-30 días) pero es sugestivo que esté asociado con la disponibilidad en 1978 de Stylosanthes guianensis (Cuadro 3).

Las diferencias en tasas de natalidad (Cuadro 5) son menores que en el IEP. No obstante, la natalidad en sabana con monta continua (sistema tradicional de manejo) fue sorprendentemente alta cuando se comparó con los resultados registrados en ETES-Colombia (Informes Anuales de 1979, y 1980) que indicaban pariciones de alrededor de 50%. Sin embargo, en el presente experimento este tratamiento fue objeto de suplementación mineral completa ad libitum durante todo el año, prácticas sanitarias regulares, supervisión continua de los animales, quema de la sabana en secuencia apropiada, y descarte de vacas con criterios más exigentes que el aplicado comercialmente. Estas observaciones, aunadas al uso de una sabana de calidad superior al promedio, justifican tal vez el marcado aumento de peso observado durante el experimento y, en particular, durante el primer año (Figura 1). En consecuencia, el peso, en promedio, de las vacas de cría, que osciló entre 330 y 350 kg, excede en 50-70 kg el peso observado en ETLS y explica el aumento de la probabilidad de concepción registrado. Los resultados también señalan con claridad la ventaja relativa de la monta continua sobre la estacional, a pesar de que en aquella existe una marcada estacionalidad de la parición (Figura 2) que sugiere que la presencia de toros durante

Cuadro 4. Intervalo entre partos (IEP)<sup>1</sup>.

Variables relacionadas	IEP (días)
<u>Efecto de pasto<sup>2</sup></u>	
Sabana	546
Sabana + pasto mejorado	484
<u>Efecto de la monta</u>	
Continúa	477 a
Mayo/julio	520 b
Junio/septiembre	562 c
<u>Efecto de época de nacimiento</u>	
Enero/marzo	489 a
Abril/mayo	507 ab
Junio/octubre	526 b
Noviembre/diciembre	539 b
<u>Efecto del año</u>	
1978	495 a
1979	524 b
1980	521 ab

1. Promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).
2.  $P < 0.01$ .

Cuadro 5. Porcentaje de natalidad, promedio de cuatro años.

Tipo de monta	Natalidad (%) en:	
	Sabana	Sabana + pasto mejorado
Continúa	65.2	69.3
Mayo/julio	57.1	66.7
Junio/septiembre	60.3	62.3
Media	61.5	66.1

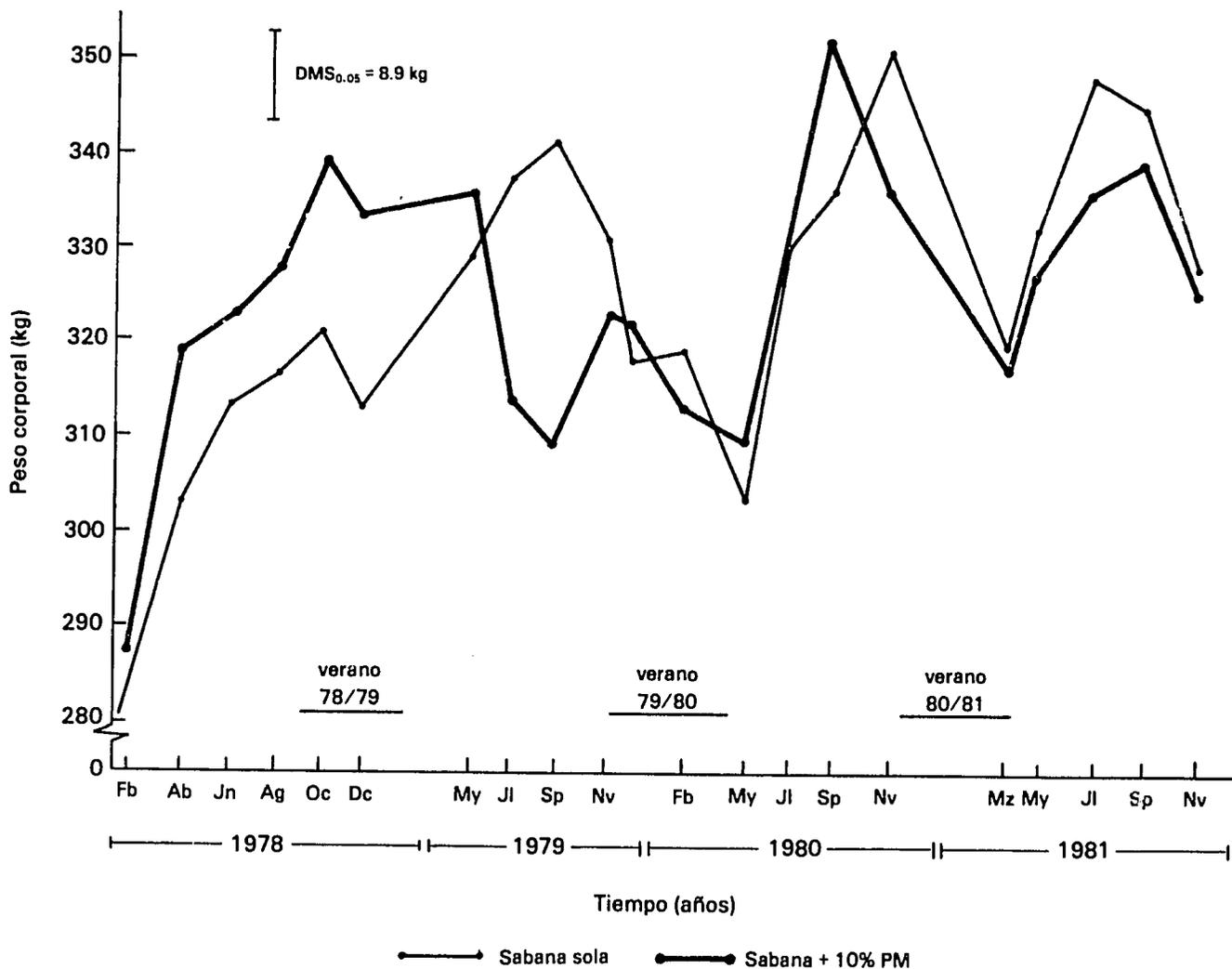


Figura 1. Peso corporal de las vacas ajustado a la condición de vaca lactante y vacía. PM = pastos mejorados.

el verano es dispensable; esta práctica, evidentemente, facilitaría la recuperación de estos animales durante dicho período.

La reducción del IEP observado en el tratamiento con pasto mejorado está asociada sin duda al aumento observado en la tasa de concepción de vacas lactantes (Cuadro 6). Este hecho señala, sin lugar a dudas, el papel importante del pasto mejorado en la recuperación del peso de vacas lactantes la cual permitirá, a su vez, una nueva concepción. En efecto, se observó que el peso promedio de vacas lactantes más próximo a la concepción fue de 350-360 kg peso que fue alcanzado por mayor número de animales en los tratamientos con pasto mejorado.

El desempeño de los becerros fue similar en todos los tratamientos siendo el promedio de peso 165 kg a los ocho meses; como fuera señalado para otros parámetros, este peso es muy superior al registrado en ETES, ya que en este caso solo alcanzaron esa magnitud al año de edad.

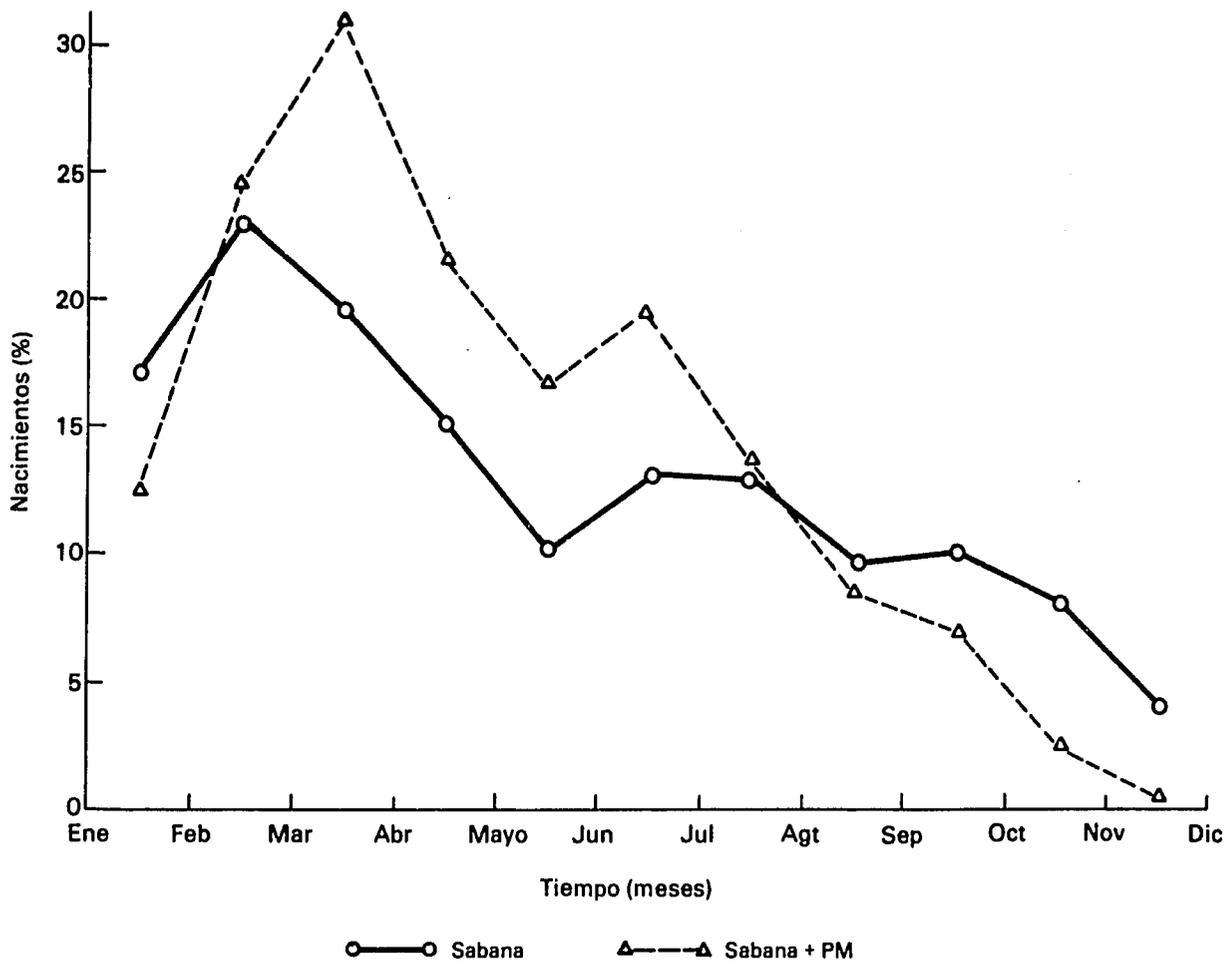


Figura 2. Distribución mensual de nacimientos bajo monta continua.

Cuadro 6. Tasas de concepción en vacas lactantes; promedios de cuatro años.

Tipo de monta	Concepción (%) en	
	Sabana	Sabana + pasto mejorado
Continua	13.3	31.1
Mayo/julio	17.3	28.9
Junio/septiembre	13.0	19.8
Media	14.5	26.6

## Evaluación de Sistemas de Cría con Pasturas Mejoradas

La disponibilidad, en 1982, de especies y asociaciones de gramíneas y leguminosas productivas y persistentes (en Categorías IV y V) permitió el diseño de un nuevo experimento destinado a evaluar el impacto de áreas pequeñas de dichas asociaciones en la productividad del hato de cría.

El experimento está integrado por la combinación de tres áreas de pasto mejorado (0, 900 y 1800 m<sup>2</sup>/UA) como suplemento de la sabana y dos niveles de manejo, denominados "mínimo" e "intensivo", respectivamente, con la excepción de que la combinación "0/mínimo" no fue incluida ya que su productividad es conocida.

Los pastos mejorados (PM) son asociaciones de Andropogon gyanus/Pueraria phaseoloides y Brachiaria humidicola/Desmodium ovalifolium en partes iguales y cercadas por separado.

Partiendo de la capacidad de carga y productividad de los PM --características ya conocidas a partir de las investigaciones de la sección de Productividad y Manejo de Pasturas-- se eligió la carga y el manejo "intensivo" de dichos pastos. La carga media de los sistemas que incluyen pastos es de 4 ha/UA, en tanto que en el tratamiento de sólo sabana es 5 ha/UA. El manejo "intensivo" implica el uso prioritario de los PM por las vacas lactantes durante el período de monta y por las vacas gestantes en el último tercio de la gestación; esto, a su vez, supone el uso de monta estacional que fue fijada para el período mayo, junio y julio. A la vez, manejo "intensivo" supone también otras prácticas tecnológicas recomendadas corrientemente, como el uso ad libitum de sal mineralizada completa.

Por el contrario, y basándose en la observación común de que en ganaderías extensivas como las que se practican en las sabanas tropicales las medidas intensivas de manejo se adoptan con poca frecuencia y son irregularmente utilizadas, el tratamiento de manejo "mínimo" pretende imitar esa situación. Para ello, dicho tratamiento incluye monta continua y acceso no controlado a los PM; esta última práctica consiste en abrir cada uno de los dos PM por períodos alternos de 15 días, permitiendo a todos los animales del hato su acceso a los mismos por libre elección. Con base en el mismo postulado anterior, se decidió la suplementación con sal común (NaCl) práctica que permitirá probar también la hipótesis de que animales con acceso regular a PM adecuadamente fertilizados podrían llenar sus requisitos minerales a través de los mismos.

Se considera que el valor de un experimento de sistemas complejo como el presente sólo se realiza si el sistema es adecuadamente analizado y descrito. Por ello se decidió medir una serie considerable de parámetros atinentes a las variables estudiadas. Ellos incluyen determinaciones regulares de la disponibilidad, y la composición botánica y química de los PM y también de las porciones de sabana que son pastoreadas en el momento del muestreo; del estado de nutrición

mineral y proteica de los animales a través de análisis de heces, de suero y de biopsias de hígado y costilla; del peso, condición o puntaje corporal y estado fisiológico de los animales; del consumo de sales; y de los hábitos de pastoreo en el tratamiento de manejo mínimo.

Debe señalarse por último que este tipo de suplementación de la sabana, con áreas pequeñas de PM abiertas continuamente al pastoreo, constituye la implementación práctica, en el contexto de sistemas, del concepto de "bancos" de proteína investigado por la sección de Productividad y Manejo de Pasturas.

### Desempeño Reproductivo Potencial en Pastos Mejorados

Existen numerosas dudas sobre el potencial reproductivo de los hatos de cría predominantes en las sabanas tropicales de América. Si como se postula, dicho potencial es limitado, evidentemente el progreso obtenible por la introducción de pastos mejorados sería reducido.

Con este objetivo se montó un experimento auxiliar que servirá también como control positivo para la comparación de sistemas llamada Evaluación de Sistemas de Cría con Pasturas Mejoradas. Se medirá el desempeño reproductivo de un hato constituido por 33 novillas nacidas y criadas en Carimagua, y por tanto, de historia previa conocida, a pastoreo en Brachiaria decumbens. Este pasto fue seleccionado por ser el más común en la región de sabanas tropicales; no obstante ello, y dado que sus deficiencias nutricionales son conocidas, será suplementado con un banco de Stylosanthes capitata. A partir del momento de la parición, la carga, en promedio, estimada del sistema será 1.3 UA/ha.

### Estudios Interdisciplinarios

En colaboración con la secciones de Calidad de Pasturas y Nutrición y de Productividad y Manejo de Pasturas, se inició el primero de una serie de experimentos interdisciplinarios sobre sistemas.

El mismo pretende proveer información básica complementaria a la que se está obteniendo a nivel de fincas (ETES II) sobre crecimiento y desempeño de novillas de levante. El experimento está destinado a evaluar el efecto de tres niveles nutricionales --interpretadas por cargas diferentes en una pastura de Melinis minutiflora/Brachiaria humidicola/Desmodium ovalifolium-- en las ganancias de peso, edad y peso de aparición de ciclos estrales, y en el desempeño reproductivo posterior de novillas de levante. Los animales saldrán del experimento a los 280 kg, lo cual permitirá la evaluación económica de los tres sistemas de producción de los levantes.

## Establecimiento de Pasturas (Cerrados)

### Introducción

Como se ha indicado en informes anuales anteriores, la fertilidad del suelo es un limitante para el establecimiento de pasturas a base de leguminosas en los suelos del Cerrado, aun utilizando plantas tolerantes a la acidez, adaptadas a los bajos niveles de fertilidad del suelo. La cantidad de fertilizante requerida se puede reducir, pero es necesario aplicar un nivel mínimo para obtener un establecimiento y una productividad razonable. En años anteriores, la investigación ha hecho énfasis en la identificación de los principales factores limitantes de la fertilidad del suelo y en la determinación de la cantidad y el tipo de fertilizante necesario para la fase de establecimiento. La evaluación de fuentes alternativas de fósforo y métodos de aplicación ha recibido últimamente más atención. Por otra parte, se han iniciado otros trabajos para estudiar el comportamiento de nuevas especies y ecotipos, seleccionados in situ mediante el esquema de evaluación de forrajes, bajo diferentes niveles de fertilidad del suelo. Aunque el nuevo material genético ha sido seleccionado para bajos niveles de fósforo y acidez, su respuesta a los mayores niveles de fertilidad del suelo ampliaría su uso potencial en una amplia gama de condiciones. Esto es particularmente importante en las condiciones del Cerrado, en donde la agricultura comercial que aplica altos niveles de fertilizantes ha sido en algunas partes, una práctica común antes del establecimiento de las pasturas.

El desarrollo de mejores técnicas de siembra de la gramínea Andropogon gayanus ha recibido más atención últimamente, como también algunas técnicas de renovación de pasturas. En esta sección se resumen algunos resultados obtenidos en estas áreas durante el presente año.

### Respuesta de las Pasturas a las Fuentes de Fósforo

La roca fosfatada se ha considerado como una opción atractiva para el establecimiento de pasturas en estos suelos ácidos. Algunos depósitos de roca fosfatada han sido identificados en varias partes del Brasil y su potencial como fuentes de fósforo para cultivos ha sido evaluado y documentado extensamente en publicaciones de Brasil. Sin embargo, la eficiencia de diferentes rocas fosfatadas en el suelo es extremadamente variable y el comportamiento de algunos de estos productos, con frecuencia, ha sido desalentador; con todo, el comportamiento de la mayoría de las rocas fosfatadas reactivas es, con frecuencia, similar al del superfosfato triple en suelos ácidos. La Figura 1 muestra los resultados obtenidos con la roca fosfatada de Araxa, con superfosfato triple y con un fosfato térmicamente tratado (fosfato fundido de magnesio) en un latosol rojo amarillo. Este suelo es extremadamente pobre en Ca y Mg y, para proporcionar estos nutrimentos, se ha adicionado como tratamiento cal dolomítica. La roca fosfatada de Araxa aplicada en dosis de 52 y 105 kg de P/ha (P total) se

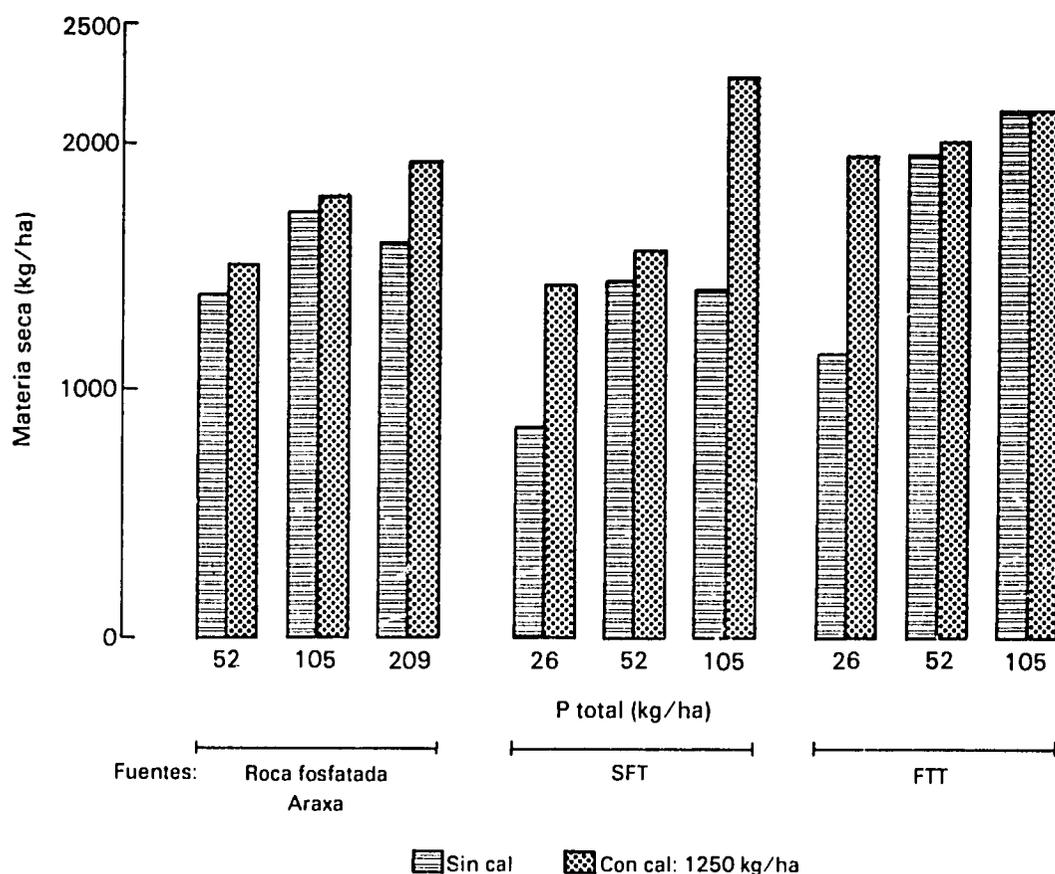


Figura 1. Rendimiento de materia seca de una asociación de gramíneas/leguminosas (Andropogon gayanus y Stylosanthes capitata) con diferentes fuentes y dosis de P en un latosol rojo amarillo (tercer año). SFT = superfosfato triple; FTT = fosfato térmicamente tratado.

compara favorablemente con los mismos niveles de P aplicados en la forma de superfosfato triple, especialmente cuando no se aplica cal. Cuando se aplicó cal, el superfosfato triple exhibió un mejor comportamiento, resultado, probablemente, de una mejor disponibilidad de Ca y Mg en las parcelas encaladas. El fosfato fundido tuvo un mejor comportamiento en todos los niveles y respondió a la aplicación de cal solamente en el menor nivel de P.

Otra roca fosfatada conocida por su baja reactividad fue ensayada con A. gayanus CIAT 621, en un latosol rojo oscuro. El suelo presenta un nivel de pH de 4.8 y una saturación de Al de 80%--similares al suelo del experimento anterior--pero tiene niveles más altos de Ca y Mg. Los resultados obtenidos durante el segundo año se presentan en la Figura 2. La roca fosfatada, aplicada a razón de 52 kg de P/ha, produjo un aumento considerable en el rendimiento de materia seca en comparación con las parcelas testigo, pero no se observó un mayor incremento cuando se utilizó el doble de la dosis. Por otra parte, se observaron mayores

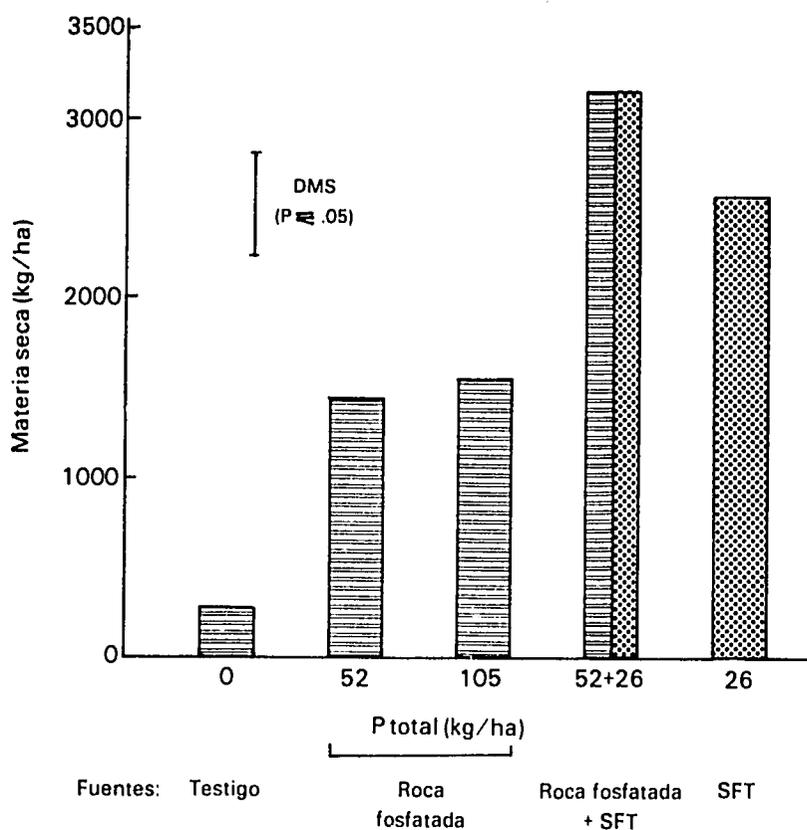


Figura 2. Rendimiento de materia seca de Andropogon gayanus con dos fuentes de fósforo en un latosol rojo oscuro (segundo año). SFT = superfosfato triple.

rendimientos cuando se aplicó una combinación de 52 kg de P/ha en la forma de roca fosfatada y 26 kg de P/ha en la forma de superfosfato triple. El aumento adicional obtenido--en comparación con 26 kg de P/ha en la forma de superfosfato triple--debido a la roca fosfatada, fue significativo estadísticamente pero fue mínimo.

Los experimentos muestran grandes diferencias en el valor agronómico de las varias rocas fosfatadas y se recomienda, por tanto, continuar haciendo las evaluaciones apropiadas en condiciones reales de campo.

#### Adaptación de Leguminosas a Distintos Niveles de P y a la Aplicación de Cal

Dentro del esquema de selección de nuevas accesiones de especies de leguminosas identificadas como promisorias para los suelos del Cerrado, éstas son evaluadas solamente en condiciones de baja fertilidad del suelo. Sin embargo, es necesario conocer su comportamiento en distintos niveles de disponibilidad de P y de aplicación de Ca y Mg, con el fin de

estimar su potencial de utilización en diferentes condiciones de uso de tierra y de aplicación de fertilizantes.

Se estableció un experimento de campo en un latosol rojo oscuro en el cual se aplicaron, a las parcelas principales, combinaciones seleccionadas de diferentes niveles de P (18, 72, 120, 168, y 220 kg de P/ha) y cal dolomítica (120, 480, 800, 1120, y 1480 kg CaCO<sub>3</sub>/ha). En las subparcelas se sembraron cinco leguminosas forrajeras identificadas como muy promisorias para los Cerrados por el programa de evaluación. Las accesiones fueron las siguientes: Stylosanthes guianensis "tardío" CIAT 2243, S. capitata 1019, S. macrocephala CIAT 1582, Zornia brasiliensis CIAT 7485 y Centrosema macrocarpum CIAT 6065. Cada accesión se sembró individualmente, al voleo, en la superficie de cada parcela y las semillas se cubrieron con una rastrillada ligera. Debido a los diversos hábitos de crecimiento y épocas de floración, cada accesión se cosechó a edades diferentes, aproximadamente en la mitad de la floración total. Se ajustaron varios modelos de regresión para los datos brutos y se verificó su aptitud en cuanto a su ajuste y sesgo. La respuesta de todas las accesiones se ajustó mejor a un modelo cuadrático tradicional con un término de interacción. Con base en el modelo de regresión, se estimaron líneas de isocuantos para el rendimiento estimado de materia seca en la región explorada. Las Figuras 3 a 6 presentan las medias del rendimiento de materia seca obtenidas por cuatro accesiones. Todas las leguminosas forrajeras muestran una alta respuesta al fósforo aplicado a pesar del hecho de que fueron seleccionadas en condiciones de bajos niveles de P aplicado. Sin embargo, su respuesta a los mayores niveles de cal fue relativamente diferente.

Como regla general, todas--excepto C. macrocarpum--respondieron a mayores niveles de cal cuando el nivel de P aplicado fue inferior a 120 kg/ha. Por encima de este nivel de P, el rendimiento de materia seca de la mayoría de las especies disminuyó cuando se aplicaron niveles más altos de cal. S. guianensis CIAT 2243 fue menos sensible a los altos niveles de cal, presentando los mismos niveles de producción incluso cuando la cal se aplicó a niveles muy por encima de 1 t/ha. C. macrocarpum mostró una respuesta moderada a la cal cuando se aplicaron bajos niveles de P, y no ofreció ningún cambio en su rendimiento de materia seca con mayores niveles de cal cuando se aplicaron altos niveles de P. La gran diferencia en el rendimiento de materia seca entre las accesiones se debió no solamente a diferencias en el rendimiento potencial sino también a la duración del período de crecimiento de aquéllas.

El experimento muestra la capacidad del nuevo germoplasma de leguminosas forrajeras para responder a la aplicación de altos niveles de fertilización con P siendo también adaptable a las condiciones de baja fertilidad del suelo. Esta es una característica importante en un material genético para las condiciones del ecosistema de los Cerrados, en el cual, algunas veces se utilizan altas dosis de fertilizantes. Sin embargo, se prevee para estos materiales una desventaja potencial bajo condiciones de altos niveles de aplicación de cal.

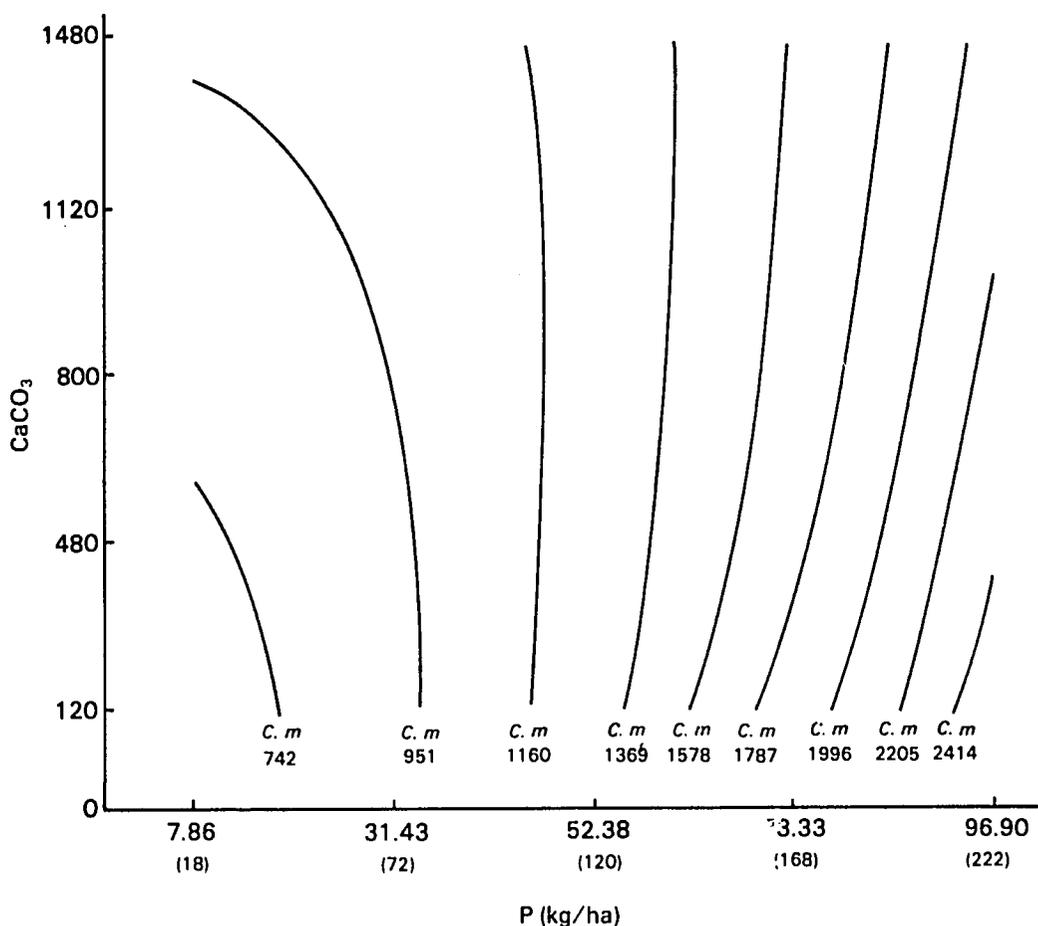


Figura 3. Centrosema macrocarpum (C. m.). Las cifras entre paréntesis en la abscisa indican kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

### Comportamiento de Cuatro Gramíneas Respecto al Efecto Residual de los Fertilizantes

El establecimiento de pasturas en tierras cultivadas durante varios años con cultivos anuales es, actualmente, una de las oportunidades más atractivas para el desarrollo de pastos en los Cerrados. Las cantidades de fertilizantes y de cal requeridas por la mayoría de los cultivos anuales se encuentran muy por encima de las requeridas por las pasturas tolerantes a la acidez. Bajo estas condiciones, la productividad de variedades comerciales de gramíneas disponibles en el mercado podría ser exitosa. Sin embargo, las variedades de gramíneas seleccionadas por su buen comportamiento en condiciones de baja fertilidad y capaces de responder a niveles altos de fertilización, tendrían la ventaja de la adaptación a las diversas condiciones encontradas, generalmente, en los Cerrados.

Con el propósito de comparar el comportamiento de varias gramíneas en condiciones de diferentes niveles de fertilidad, se estableció un experimento de campo en un viejo sitio experimental en el cual se habían

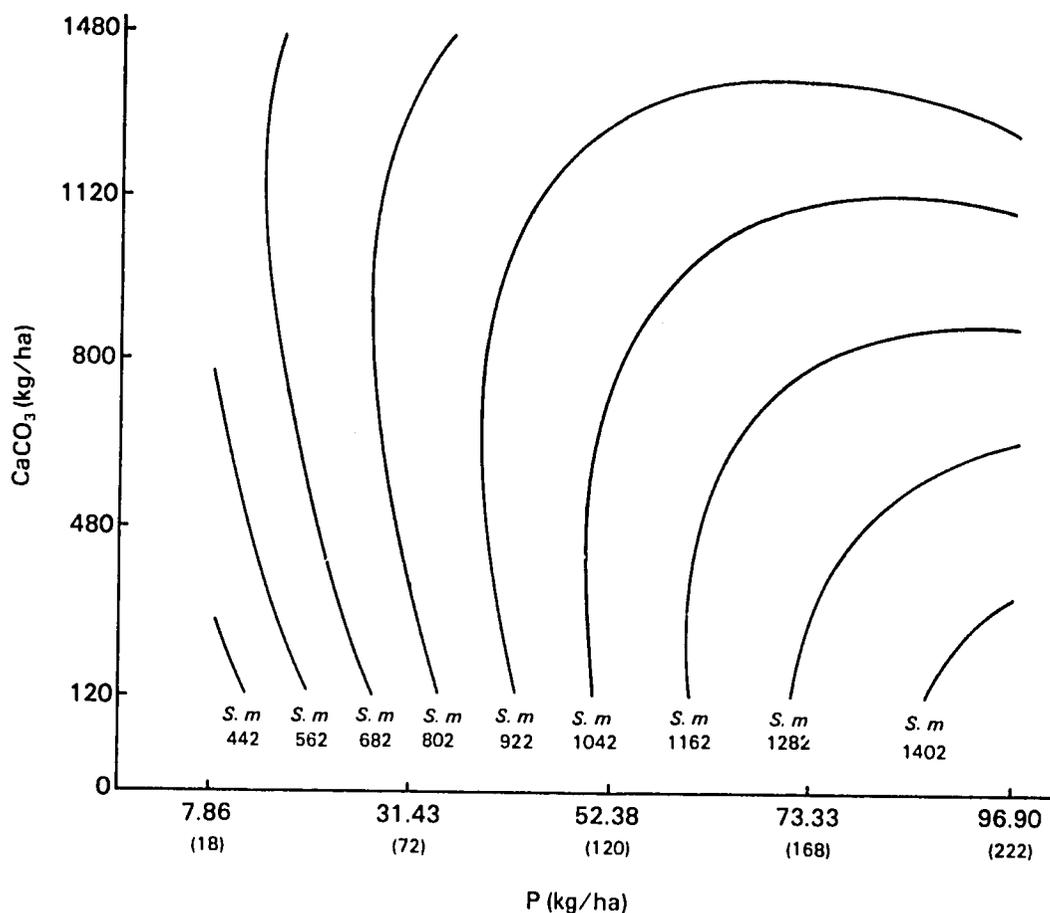


Figura 4. Stylosanthes macrocephala (S. m.). Las cifras entre paréntesis en la abscisa indican kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

aplicado diversos niveles de P total entre 0 y 175 kg de P/ha, durante un período de 10 años. La cantidad de cal aplicada durante el mismo período fue de 0 a 4000 kg/ha, según los antiguos tratamientos. Durante los últimos tres años no se habían vuelto a aplicar ni fertilizantes ni cal. Cada bloque experimental se subdividió en cuatro sub-bloques y en 1981 se sembraron cuatro gramíneas tropicales. Las gramíneas fueron variedades comerciales disponibles en el mercado: Panicum maximum cv. Makueni, P. maximum var. trichoglume, Setaria anceps cv. Kazungula, y Andropogon gayanus cv. Planaltina. Las diferencias en el comportamiento entre gramíneas fue notoria con bajos niveles de fertilidad. En condiciones de altos niveles de P y cal todas las gramíneas, excepto Setaria, exhibieron un buen comportamiento. En condiciones de bajos niveles de P sin cal, la única gramínea capaz de establecerse y producir forraje fue A. gayanus. La Figura 7 muestra el comportamiento de A. gayanus y P. maximum cv. Makueni en términos de su producción de materia seca. Los resultados indican que A. gayanus, originalmente seleccionada en suelos ácidos y en condiciones de bajos niveles de P, compete ventajosamente con variedades comerciales altamente productivas, que lo son solamente en condiciones de altos niveles de fertilidad.

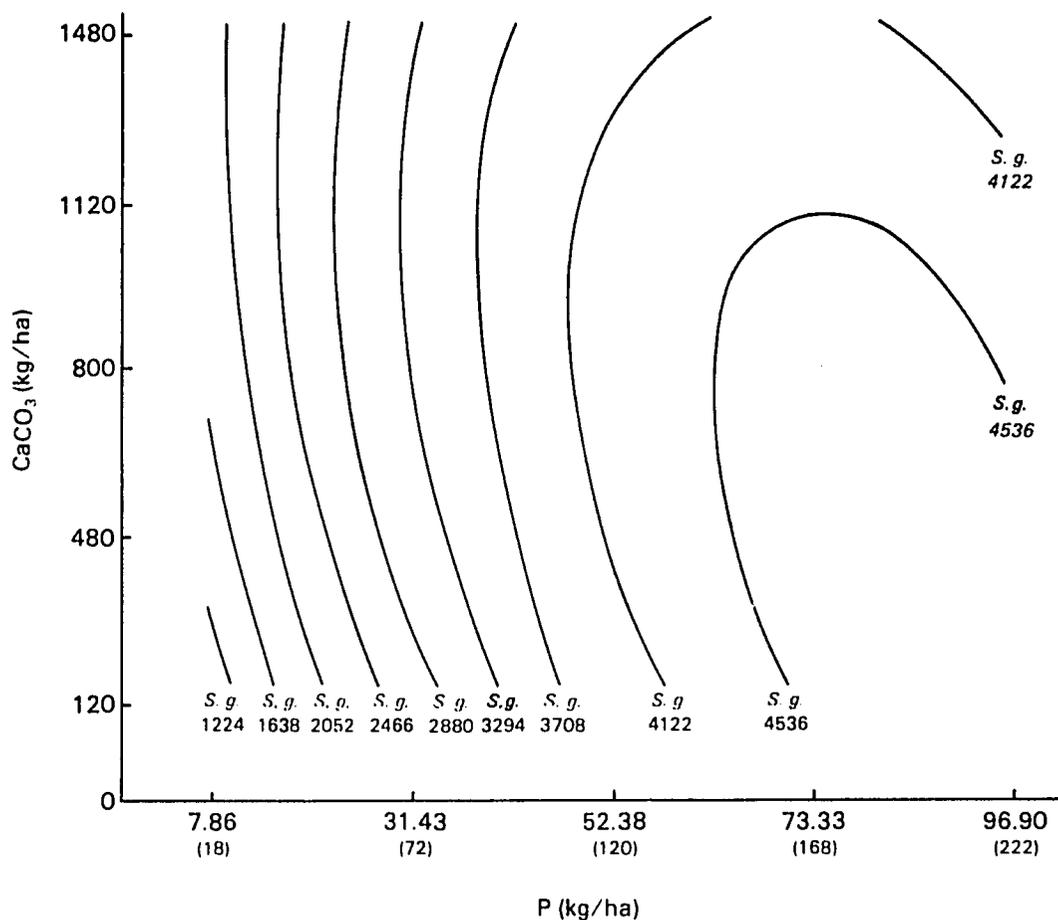


Figura 5. Stylosanthes guianensis (S. g.). Las cifras entre paréntesis en la abscisa indican kg  $P_2O_5$ /ha.

#### Técnicas de Siembra para el Establecimiento de *A. gayanus*

Las semillas pilosas y muy livianas de *A. gayanus* son, a veces, difíciles de manejar cuando se está estableciendo una nueva pastura. Cuando no se cubren cuidadosamente pueden ser arrastradas por el viento; si no tienen un buen contacto con el suelo húmedo no germinarán, o podrían secarse después de que se inicie la germinación.

Para identificar la importancia de estos y otros factores en el establecimiento exitoso de *A. gayanus* en camas bien preparadas, se estableció un experimento de campo durante la última estación lluviosa. Simultáneamente, en condiciones controladas de invernadero se hicieron algunas observaciones adicionales.

El experimento de campo evaluó el efecto de la compactación del suelo mediante aplanadora, de las técnicas de siembra, y del uso de insecticidas en la germinación y establecimiento de las plántulas. El efecto de la profundidad de siembra, de la compactación y de la humedad del suelo se estudió en condiciones controladas.

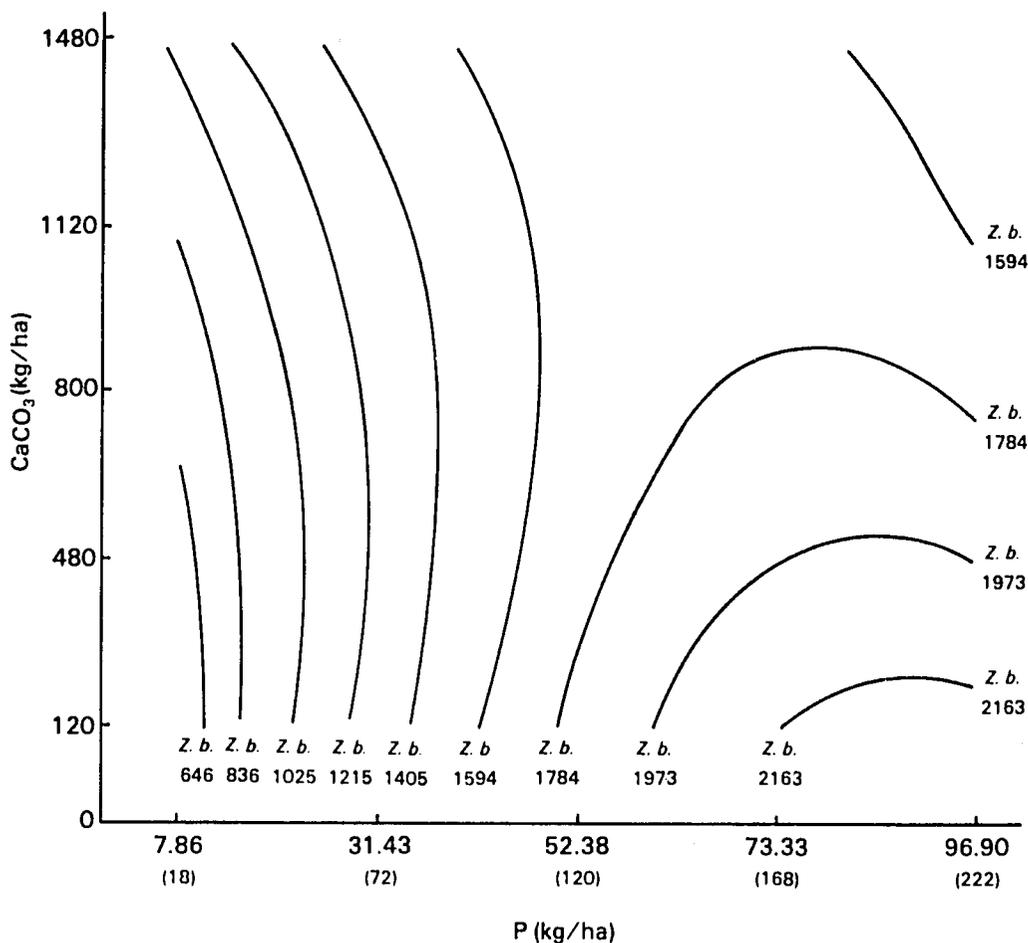


Figura 6. Zornia brasiliensis (Z. b.). Las cifras entre paréntesis en la abscisa indican kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

Los resultados muestran que, mediante la siembra en hileras, con un cubrimiento de las semillas y una colocación del fertilizante bien controlados, se mejoró considerablemente el establecimiento (Cuadro 1). Además de un mayor número de plantas por unidad de área, como consecuencia de la siembra en hileras, las plantas fueron considerablemente más vigorosas y el establecimiento resultó más uniforme en las parcelas. La cantidad de semilla utilizada con ambos métodos fue la misma (8 kg/ha) para los propósitos experimentales pero, como se puede observar, la cantidad de semilla se podría reducir considerablemente al sembrar en hileras.

La compactación tuvo un efecto ligeramente favorable en el número de plantas establecidas, pero no fue un factor primordial en las condiciones del experimento. La utilización de insecticidas también mejoró el establecimiento, pero su efecto no fue tan marcado como la siembra en hileras.

El efecto favorable de la siembra en hileras estuvo acompañado por un mayor vigor inicial de las plántulas, debido a un efecto más

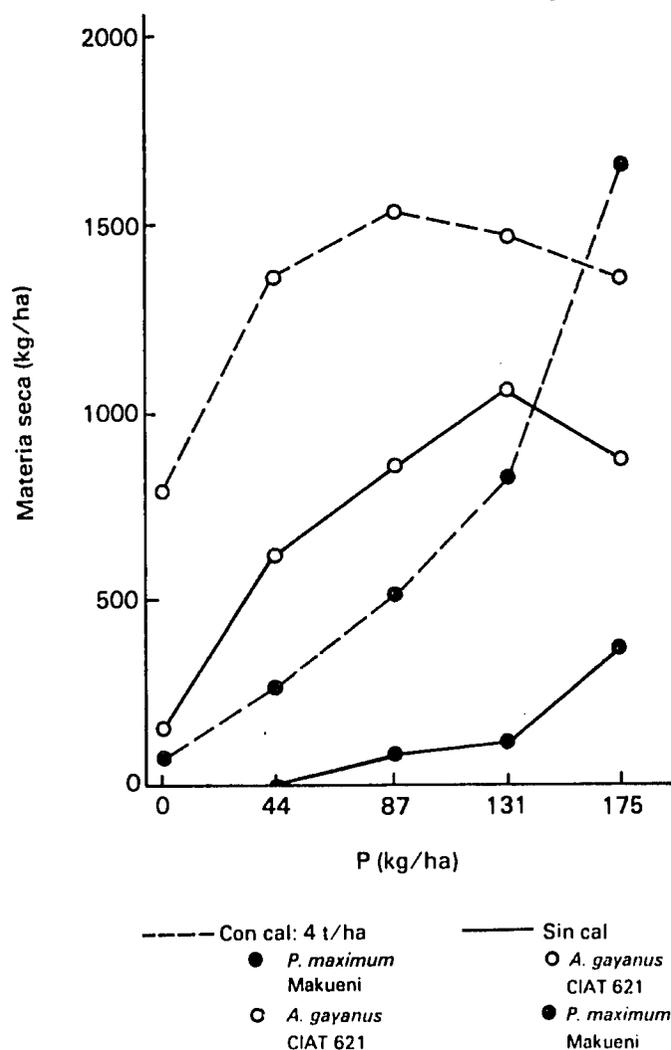


Figura 7. Efecto residual (10 años) de la aplicación de cal y P en el rendimiento de materia seca de Andropogon gayanus CIAT 621 y Panicum maximum var. Makueni. Media de tres cortes.

Cuadro 1. Técnicas de siembra para Andropogon gayanus.

	Población <sup>a</sup> de plantas/0.25 m <sup>2</sup>			
	Con insecticida		Sin insecticida	
	Al voleo	En hileras	Al voleo	En hileras
Sin compactación	15	33	9	27
Compactación	16	42	10	29

a. 50 días después de la siembra, como promedio de 12 observaciones.

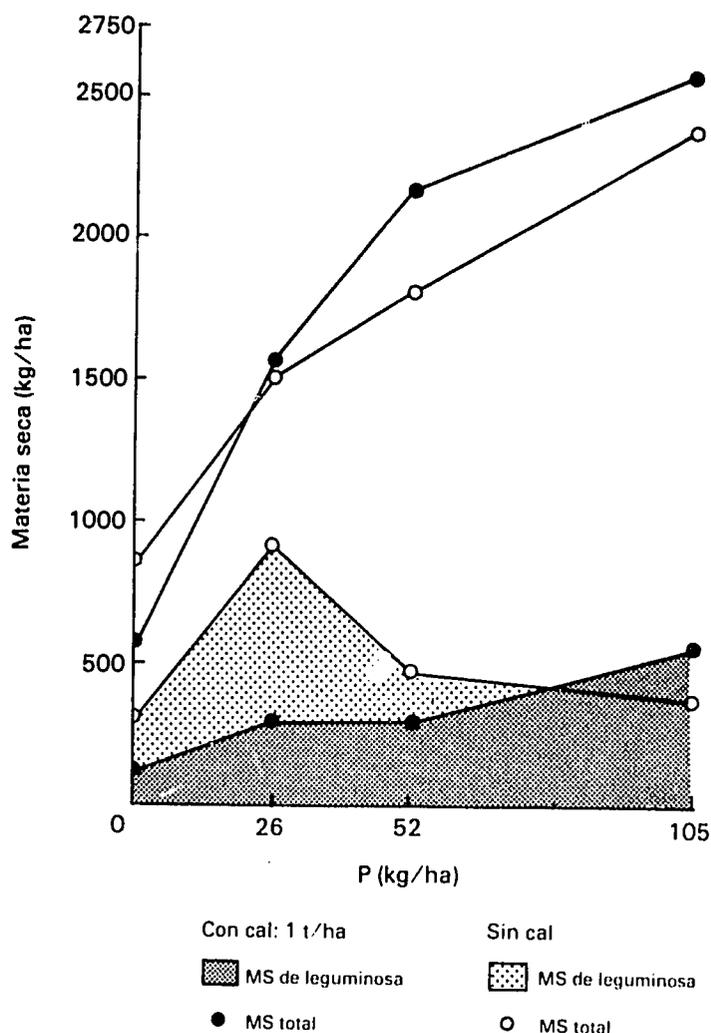


Figura 8. Efecto de diferentes niveles de P y de 1 t/ha de cal aplicados a la mezcla Andropogon gayanus CIAT 621 + Stylosanthes guianensis "tardío" CIAT 2243. Media de tres cortes.

eficiente de los fertilizantes aplicados en bandas directamente bajo las semillas. Este podría ser un factor económico cuando se hagan siembras en estos suelos de los Cerrados caracterizados por un alta capacidad de fijación de P.

Las observaciones hechas en condiciones controladas muestran que las semillas de A. gayanus pueden germinar y producir plántulas en forma exitosa cuando se siembran a una profundidad de 15 mm, siempre y cuando se disponga de humedad adecuada en el suelo. La única diferencia observada fue el tiempo requerido para la emergencia. Aunque la profundidad de siembra de 15 mm no se recomienda para A. gayanus, los resultados muestran que tal profundidad de siembra no constituyó un problema serio para el establecimiento.

## Efecto de las Dosis de los Fertilizantes en la Composición Botánica de una Asociación de Gramíneas-Leguminosas

Experimentos anteriores muestran que, a pesar de su adaptación a los bajos niveles de fertilidad del suelo, A. gayanus es capaz de aprovechar totalmente un mayor nivel de fertilidad del suelo. Por otra parte, las leguminosas tolerantes a la acidez no requieren ser encaladas, siempre y cuando haya niveles suficientemente altos de Ca y Mg en el suelo. Se estableció un experimento de campo para medir la respuesta a distintos niveles de P de una asociación de gramíneas-leguminosas; el experimento, realizado bajo un sistema de corte, ha venido mostrando una disminución en el porcentaje de rendimiento de materia seca total de la leguminosa a los niveles más altos de P. Las especies sembradas fueron A. gayanus CIAT 621 y S. guianensis "tardío" CIAT 2243. Las dosis de fertilización fueron 26, 52 y 105 kg de P/ha, sin cal dolomítica y con ella, a una dosis de 1 t/ha. La Figura 8 muestra que la proporción de la leguminosa fue considerablemente mayor en los niveles más bajos de 26 kg de P/ha y disminuyó a mayores niveles. El efecto es especialmente claro cuando se aplica cal. La cantidad total de materia seca producida por la pastura en ambas situaciones no fue muy diferente, pero la proporción de leguminosa disminuyó marcadamente. Este fue el resultado tanto de un alto rendimiento de materia seca de A. gayanus con cal (1 t/ha) como de una contribución reducida de Stylosanthes sp. en estas condiciones. Esto, probablemente, se debió en su mayor parte a la competencia ejercida por A. gayanus más que a cualquier efecto desfavorable de los mayores niveles de nutrimentos en la leguminosa. Los resultados podrían ser diferentes en condiciones de pastoreo y éste será el objeto de nuevos estudios.

## Pasturas en Sistemas de Producción Animal (Cerrados)

### Introducción

Durante 1982, la sección continuó evaluando la dinámica de dos experimentos de pastoreo, uno con Andropogon gayanus + Stylosanthes scabra cv. Seca y otro con Brachiaria ruziziensis + Calopogonium mucunoides, ambas con diferentes cargas animales. Se recolectaron, durante otro año, datos del experimento de manejo de hatos a largo plazo, en el cual se están evaluando el uso estratégico de pastos cultivados y el destete precoz, éste último por su contribución al mejoramiento de la reproducción del ganado de carne en la región de los Cerrados.

### Evaluación en los Ensayos de Pastoreo en Gran Escala

Debido a un problema--no confirmado--con los animales utilizados en los ensayos de pastoreo, durante este año las ganancias anuales fueron inferiores a las ganancias obtenidas en años anteriores. El año de pastoreo comenzó a comienzos de la estación seca (mayo) y transcurrieron 12 meses hasta el final de la estación lluviosa (abril) momento en el cual se llevan nuevos animales al experimento.

#### Andropogon gayanus + Stylosanthes scabra

De manera consistente con la evaluación de años anteriores, los animales perdieron peso durante la estación seca en todas las cargas animales (Cuadro 1) siendo menor la pérdida con la tasa de carga más baja en comparación con las dos tasas de carga superiores. Sin embargo, debido a la mala salud de los animales, éstos no ganaron peso como se esperaba durante la estación lluviosa: su promedio fue, solamente, de

Cuadro 1. Ganancia de peso de novillos en una pastura de Andropogon gayanus + Stylosanthes scabra durante el segundo año de pastoreo.

Carga animal efectiva <sup>a</sup> (UA/ha)	Ganancia de peso (kg/cabeza)			
	Estación seca <sup>b</sup>	Estación lluviosa <sup>c</sup>	Anual	
			por animal	por ha
0.50	-10	62	52	74
0.98	-20	72	52	142
1.46	-18	66	48	203

a. 400 kg de peso vivo = 1 UA.

b. 168 días.

c. 196 días.

340 g/día, sin un efecto aparente de la tasa de carga en las ganancias. La composición botánica medida a comienzos y a finales de la estación seca mostró una variación, entre 13 y 18%, de leguminosa en las pasturas, encontrándose la menor cantidad de leguminosa en la pastura con la menor carga animal; sin embargo, la cantidad de leguminosa no se relacionó con la cantidad de pérdida o ganancia de peso a lo largo del año. Después de 2½ años en pastoreo, las cargas animales impuestas no han ejercido un efecto significativo en las ganancias de peso de los animales en pastoreo.

Dos años después de iniciado el pastoreo se hizo un recuento de plantas al inicio de las lluvias y se logró distinguir tres generaciones de plantas (Cuadro 2). Se determinó que la carga alta (2.1 UA/ha) favoreció la presencia de plantas de la generación original y de la segunda, y, en general, presentó el mayor número de plantas por m<sup>2</sup> si se comparara con las otras cargas. Debido a que ocurrió muy poca floración después del inicio del pastoreo en la carga alta, se sospecha que las plantas de la segunda y tercera generaciones se produjeron a partir de la caída inicial de semilla, antes de haberse iniciado el pastoreo experimental; posteriormente, fueron capaces de establecerse debido a que el crecimiento de Andropogon se mantuvo bajo control por el animal en pastoreo.

#### Brachiaria ruziziensis + Calopogonium mucunoides

Las ganancias de peso de los animales en el ensayo de pastoreo con B. ruziziensis en el tercer año, fueron inferiores a las de años anteriores debido, posiblemente, al problema de salud animal anteriormente mencionado. Las ganancias anuales fueron inferiores a las esperadas (Cuadro 3), pero se puede observar que los animales en las pasturas de B. ruziziensis + C. mucunoides obtuvieron ganancias equivalentes a las obtenidas por animales que pastoreaban B. ruziziensis fertilizado con nitrógeno. Una reducción en la carga después del primer año de pastoreo de 2.5 a 1.5 UA/ha parece haber estabilizado la mezcla de gramínea/leguminosa, determinándose que C. mucunoides proporcionó consistentemente cerca del 20% de la materia seca total en la pastura, después de tres años de pastoreo (Figura 1).

Cuadro 2. Número de plantas de Stylosanthes scabra cv. Seca presentes por m<sup>2</sup> después de dos años de pastoreo de la asociación con Andropogon gayanus.

Carga animal	Plantas/m <sup>2</sup> , con edad de			Total
	1 mes	1 año	2 años	
Baja (0.7 UA/ha)	6.1	15.1	1.5	22.8
Intermedia (1.4 UA/ha)	0.9	14.9	1.4	17.7
Alta (2.1 UA/ha)	3.6	26.5	3.4	33.5

Cuadro 3. Ganancia de peso de novillas en una pastura de Brachiaria ruziziensis asociada con Calopogonium mucunoides o fertilizada con 40 kg de N/ha, en el tercer año de pastoreo.

Pastura	Ganancia <sup>a</sup>						
	En estación seca		En estación lluviosa		Anual	Por animal	Por hectárea
	UA/ha <sup>b</sup>	kg/an.	UA/ha <sup>b</sup>	kg/an.			
<u>Brachiaria</u> + Nitrógeno	0.78	-12	0.97	73	0.88	61	122
	0.80	- 9	1.90	51	1.40	42	168
Promedio						51	145
<u>C. mucunoides</u> + <u>Brachiaria</u>	0.76	-13	0.96	92	0.86	79	158
	0.75	-25	1.90	79	1.32	54	216
Promedio						66	187

a. an. = animal.

b. UA iniciales y finales.

#### Zornia latifolia + Andropogon gayanus

En 1979 se sembraron 2.7 ha de Z. latifolia en asociación con A. gayanus utilizando un pastoreo controlado durante la fase de establecimiento. Al comienzo de la estación seca de 1980 se colocaron en la pastura siete terneros (1.1 UA/ha) destetados precozmente--a los tres meses--y en ella permanecieron durante 12 meses. Los terneros tuvieron una ganancia, en promedio, de 55 g/día durante la estación seca y 600 g/día durante la estación lluviosa para un promedio total de ganancia anual de 118 kg/animal (Figura 2). Aunque éste no es un experimento repetido, la evaluación continuará en el tiempo bajo las mismas condiciones de manejo para observar la dinámica de la pastura y del comportamiento animal, ya que esta asociación parece ser promisoría para la cría de terneros destetados precozmente.

#### Nuevos Materiales de la Categoría IV

En diciembre de 1981 se sembraron, en potreros de 5 ha, asociaciones de A. gayanus con cuatro cultivares nuevos del género Stylosanthes (S. capitata 1019, S. capitata 1097, S. guianensis 2243, y S. macrocephala 1582); S. capitata 1097 también se sembró en asociación con B. ruziziensis como testigo positivo. El establecimiento de las mezclas fue excelente, sobre todo si consideramos que las siembras se hicieron, relativamente, en gran escala. El control de hormigas

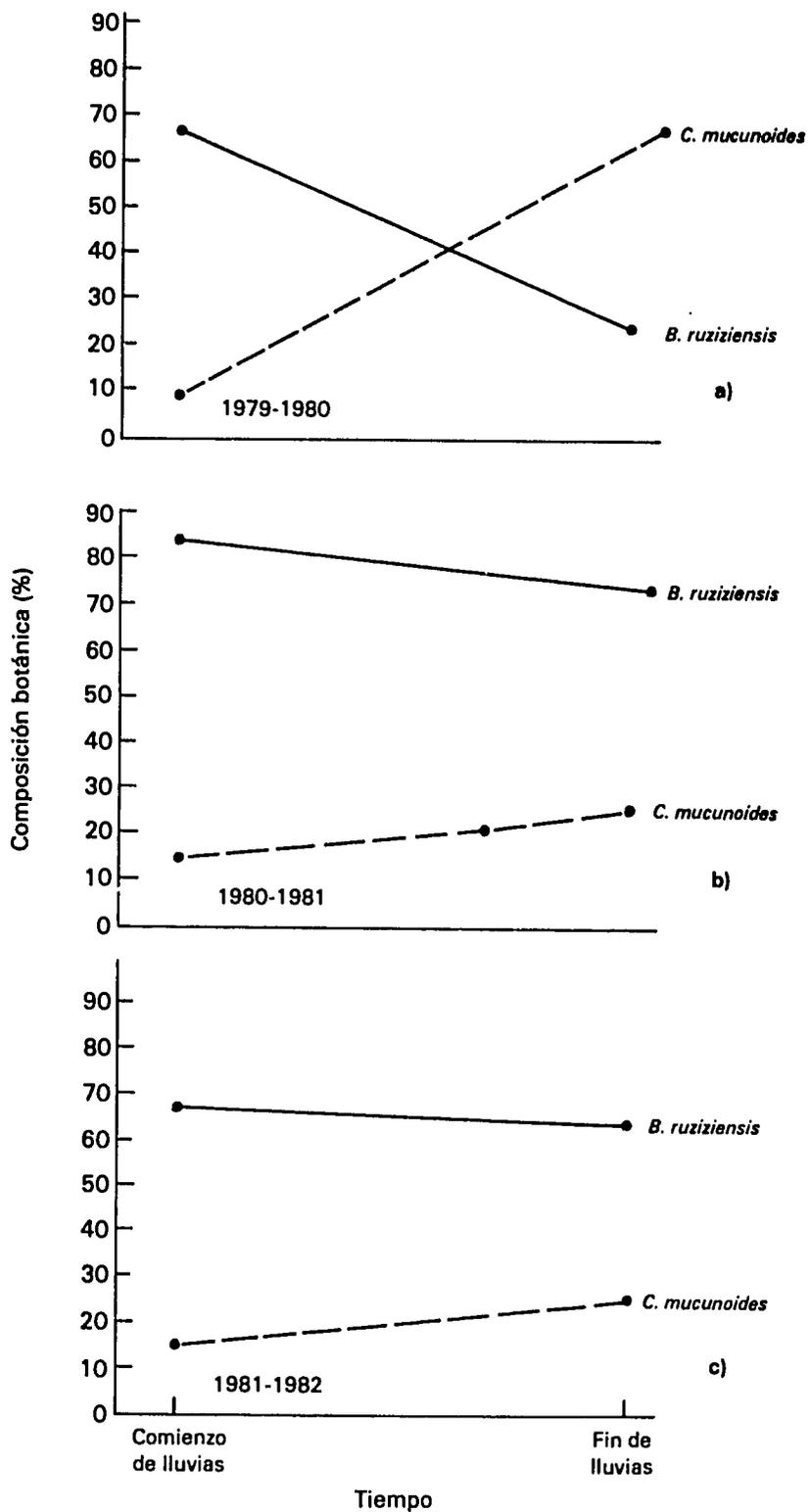


Figura 1. Resultados de la reducción de la carga animal después del primer año en el cambio de la composición botánica de una pastura de *Brachiaria ruziziensis* + *Calopogonium mucunoides* durante la estación lluviosa. Cargas: a) 2.5 UA/ha; b) 1.5 UA/ha; c) 1.5 UA/ha.

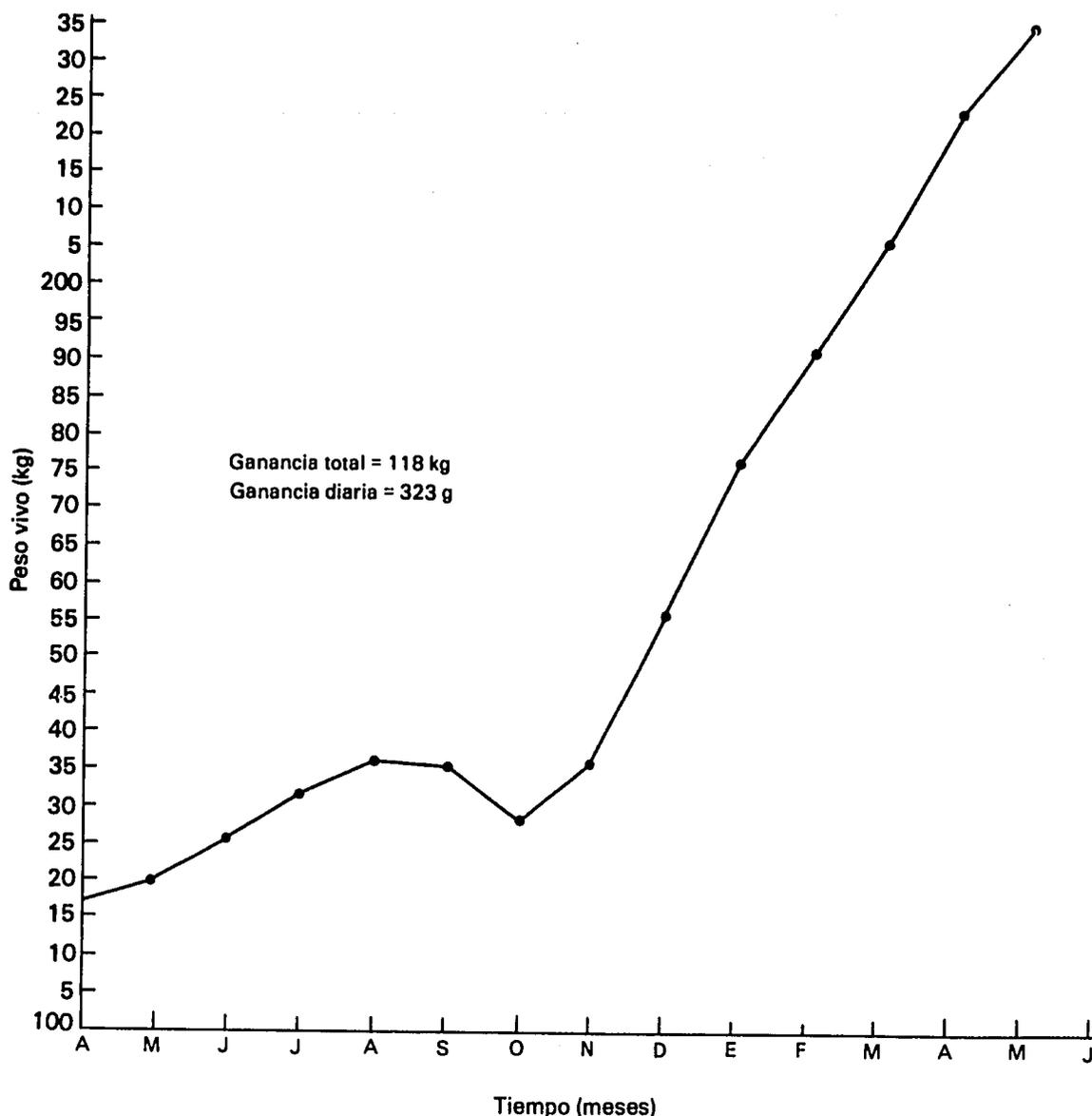


Figura 2. Ganancias de peso vivo de novillas cebú durante un período de 12 meses en una pastura de Andropogon gayanus-Zornia latifolia (1.1 UA/ha).

arrieras parece haber desempeñado una función importante al garantizar la supervivencia de las plantas recién germinadas; esta práctica no se había aplicado anteriormente. La decisión de controlar hormigas se basó en una observación previa según la cual el 65% de las plantas germinadas habían desaparecido un mes después de la siembra debido al ataque de aquéllas.

A todas las asociaciones se les permitió establecerse bien y producir semilla durante el primer año sin pastoreo. Las pasturas serán pastoreadas a comienzos de las lluvias en 1983 con tres cargas animales

y bajo pastoreo continuo. Posteriormente, los animales se cambiarán una vez por año al comienzo de la estación seca.

### Utilización de Pastos y Manejo de Hatos

Los trabajos de utilización de pasturas y manejo de hatos se realizan conjuntamente ya que esto ayuda a optimizar resultados. Los esfuerzos de investigación en esta sección durante los últimos cinco años se han dirigido hacia el uso estratégico de los pastos mejorados y de los sistemas de manejo de animales con el fin de contribuir a aumentar la tasa reproductiva de hatos de cría en los Cerrados de Brasil.

En el Cuadro 4 se presentan cuatro años de resultados, en los cuales se evalúan los efectos del uso estratégico de pasturas mejoradas y del destete precoz en el comportamiento reproductivo de las vacas de cría. El efecto del destete precoz es más pronunciado en el grupo A en el cual se utiliza una estación de apareamiento de 90 días en pasturas mejoradas. Después de cuatro años, las vacas a las que se han destetado sus terneros de tres meses de edad, presentan un promedio anual de partos del 83%, que es un 26% superior al obtenido en vacas a las cuales se les destetan sus terneros a los cinco meses (66%).

No hay una diferencia en la tasa reproductiva como resultado del destete precoz entre los grupos B y C, debido a que estos dos grupos de

Cuadro 4. Resultados del uso de pasturas mejoradas y de destete a diferentes edades durante la época de apareamiento, en la tasa de concepción de vacas cebú.

Año	Porcentaje de concepción para destete a:							
	3 ms.		5 ms.		3 ms.		5 ms.	
	Tratamiento A		Tratamiento B		Tratamiento C			
1978-1979	92	65	88	84	76	84		
1979-1980	80	61	73	58	65	76		
1980-1981	81	76	77	80	88	42		
1981-1982	79	62	74	81	64	79		
Promedio, %	83	66	78	76	73	70		
Promedio del ható, %		75		77		72		

a. A = una estación de apareamiento de 90 días en una pastura cultivada; B = dos estaciones de apareamiento de 45 días (noviembre-diciembre y abril-mayo) en una pastura cultivada; C = dos estaciones de apareamiento de 45 días (noviembre-diciembre y abril-mayo) en pastura nativa, CPAC. ms. = meses; an. = animal.

vacas tienen dos estaciones de apareamiento de 45 días durante el año, con un intervalo de 75 días entre ambas estaciones. Durante este intervalo se destetan casi todos los terneros--indistintamente de la edad del destete--eliminándose así la mayor parte de la ventaja del destete a los tres meses en el momento en que comienza la segunda estación de apareamiento. Aun así, se encuentra una diferencia del 6-7% a favor del grupo B sobre el C en lo que respecta al promedio de la tasa de reproducción (77 vs. 72%). Esta diferencia se atribuye al hecho de que las vacas del grupo B permanecen, en total, 90 días en las pasturas mejoradas durante la estación de apareamiento, en tanto que las vacas del grupo C se aparean y permanecen continuamente en las pasturas nativas. Por consiguiente, el aumento en la reproducción logrado mediante el uso de pasturas mejoradas durante la estación de apareamiento es del 6-7%.

El balance de tres años, en término de los pesos de las vacas por mes y por año, indica que las vacas que están preñadas y secas--o sin preñar y en lactación--tienden a seguir el mismo patrón de peso año tras año (Cuadro 5, Figura 3). En un hato en que ocurre una tasa de concepción del 50%, los dos grupos, básicamente, intercambiarían posiciones cada año. Una porción de la diferencia entre las dos curvas en la Figura 3 se puede atribuir al peso de los fetos y líquidos asociados con la preñez en la vaca, lo cual, en efecto, indica que la condición corporal, en promedio, de los dos grupos no es muy diferente durante la mayor parte del año.

En informes anteriores se ha comunicado que más del 90% de las vacas que no están en lactación durante la estación de apareamiento conciben sin dificultad y que la vaca en lactación es la que mantiene la tasa de concepción baja durante cualquier año. El Cuadro 6 presenta un resumen de tres años de las vacas que no concibieron mientras mantenían un ternero lactante. El grupo A presenta un mayor número de vacas preñadas mientras están en lactación que los grupos B o C debido, principalmente, a que el grupo A tiene una estación de apareamiento continuo más prolongada, y a que ésta se desarrolla en una pastura mejorada. El efecto de las pasturas mejoradas en la concepción se ilustra comparando los grupos B y C en los cuales un mayor número de vacas concibieron en pastos mejorados (B) que en pasturas nativas (C). En términos prácticos, estos resultados parciales indican que las vacas en lactación plantean un problema básico si se desea mantener altas tasas reproductivas en hatos de cría en el Cerrado. La solución parece centrarse alrededor del destete precoz, de las pasturas mejoradas en uso estratégico o de la suplementación alimentaria. Separando las vacas en dos grupos (vacas en lactación y vacas secas) se pueden aplicar más recursos a las vacas en lactación y menos a las vacas secas, que no constituyen un problema.

Debido a una gran variabilidad en el tamaño de las vacas adultas en el hato de CPAC--fenómeno que también ocurre en la población de vacas de los Cerrados--parece haber una escasa relación entre el peso vivo de la vaca durante la estación de apareamiento y su habilidad para concebir. La condición corporal de la vaca parece ser un mejor estimado de su

Cuadro 5. Pesos mensuales (kg) de vacas cebú preñadas y abiertas en los Cerrados (1982).

	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<u>Preñadas</u>														
1979	322	333	344	352	356	375	388	385	388	374	362	345	325	
1980	323	336	347	352	363	375	387	395	390	379	366	345	330	296
1981	309	325	348	360	366	370	393	403	405	392	388	357	320	320
Promedio	318	331	346	354	362	373	389	394	394	382	372	349	325	308
<u>Abiertas</u>														
1979	302	308	314	323	325	344	357	355	354	341	332	349	354	350
1980	325	337	340	330	336	346	356	360	353	353	327	317	324	332
1981	283	299	319	330	334	335	359	366	359	355	351	332	329	356
Promedio	303	315	324	328	332	342	357	360	355	350	337	333	336	346

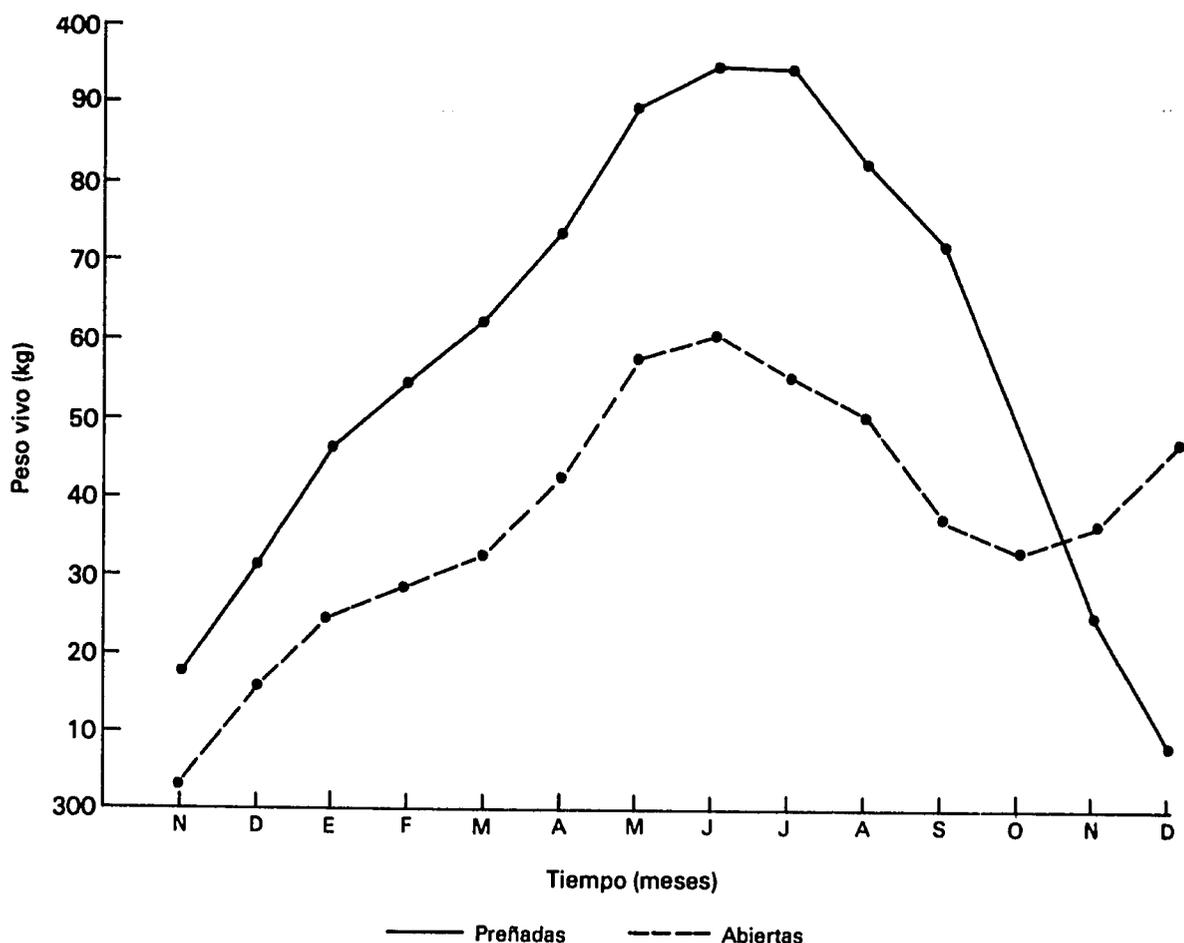


Figura 3. Pesos mensuales de vacas cebú preñadas y no preñadas en los Cerrados; promedio de tres años.

estado nutricional que el peso vivo. Por ejemplo, una vaca grande delgada puede superar en peso a una vaca pequeña y gorda en 100 kg y no estar aún en condiciones de concebir.

La Figura 4 muestra una alta relación entre el puntaje de la condición corporal de las vacas y el porcentaje de concepción durante la estación de apareamiento. El Cuadro 7 resume los puntajes para las condiciones de las vacas que concibieron y las que no lo hicieron. Las vacas a las que se destetan sus terneros a los tres meses concibieron con una condición corporal inferior a la de aquéllas cuyos terneros se destetaron a los cinco meses. Aparentemente, las vacas destetadas precozmente son capaces de concebir con una condición corporal moderada, en tanto que las vacas que lactan a sus terneros por un período más prolongado tienen que estar en una buena condición para concebir. Es importante recalcar que más del 80% del hato concibe después de que se ha hecho el destete, de tal manera que el puntaje para condición corporal se aplica principalmente a vacas secas que conciben después de que se ha destetado el ternero.

Cuadro 6. Número y porcentaje de vacas que concibieron mientras lactaban un ternero.

Año	Vacas en tratamiento <sup>a</sup> :					
	A		B		C	
	(no.)	(%)	(no.)	(%)	(no.)	(%)
1978-79	2	5	0	0	1	3
1979-80	9	25	6	18	2	5
1980-81	8	21	4	10	1	3
Promedio	6	17	3	9	1	4

- a. A = una estación de apareamiento de 90 días en una pastura cultivada. B = dos estaciones de apareamiento de 45 días (noviembre-diciembre y abril-mayo) en una pastura cultivada. C = dos estaciones de apareamiento de 45 días (noviembre-diciembre y abril-mayo) en pastura nativa.

Se está haciendo un análisis más detallado para separar el efecto de la lactancia. Los pesos correspondientes en el mismo cuadro indican que existe muy poca relación entre el peso vivo y la capacidad de la vaca para concebir.

La relación entre el puntaje de la condición corporal de las vacas y el porcentaje de concepción (Figura 4) indica que las vacas deben tener un puntaje de condición corporal de 4 o más, en promedio, al comienzo de la estación de apareamiento para alcanzar una tasa mínima de concepción del 70%. Un puntaje de 5 para condición corporal sería una vaca con un buen desarrollo muscular y una cubierta moderada de grasa subcutánea, de tal manera que no se puedan observar a simple vista los huesos de las costillas y la espina dorsal. Es necesario anotar que el uso de la condición corporal es una herramienta de investigación subjetiva utilizada para describir mejor lo que está ocurriendo a la vaca durante el ciclo reproductivo y no necesariamente un parámetro de producción. Sin embargo, solamente se requiere un poco de práctica para adquirir mucha consistencia en el empleo de esta técnica. Se espera que el uso del peso vivo como una medida de predicción de la eficiencia reproductiva sea exitoso solamente en un hato altamente seleccionado, en el cual exista poca variación en el peso adulto de las vacas.

Dentro de los animales en lactación, los cuales, como se dijo, presentan una baja tasa de concepción, las novillas de primer parto son notorias por su incapacidad para reconcebir al año siguiente. Los resultados de tres años muestran que solamente un 35.7% de las novillas de primer parto vuelven a concebir durante la estación de apareamiento

Cuadro 7. Comparación del puntaje de condición corporal y peso corporal en función de la edad al destete, al principio de la estación de monta, de vacas que quedaron preñadas, o no quedaron, durante la estación de monta (90 días).

Año	Puntaje de condición <sup>a</sup>				Peso corporal (kg) en la estación de monta <sup>a</sup>				Porcentaje de concepción <sup>a</sup>	
	3 meses		5 meses		3 meses		5 meses		3 meses	5 meses
	Preñada	No preñada	Preñada	No preñada	Preñada	No preñada	Preñada	No preñada	meses	meses
1979/80	4.45	3.80	5.12	3.70	318	316	329	321	80	61
1980/81	3.60	2.80	4.39	2.50	288	305	314	281	81	76
1918/82	4.70	4.60	4.87	3.56	324	327	323	327	79	62
Promedio	4.25	3.73	4.79	3.25	310	316	322	310	80	66

a. 3 meses, 5 meses: edad del destete.

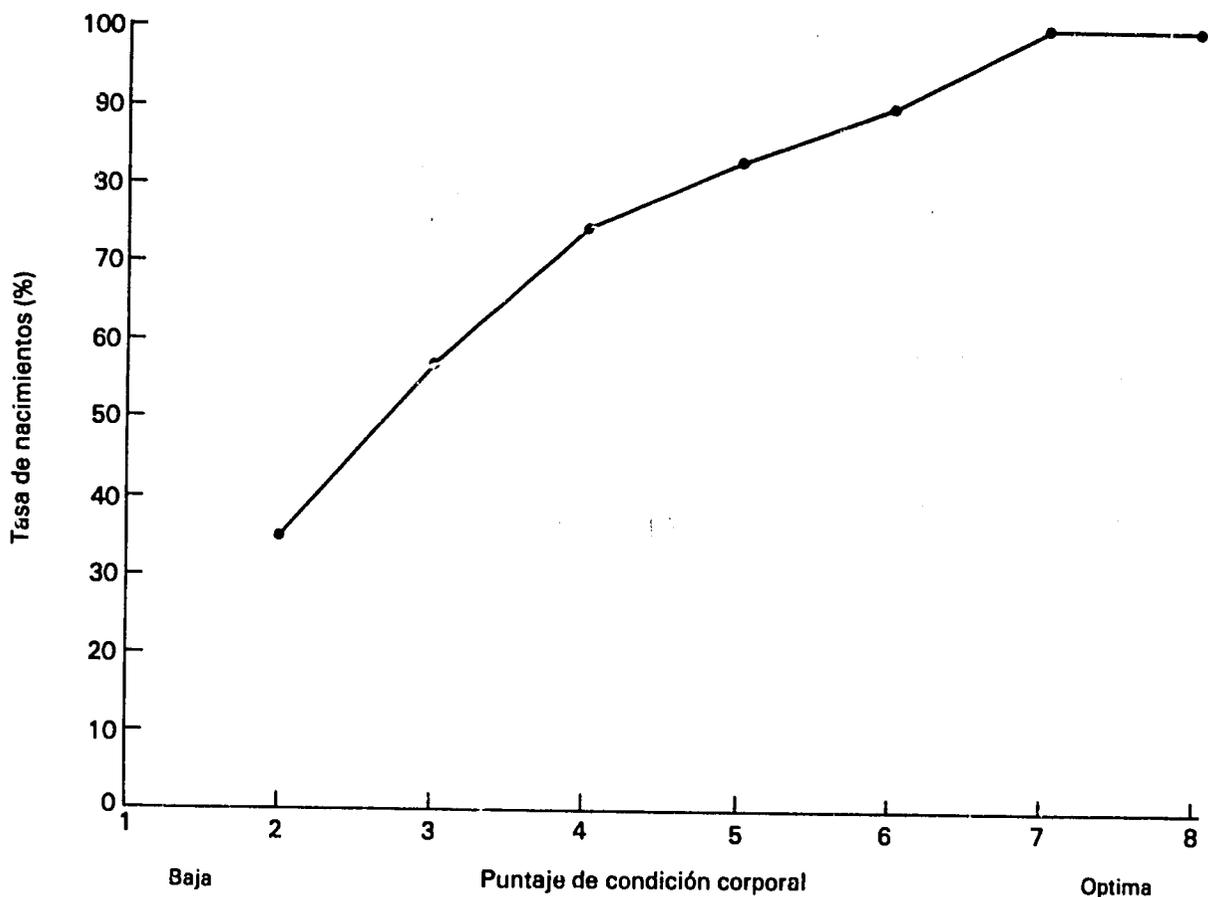


Figura 4. Relación entre la condición corporal de vacas cebú al comienzo de la época de monta y la tasa de nacimientos.

de 90 días en pasturas mejoradas, cuando sus terneros han sido destetados a los cinco meses de edad (Cuadro 8). Sin embargo, al destetar el ternero--a los tres meses de edad--del mismo número de novillas de primer parto en el mismo tratamiento, la tasa de concepción fue de 78.5%, es decir, más del doble de las novillas destetadas a los cinco meses. Esto demuestra claramente el efecto del estrés de la lactación en la reproducción, especialmente en las novillas de primer parto, y cómo el destete precoz puede aliviar este problema.

#### Manejo de Terneros de Destete Precoz

En informes anuales anteriores se ha indicado que los terneros destetados precozmente se pueden criar con éxito en pasturas mejoradas con buenas prácticas de salud y manejo. La Figura 5 presenta un resumen de tres tipos diferentes de pasturas utilizadas en tres años distintos, en las cuales se han criado con éxito terneros destetados precozmente. La comparación de estos resultados no es completamente válida debido al efecto del año, pero la ventaja en crecimiento demostrada por la

Cuadro 8. Efecto de la edad de destete del ternero en la reconcepción de novillas de primer parto durante una estación de monta de 90 días.

Edad del destete <sup>a</sup> (meses)	No preñadas			Preñadas		
	(%)	Peso (kg)	Puntaje de condición	(%)	Peso (kg)	Puntaje de condición
3	21.5	312	2.6	78.5	277	2.5
5	64.3	299	3.5	35.7	293	3.6

a. 14 novillas por cada edad de detete.

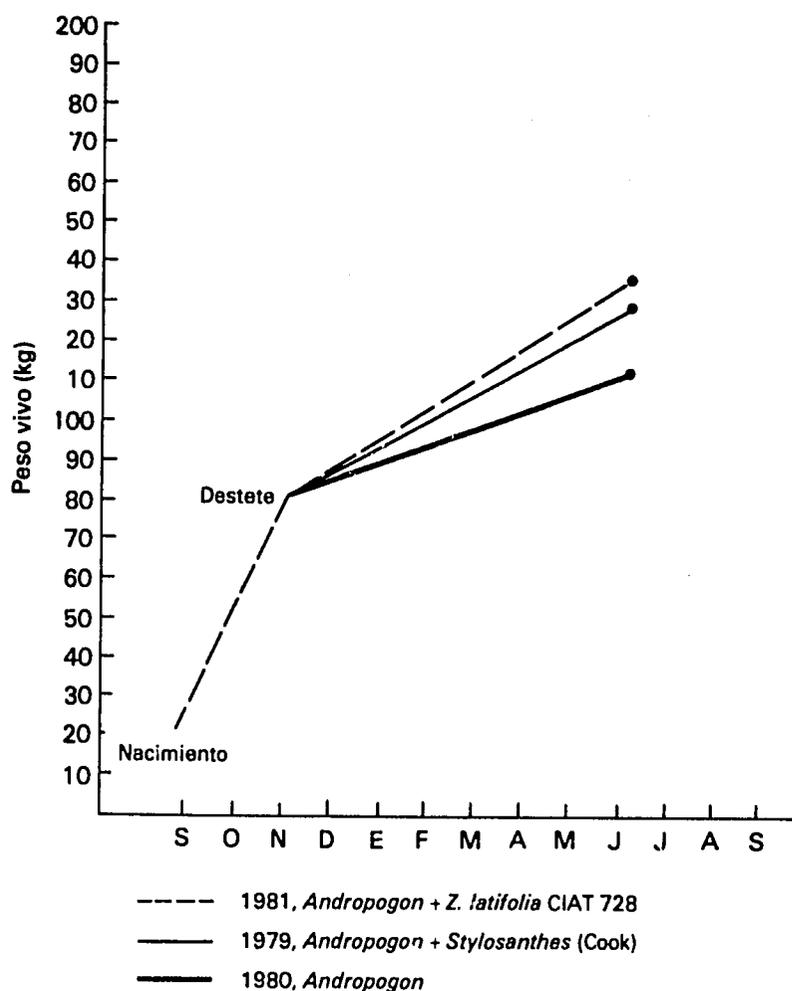


Figura 5. Comportamiento de terneros destetados precozmente (de 3 meses) en diferentes pasturas, en distintos años.

leguminosa apoya, sin duda, la necesidad indicada de disponer de una pastura a base de leguminosas para animales jóvenes en crecimiento.

Durante 1982 se realizó un experimento para observar la respuesta de los terneros a una suplementación durante 90 días con 1 kg de maíz molido/cabeza por día, desde el destete practicado a los tres meses hasta los seis meses de edad (Figura 6). Se encontró que los terneros destetados a los tres meses y que recibieron un kg de maíz/cabeza por día hasta los seis meses de edad, crecieron casi tan bien como los terneros destetados a los cinco meses, y así lo hicieron hasta los seis meses de edad. Los terneros destetados y criados en A. gayanus solo, ganaron menos peso que los otros dos grupos, pero su comportamiento fue similar al de otros terneros destetados en la misma pastura en años anteriores. Estos terneros mantuvieron su peso durante dos meses después del destete, pero en el quinto mes empezaron a ganar peso en forma semejante a los terneros destetados a los tres meses con suplementación o a los cinco meses.

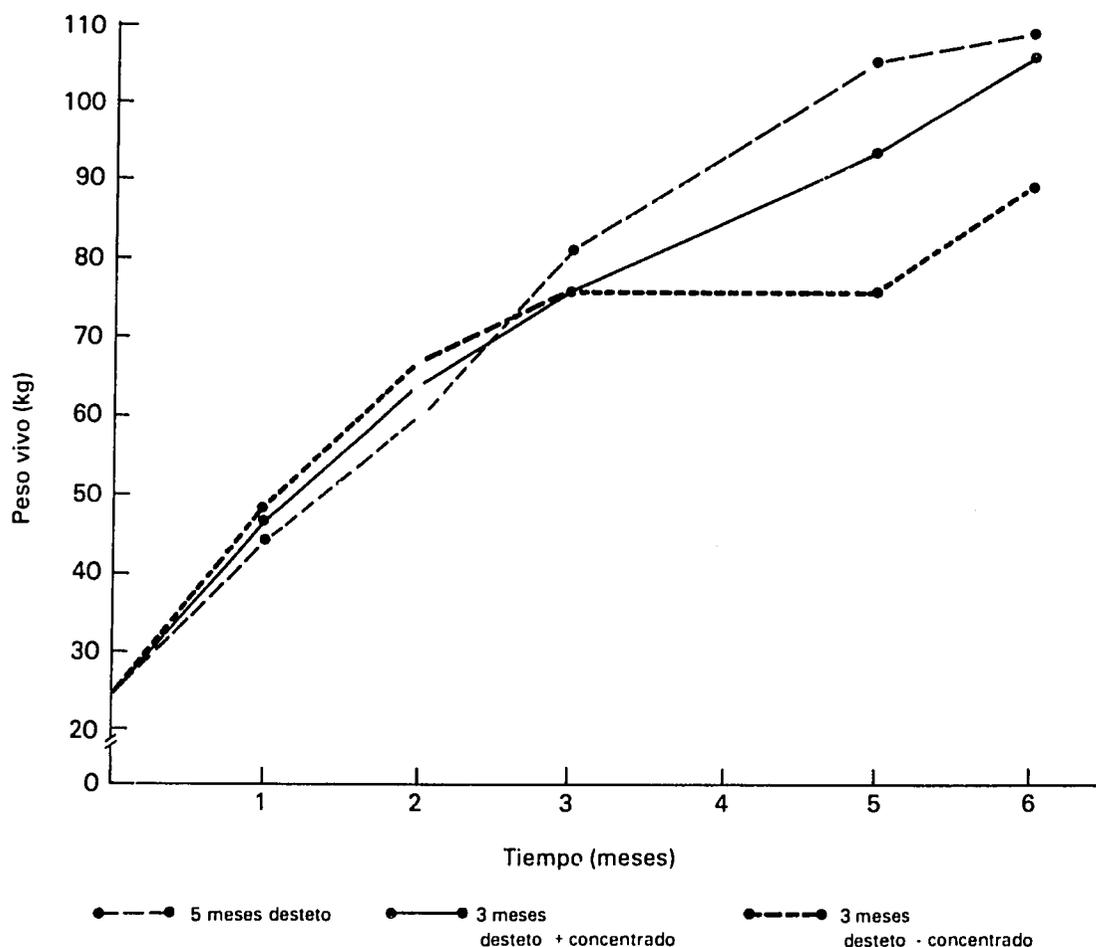


Figura 6. Comparación de los pesos vivos de terneros cebú destetados a los tres meses en una pastura de Andropogon gayanus, con concentrado, con el peso de terneros destetados a los cinco meses, sin concentrado.

Este experimento se realizó para determinar la rentabilidad del suministro de un suplemento a los terneros destetados precozmente, como una alternativa para criar terneros en pasturas nativas. Utilizando los precios actuales y una tasa de concepción del 75% lograda mediante el destete precoz, se consideró rentable suministrar caíz durante 90 días después del destete; sin embargo, si se utiliza una pastura de alta calidad a base de leguminosas, no parece necesario proporcionar un suplemento, dado que la ventaja de la suplementación desaparecerá cuando los animales cumplan 1 a 1½ años de edad.

## Salud Animal

El trabajo se concentró en dos problemas prioritarios para el Programa de Pastos, en lo que se refiere a cuestiones sanitarias, que afectan productividad animal en las sabanas tropicales.

Estos problemas son la garrapata Boophilus microplus y la fotosensibilidad hepatotóxica en animales que pastorean Brachiaria decumbens.

### Bioecología de la Garrapata Boophilus microplus

Este proyecto se inició en febrero de 1981 y concluyó en abril de 1982. B. microplus es la garrapata más importante que afecta la ganadería de zonas tropicales. Los principales métodos de control se basan en el uso de acaricidas químicos por baño y aspersión. Su costo, sin embargo, es bastante elevado y conlleva la utilización de otros métodos, como por ejemplo, rotación de potreros para disminuir las poblaciones de garrapatas a niveles tolerables. El propósito principal de este ensayo fue conocer la dinámica de las poblaciones de garrapatas en bovinos de los Llanos Orientales de Colombia y estudiar el efecto de cuatro pastos en los niveles de garrapatas que parasitan al animal. El conocimiento de las variaciones estacionales y tipo de vegetación que favorece la persistencia de la garrapata es de capital importancia para decidir sobre cuándo efectuar controles estratégicos en las condiciones de los llanos.

Se evaluó bajo las condiciones ecológicas que proveen Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens, Melinis minutiflora y sabana nativa, la supervivencia de larvas de Boophilus y efecto sobre la población parasitaria de garrapatas adultas. Los animales se mantuvieron bajo pastoreo continuo con la carga óptima para cada pasto, manteniendo cuatro animales en la época lluviosa y tres en la época seca para las siguientes cargas animales:

	Area lote (ha)	Carga (UA/ha)	
		Lluvia	Seca
<u>Andropogon gayanus</u>	1.6	2.5	1.8
<u>Brachiaria decumbens</u>	2.5	1.6	1.2
<u>Melinis minutiflora</u>	6.0	0.6	0.5
Sabana nativa	10.0	0.2	0.15

Cada potrero se infestó con 2000 garrapatas ingurgitadas. No se aplicaron acaricidas a los animales y se hicieron evaluaciones de los niveles de larvas y adultos de garrapatas, en los pastos y los animales respectivamente.

Se determinó cobertura y altura de los pastos y peso de los animales con el propósito de describir las condiciones en las cuales se realizaron las observaciones de poblaciones de garrapatas.

Los niveles de larvas de Boophilus en los pastos fueron bajos y muy similares entre Andropogon, Melinis y sabana nativa (Figura 1). El recuento de larvas en la sabana nativa ascendió abruptamente para un muestreo entre junio y julio de 1981. Esto parece indicar que a pesar de que puede haber núcleos de larvas en el pasto el muestreo no lo detecta sino ocasionalmente. Igual fenómeno debe ocurrir con los animales que encuentran estos nichos de larvas solo accidentalmente debido a la gran extensión de terreno que disponen por cabeza animal.

Los niveles de larvas en el pasto Brachiaria sufrieron un aumento después de agosto 1981 y mantuvieron niveles mucho más altos que los otros pastos hasta el final de las observaciones en abril 1982. Las cifras muestran la tendencia a detectar niveles más altos de larvas Boophilus en B. decumbens especialmente después de la mitad del ensayo (septiembre 1981), una vez que las poblaciones de garrapatas y larvas parecían llegar a niveles de estabilización (Cuadro 1). Durante la época seca (enero-marzo 1982) se observaron fluctuaciones grandes de los niveles de larvas en Brachiaria a pesar de existir una población en aparente estado de estabilización.

Es indudable que en Melinis solo ocasionalmente se encontraron unas pocas larvas. La mayor parte del tiempo no se detectaron larvas en el pasto, lo cual coincide con lo observado en los animales.

En relación con los niveles de garrapatas adultas en los animales al inicio del ensayo (marzo-julio 1981), se observaron niveles similares en los grupos pastoreando Andropogon y Brachiaria (Figura 2). Sin embargo, después de agosto en la mitad de la época lluviosa los niveles de garrapatas en los animales en Andropogon decayeron, mientras que los recuentos en los animales en Brachiaria aumentaron considerablemente. Los animales en sabana y Melinis mantuvieron ambos niveles muy bajos de garrapatas. El número de garrapatas adultas para los animales en Brachiaria disminuyó paulatinamente hacia el final de la época lluviosa (agosto-diciembre) para llegar a su punto más bajo al final de la época seca (marzo, 1982). Hacia el final del período de observación los niveles en Andropogon y Brachiaria tendían a hacerse semejantes. Se observaron diferencias altas en los niveles de garrapatas en animales en el mismo pasto como consecuencia de diferencias en la resistencia individual a las garrapatas. Con el objeto de uniformizar estas diferencias, para el análisis estadístico se transformaron los datos por la ecuación  $\text{Log}(\text{recuento de adultos} + 1)$ . Por la prueba de Duncan se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los niveles de adultos en Brachiaria en relación con los niveles en otros pastos (Cuadro 2).

Las cifras promedio de cobertura y altura de los pastos en el ensayo se observan en el Cuadro 3. Andropogon tuvo menos cobertura pero mayor altura que los otros pastos. Sabana y Melinis fueron muy similares y Brachiaria intermedio.

En general se puede decir que el pasto Brachiaria mantuvo niveles más altos de larvas de Boophilus y de adultos en los animales.

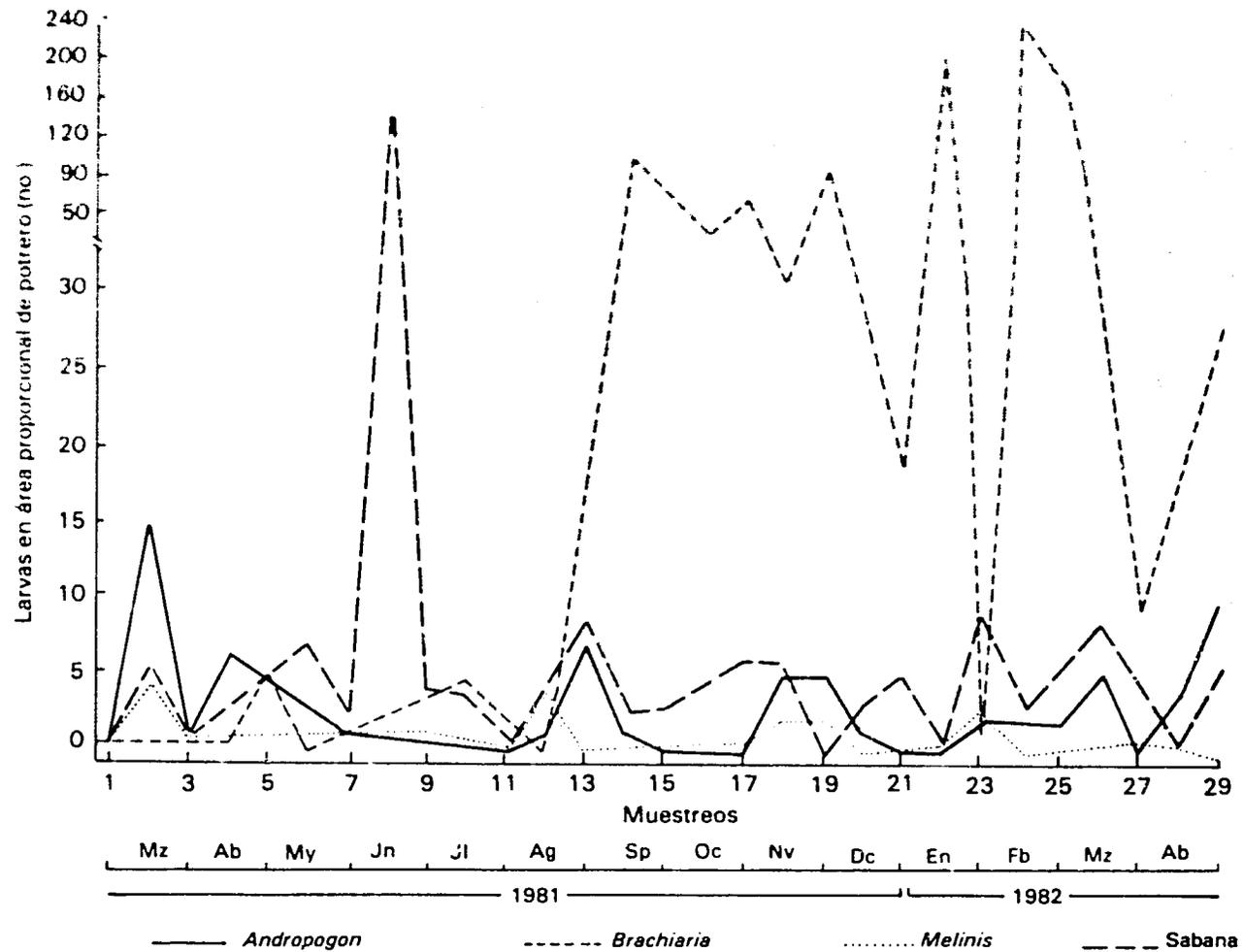


Figura 1. Niveles de larvas de *Boophilus microplus* en cuatro pastos en Carimagua, Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 1. Detección de larvas de Boophilus microplus en cuatro pastos en Carimagua, Llanos Orientales.

Fecha	Orden (no.)	Andropogon	Brachiaria	Melinis	Sabana
Febrero 1/81	1	0	0	3	5
Marzo 17	2	15	0	0	0
Marzo 31	3	0	0	0	0
Abril 14	4	6	0	0	2
Abril 28	5	5	5	0	4
Mayo 13	6	2	0	0	7
Mayo 26	7	1	0	0	2
Junio 9	8	0	1	0	152
Junio 23	9	0	2	1	3
Julio 7	10	0	4	0	3
Julio 21	11	0	0	0	0
Agosto 3	12	1	0	3	0
Agosto 18	13	7	22	0	7
Septiembre 1	14	1	81	0	3
Septiembre 15	15	0	42	0	3
Septiembre 29	16	0	43	0	0
Octubre 13	17	0	74	0	6
Octubre 27	18	5	36	2	6
Noviembre 10	19	5	103	2	0
Noviembre 24	20	1	25	0	3
Diciembre 15	21	0	18	0	5
Diciembre 24	22	0	206	0	1
Enero 7/82	23	2	2	2	8
Enero 19	24	2	239	0	3
Febrero 2	25	2	192	0	6
Febrero 16	26	5	34	0	8
Marzo 2	27	0	9	1	3
Marzo 30	28	4	18	0	0
Abril 13	29	10	28	0	5
Media		2.5	40.8	0.5	8.4 (3.3)
Cargas, UA/ha					
Luvias		2.5	1.6	0.6	0.2
Seca		1.8	1.2	0.5	0.15

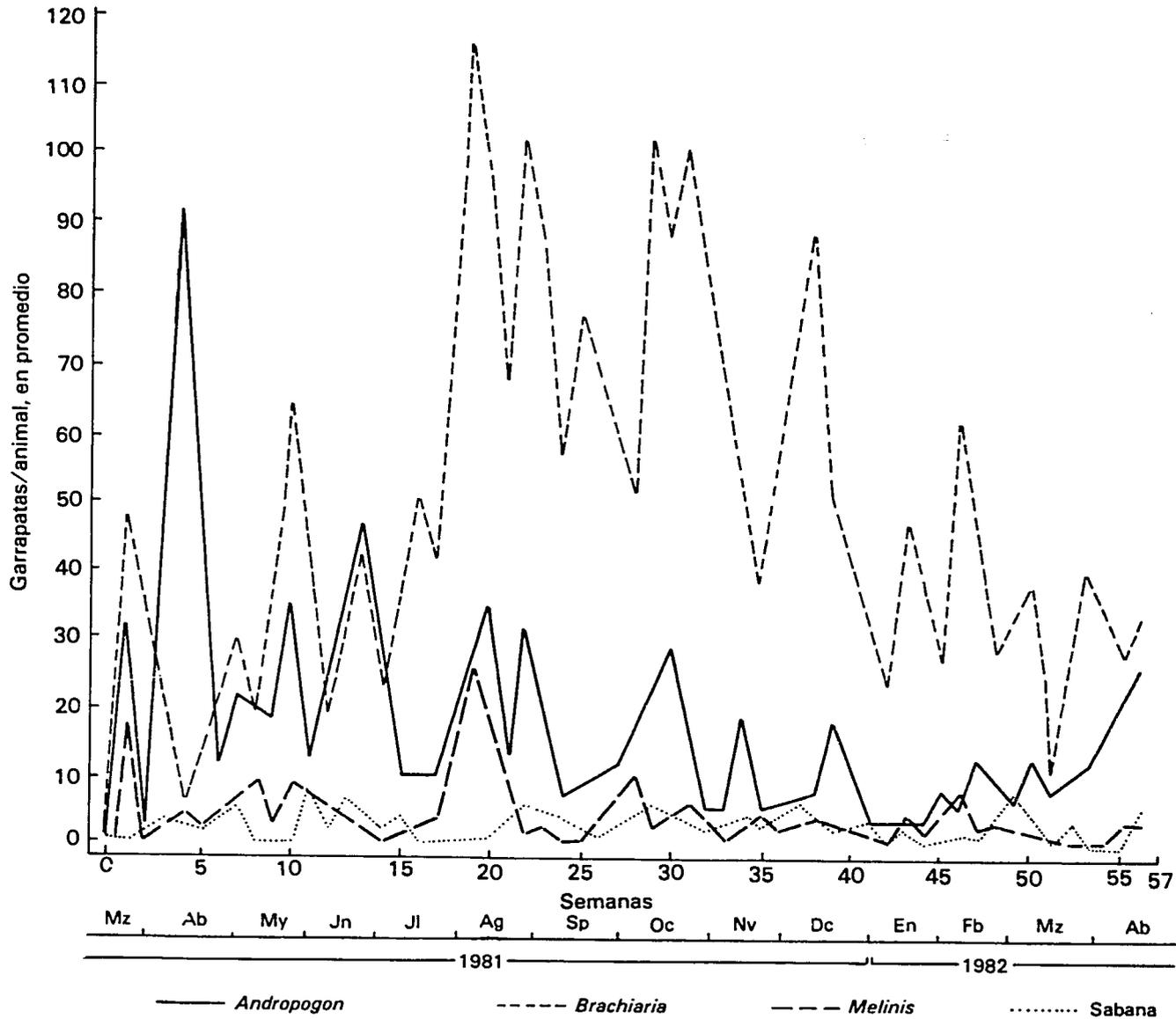


Figura 2. Niveles de garrapata Boophilus microplus en novillas que pastoreaban cuatro gramíneas en Carimagua, Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 2. Significancia estadística recuentos de adultos de Boophilus microplus en cuatro pastos, Llanos Orientales.

Pasto	Promedio <sup>a</sup>	Grupo <sup>b</sup>
<u>Brachiaria</u>	3.64	A
<u>Andropogon</u>	1.90	B
<u>Melinis</u>	1.05	B
Sabana	1.04	B

- a. Datos transformados por Log (adultos + 1).  
 b. Letras distintas denotan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) por prueba Duncan.

Cuadro 3. Estado de praderas en proyecto Boophilus. (Promedio de siete evaluaciones, cada 10 semanas).

	Andropogon	Brachiaria	Melinis	Sabana
Cobertura (%)	28.2	40.0	54.2	54.5
Altura (cm)	45.2	26.0	25.8	36.8

Además de la carga animal, la cobertura y altura del pasto son factores importantes en el mantenimiento de las poblaciones de garrapatas. Sin embargo, a pesar de que el pasto Melinis tuvo un cubrimiento superior al de Brachiaria, lo mismo que la sabana nativa, se encontraron niveles significativamente más bajos. Para Melinis es bien conocido el efecto repelente que posee el pasto para las larvas de garrapatas, y para sabana la baja carga animal probablemente son factores que influyen en las bajas poblaciones encontradas. En Andropogon con la mayor carga animal, menos cobertura y mayor altura ( $\bar{X} = 45$  cm) parece proveer con ese manejo un ambiente no muy favorable para la persistencia de las larvas en el pasto y consecuentemente en los animales.

En términos generales puede decirse que los factores ecológicos y de manejo (carga) son de gran importancia en el diseño de esquemas de

control de garrapatas en zonas tropicales. Además, se encontraron variaciones notables entre animales en resistencia individual a las garrapatas, factor éste que puede utilizarse para disminuir niveles de infestación en un área, eliminando del rebaño los más susceptibles. Para pastos que tienen coberturas similares, a mayor densidad o concentración animal mayor probabilidad de poblaciones significativamente altas de garrapatas y necesidad de mayor control. Para uso estratégico de los pastos dependiendo de la época y lluviosidad se pueden diseñar esquemas de control de garrapatas que tengan en cuenta estos factores para evitar efectos negativos en producción animal.

#### Fotosensibilización de Bovinos en *Brachiaria decumbens*

Es otro limitante al uso de esta gramínea en el área de actuación del Programa. Algunos factores que influyen en su presentación se describieron en el Informe Anual de 1981.

Se diseñó una encuesta a fincas en el piedemonte de los llanos colombianos con el objeto de conocer características de su ocurrencia en fincas donde se ha establecido *B. decumbens*. Se siguió el número de predios encuestados por el censo pecuario de la oficina de Salud Animal del ICA (2797) para escoger unos predios por muestreo estratificado aleatorio según tamaño del predio y hectáreas cultivadas de pasto, usando las técnicas de Cochran, W.G., 1963. Se escogieron 23 fincas grandes, 8 medianas y 19 pequeñas para un total de 50 predios. Con la colaboración de dos estudiantes de la Universidad del Llano se hicieron encuestas a los propietarios y encargados de hato de las 50 haciendas. El formato tenía preguntas relacionadas con características del *Brachiaria* en las fincas y con la aparición de animales enfermos con fotosensibilización en el último año. El 80% de los predios encuestados reportó haber tenido casos de fotosensibilización (Cuadro 4).

Cuadro 4. Encuesta sobre fotosensibilización en el piedemonte de los llanos.

Predios encuestados (no.)	50
Municipios: Villavicencio, Granada, Restrepo, Cabuyaro, San Martín, Acacias y Puerto López	
Area total predios	33.530 ha
Area en <i>Brachiaria decumbens</i>	10.090 ha
Animales en <i>B. decumbens</i>	13.277
Predios con fotosensibilización, 40/50	80%
Animales enfermos, 670	5%
Animales muertos, 202	1.5%
Fatalidad	30%
Epoca de presentación, lluvias	65%
Epoca de presentación, verano	21%

La movilidad reportada fue del 5% y la mortalidad del 1.5%. La rata de fatalidad fue del 30%. La época mayor de presentación de casos es durante las lluvias, 65% de los casos.

Una estimación de las posibles pérdidas económicas por la fotosensibilización en el piedemonte del llano, con estas frecuencias dan un total de \$10.771.200 pesos colombianos por año, sobre una población a riesgo de 281,500 cabezas. Las cifras de prevalencia son muy similares a las ya obtenidas de Carimagua y Quilichao; (Informe Anual 1981). El síndrome parece importante no solo por el enfermedad clínica sino por las pérdidas de peso en la forma sub-clínica.

Se diseñó un ensayo con el objeto de constatar la reproducción experimental de animales enfermos al incrementar el contenido de hongo Pithomyces chartarum en el pasto y observar el efecto de la adición de zinc al suelo y a la sal de los animales para contrarrestar la acción de la toxina del hongo sobre los mismos.

Se seleccionaron 18 novillos de 10-12 meses de edad con alto mestizaje de cebú. Los animales se llevaron a pastorear B. decumbens con el siguiente diseño experimental: área total del lote 1.8 ha. Dividido en seis parcelas de 0.3 ha cada una, cada parcela tenía 150 m de largo por 20 m de ancho. Se dispusieron tres tratamientos. El tratamiento uno (I) recibió únicamente inoculación de hongo al potrero sin ningún intento de disminuir su efecto; el tratamiento dos (II) consistió en la adición de zinc al suelo; y el tres (III) en adición de zinc a la sal. Cada lote tenía su repetición. Los seis lotes se fertilizaron con una aplicación básica de 20 kg P/ha, 50 kg Ca/ha, 50 kg K/ha, y 50 kg N/ha. En los lotes con aplicación de zinc al suelo se adicionó 5 kg de Zn/ha. La aplicación se hizo al voleo.

Los seis lotes recibieron la aplicación de esporas de hongo P. chartarum en el pasto. Se hicieron tres aplicaciones de hongo así: una 20 días antes de iniciar el pastoreo, otra cinco días antes y una tercera 20 días después de iniciado el pastoreo. En total se aplicaron en los seis potreros  $2.5 \times 10^{12}$  esporas de P. chartarum. Estas esporas se diluyeron en cerca de 50 litros de agua corriente para facilitar la aspersion en los potreros. Se hizo énfasis en inocular aquellas partes del potrero donde el pasto tenía más altura.

Se hicieron exámenes de suelo antes de la fertilización durante y al final del ensayo con el objeto de medir el contenido de minerales en el pasto, especialmente la relación calcio-zinc. Se tomaron muestras de tejido vegetal con el objeto de determinar niveles de zinc en el pasto.

La adición de 5 kg de zinc/ha al suelo resultó en incremento del contenido de Zn hacia las 12 semanas desde 1.0 ppm al inicio hasta 1.5-1.7 ppm al final del ensayo (Cuadro 5). El contenido de zinc en el tejido del Brachiaria también se incrementó en el tratamiento II de 18.2-20.9 ppm antes de aplicar el Zn al suelo hasta 34.0-35.5 ppm al final del ensayo (Cuadro 6). La relación Ca/Zn disminuyó de 224-5 al inicio hasta 151-108 al final del ensayo.

Cuadro 5. Caracterización del suelo antes y después de la fertilización y adición de zinc en ensayo de fotosensibilización, Quilichao.

Trata- miento	Parcelas	Inicio (abril 29/82) <sup>a</sup>			Final (julio 15/82)		
		P (ppm)	Ca (meq/100 g)	Zn (ppm)	P (ppm)	Ca (meq/100 g)	Zn (ppm)
I Sin Zn	1	2.3	0.9	1.0	3.6	1.4	1.4
	5	2.4	1.1	1.2	3.6	1.9	1.3
II Zn suelo (5 kg/ha)	2	3.3	1.1	1.0	3.0	1.3	<u>1.7</u>
	6	2.8	1.2	1.1	3.2	1.1	<u>1.5</u>
III Zn sal (50 ppm)	3	2.7	1.1	0.8	2.7	1.1	1.2
	4	2.8	1.2	1.1	2.6	1.1	1.1

a. Fertilización básica a todas las parcelas: 20 kg P/ha, 50 kg Ca/ha, 50 kg/ha y 50 N/ha.

Veintitrés días después del inicio del pastoreo aparecieron dos animales de los lotes 1 y 3 con síntomas externos de fotosensibilización: edema de la papada, resecaimiento y endurecimiento de la piel y prurito cutáneo. Estos dos animales murieron en los días 27 y 28 del inicio del ensayo (Cuadro 7). En el día 30 aparecen seis animales con signos de ictericia y otro con edemas subcutáneos. En el día 70 mueren dos animales y en el día 84 el único del tratamiento II.

En los tratamientos I y III todos los animales tuvieron elevados los niveles de enzima GGT en algún momento después de la exposición a las esporas del hongo (Cuadro 7). Los niveles promedio para cada lote son muy superiores para estos dos tratamientos en comparación con el tratamiento II que recibió Zn aplicado al suelo. Los niveles en enzima por tratamiento y por semana se ven en la Figura 3. El tratamiento con Zn aplicado al suelo (II), se mantiene por debajo del nivel crítico mientras que el tratamiento I sin adición de zinc, y el III con adición de Zn en la sal mantienen niveles siempre por encima del nivel crítico. El nivel crítico se determinó promediando los datos de los análisis de enzima GGT antes de exponer los animales al pasto contaminado con hongo e incrementando esta cifra con tres desviaciones estándar.

La exposición a las toxinas del hongo creciendo en la pradera de *Brachiaria* produjo la afección clínica y sub-clínica. La adición de Zn al suelo redujo considerablemente el efecto del hongo sobre los animales, murieron menos animales y el que murió ocurrió muy lentamente; tres de los animales del grupo con Zn al suelo no tuvieron en ningún

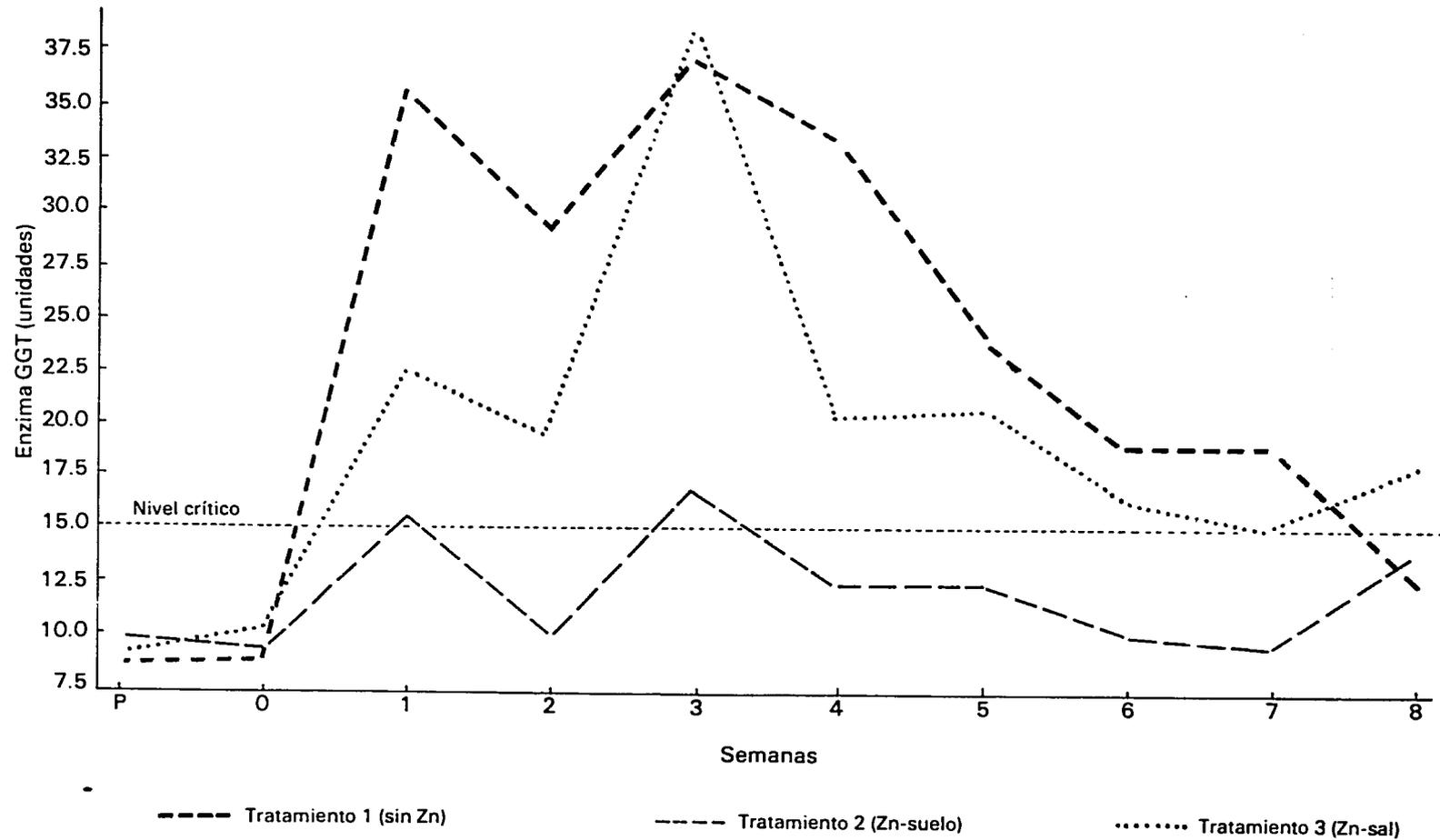


Figura 3. Niveles de enzima GGT en novillos (infección experimental de Pithomyces chartarum), en Carimagua, Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 6. Análisis de calcio y zinc en tejido de Brachiaria decumbens en parcelas de ensayo de fotosensibilización, Quilichao.

Tratamiento	Parcela (3000 m <sup>2</sup> )	Ca (%)			Zn (ppm)			Ca/Zn		
		Antes	1 mes	2 meses	Antes	1 mes	2 meses	Antes	1 mes	2 meses
I Sin Zn	1	.43	.35	.46	16.1	18.3	25.0	267	191	184
	5	.51	.34	.52	18.9	17.3	23.5	269	196	221
II Zn suelo (5 kg/ha)	2	.41	.35	.37	18.2	22.2	34.0	225	157	108
	6	.47	.33	.53	20.9	23.5	35.5	224	140	151
III Zn sal (50 ppm)	3	.49	.34	.42	18.1	19.1	26.4	270	178	159
	4	.45	.35	.54	20.0	18.8	18.1	225	191	297

Cuadro 7. Reproducción experimental y efecto de zinc en fotosensibilización, Quilichao.

Tratamiento	Lote	Animal (no.)	Mortalidad	Enzima GGT		Peso (kg)	
				Afectada	Nivel		
I Sin Zn	1	2691	+ (27 d)	+	}	36.7	-17.3
		2692		+			
		2699		+			
	5	2687	+ (70 d)	+	}	23.2	-19.6
		2696		+			
		2698		+			
II Zn en suelo	2	2682	+ (84 d)	-	}	13.0	-17.3
		2684		+			
		2702		-			
	6	2689		+	}	11.0	-12.6
		2690		-			
		2695		+			
III Zn en sal	3	2685	+ (28 d)	+	}	21.0	+10.0
		2693		+			
		2700		+			
	4	2688	+ (70 d)	+	}	26.0	- 4.0
		2686		+			
		2697		+			

momento afección hepática medida por los niveles de enzima GGT, y el incremento de nivel de la enzima fué significativamente menor ( $P < 0.05$ ) en ese grupo en relación con los otros dos tratamientos por la prueba de Duncan (Cuadro 8). Se eliminaron sin embargo los datos de un animal (el que murió del lote 2) que se comportó muy diferente a los otros cinco de este grupo.

Este ensayo dio una buena indicación de que el hongo P. chartarum al adicionarse en suficiente cantidad a una pradera de B. decumbens reproduce experimentalmente la fotosensibilización. La medición de funcionamiento del hígado por medio de niveles de enzima GGT es un buen indicador de la fotosensibilización sub-clínica y el Zn aplicado al suelo disminuye significativamente el efecto de las toxinas del hongo sobre los animales.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para variable incremento de GGT en novillos infectados experimentalmente en Quilichao.

Tratamiento	N	Promedio incremento	Grupo
I	6	9.6	A <sup>a</sup>
III	6	7.4	A
II	6	0.8	B

a. Letra distinta, diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

Como se reportó anteriormente, el hongo es un saprofito que se encuentra en muchas gramíneas y leguminosa; por lo tanto representa un peligro potencial si se presentan condiciones que favorezcan su multiplicación. Por otra parte es muy importante constatar si niveles un poco más altos de Zn aplicado al suelo disminuye aún más el efecto de la toxinas del hongo sobre los animales, y si económicamente justifica su utilización.

## Economía

Durante 1982 las actividades de la Sección Economía incluyeron:

- 1) Trabajos en diagnóstico de sistemas predominantes:
  - A. Finalización del estudio técnico-económico de sistemas ETES en Colombia, Venezuela y Brasil.
  - B. Avance en análisis de sistemas de ganadería de doble propósito en las Provincias Centrales de Panamá.
  - C. Apoyo a IVITA-Perú en el análisis exploratorio de los sistemas de producción en la Amazonía, región de Pucallpa.
  - D. Encuesta sobre utilización de pastos sembrados en la Altillanura colombiana.
  
- 2) Análisis de la rentabilidad de la tecnología de pastos mejorados:
  - A. A nivel de estación experimental, se evaluó la rentabilidad de diversas alternativas de pasturas desarrolladas por el Programa en ceba de novillos.
  - B. A nivel de finca, se iniciaron trabajos para cuantificar el impacto económico del uso estratégico de pastos mejorados en hatos de cría.
  
- 3) Análisis del marco económico de la ganadería y sus implicaciones en la tecnología de pasturas:
  - A. Se concluyó el proyecto colaborativo FAO-CIAT sobre "Potencial de producción de carne vacuna en América Latina: Estudio de casos".
  - b. Se hizo un nuevo esfuerzo para implementar un banco de datos sobre precios de insumos y productos relacionados con la tecnología de pasturas en diversos países del trópico latinoamericano.
  - C. Se cuantificó la estacionalidad de la oferta y de los precios de novillos en los principales mercados de Colombia y se evaluaron las implicaciones de este hecho para la tecnología de pastos mejorados.
  
- 4) Se dió entrenamiento a cuatro investigadores visitantes de Panamá, Perú y Colombia.

### Evaluación Técnico-Económica de Sistemas de Producción de Ganado (ETES)

Como lo reporta la Sección Sistemas de Producción, durante este año se concluyó este proyecto llevado a cabo conjuntamente por las Secciones de Sistemas de Producción y Economía. Buena parte de los recursos humanos de esta sección fueron dedicados a la finalización de los informes económicos por países. Estos resultados fueron presentados en

el taller de trabajo interno realizado en Julio en CIAT y están siendo circulados a colaboradores previamente a su publicación.

Conclusiones generales tanto biológicas como económicas han sido presentadas en el informe de la Sección Sistemas de Producción en este mismo volumen.

### Diagnóstico de Sistemas de Producción de Ganado de Doble Propósito en las Provincias Centrales de Panamá.

El objeto de este proyecto colaborativo con el Banco Nacional de Panamá es caracterizar los sistemas de producción de doble propósito (carne y leche) existentes en las Provincias Centrales de Panamá. Se trata de una región con suelos ácidos e infértiles en un ecosistema de transición entre sabana y bosque tropical con una marcada época seca de Diciembre a Abril. La región presenta una estructura de fincas de tamaño pequeño con pocas alternativas de cultivos debido a factores tanto biológicos (suelo, topografía, clima) como económicos (política económica abierta al mercado internacional, tamaño reducido de empresa). Bajo estas condiciones se ha desarrollado un sistema de producción de doble propósito que permite aprovechar los recursos de forraje y mano de obra eficientemente mediante el ordeño, pero simultáneamente mantiene la flexibilidad de adaptarse a condiciones periódicas de estrés nutricional del ganado dejando de ordeñar y produciendo exclusivamente carne.

La importancia de este sistema de producción se aprecia por el hecho de que el 85% de la leche producida y el 96% de las vacas ordeñadas en Panamá corresponden a este sistema de producción. Esta característica, así como las condiciones de suelo y clima, llevan a una fuerte estacionalidad de la producción lechera del país (Figura 1).

Dado que el país importa entre el 30% y el 40% de la leche total consumida, esta estacionalidad de la producción interna no se refleja en su magnitud total a nivel de consumidor. Sin embargo, la estacionalidad afecta fuertemente los ingresos de los productores agropecuarios, particularmente los de estratos menores en regiones de fuerte período seco como las Provincias Centrales. Cabe destacar que según el censo de 1970, el 98.7% de los establecimientos agropecuarios del país tenían un área menor de 200 ha. Estos establecimientos controlaban el 66% de las tierras agropecuarias del país.

Dadas estas características, para el estudio se seleccionaron seis fincas de un total de 70 fincas de doble-propósito localizadas en las Provincias Centrales (Coclé, Herrera, Los Santos y Veraguas) que han recibido créditos del Programa de Desarrollo Ganadero del Banco Nacional de Panamá. Criterios adicionales de selección fueron el tamaño (20-200 ha), la dedicación prioritaria del propietario a la finca y la disposición a cooperar con el proyecto.

La recopilación de la información se llevó a cabo de la siguiente manera:

- a) Al inicio y final del año de "monitoreo", levantamiento del

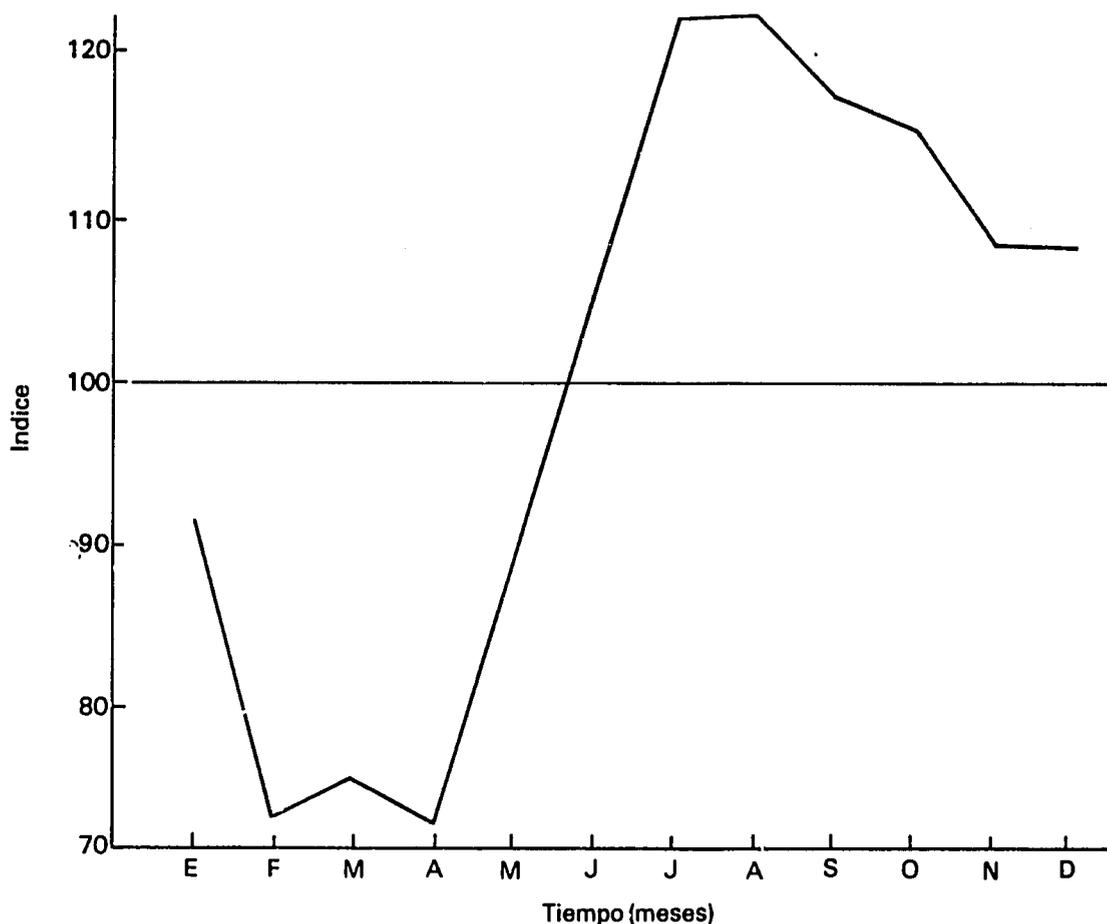


Figura 1. Estacionalidad de la producción de leche fresca en Panamá.

inventario de recursos (tierra, ganado e infraestructura) y de la situación financiera.

- b) Tres veces al año (cambios de estación seca a lluviosa y viceversa) "trabajos de corral" con registro de información en animales individuales, sobre peso, edad, estado reproductivo, tipo racial e incidencia de ciertas enfermedades.
- c) Quincenalmente se realizaba el control lechero de todas las vacas en ordeño, actualización de movimiento de ganado, principales trabajos realizados, y registro de ingresos y egresos de la finca.

El Cuadro 1 presenta la fisiografía y las características químicas de los suelos de las fincas "monitoreadas". Se observa la existencia de importantes áreas de topografía ondulada y quebrada, factores que explican la vocación ganadera de estas fincas.

Cuadro 1. Fisiografía de las fincas y características químicas de sus suelos.

Características	Finca No.						Promedio 01-06
	01	02	03	04	05	06	
<u>Topografía (%)</u>							
Plana	85	22	100	35	26	0	55
Ondulada	10	32	0	65	52	100	35
Quebrada	5	46	0	0	21	0	10
<u>Características químicas<sup>a</sup></u>							
pH	5.6	5.9	5.1	5.6	5.0	5.9	5.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	12.2	3.3	10.8	3.0	2.6	2.3	5.7
K <sup>+</sup> (ppm)	141	196	113	150	158	193	159
Ca (meq/100 g)	15.8	16.8	6.2	4.2	5.6	14.7	10.5
Al (meq/100 g)	0.9	0.2	0.1	0.1	1.1	0.1	0.4
MO (%)	3.0	3.9	3.0	2.1	3.4	3.2	3.1

a. Promedios ponderados según la extensión de los suelos de diferentes calidades.

Las características químicas indican niveles de acidez moderada y niveles de nutrientes superiores, en general, a los encontrados en Oxisoles de la Altillanura Colombiana. A pesar de la aptitud potencial para cultivos de ciertos bajos de las fincas "monitoreadas" con niveles adecuados de nutrimentos, aquéllos no son plantados debido a los riesgos de inundación.

Estas características del recurso tierra de las fincas determinan el tipo de pastura empleado (Cuadro 2). Las pasturas nativas e H. rufa representan el 74% del área de las fincas y se concentran en las partes altas y menos fértiles.

Sectores de mayor fertilidad y humedad son aprovechados para el establecimiento de B. mutica y P. maximum. La existencia de pequeñas áreas de otras especies de gramíneas (B. decumbens, Cynodon plectostachyus, Echinochloa polustachya, B. decumbens) indica el esfuerzo de prueba y error de los ganaderos en busca de especies adaptadas a sus condiciones locales. El uso de pasto de corte (S. sinensis) no se encuentra muy difundido. La existencia de recursos forrajeros de diferente calidad en una misma finca explica la necesidad de un manejo adecuado de este recurso, lo cual se refleja en el grado de apotramiento observado.

Cuadro 2. Area total, apotreramiento y uso de la tierra.

Características	Finca No.						Promedio 01-06
	01	02	03	04	05	06	
<u>Area total</u> (ha)	25	62	167	52	50	57	69
<u>Potreros</u>							
Número	14	12	17	7	7	7	10.7
Tamaño, promedio (ha)	1.8	5.2	9.8	7.4	7.1	8.1	6.5
<u>Uso de la tierra (%)</u>							
Pastos naturales <sup>a</sup>	26	12	22	65	96	-	32.3
<u>H. rufa</u>	18	67	43	-	-	97	42.1
<u>B. mutica</u>	39	-	25	23	-	-	15.3
<u>P. maximum</u>	9	-	8	-	-	-	3.7
<u>B. decumbens</u> <sup>b</sup>	-	13	-	-	-	-	1.9
Otros pastos	8	-	2	-	4	-	1.8
Soca de cultivos	-	2	-	12	-	-	1.8
Cultivos	-	6	-	-	-	3	1.3

- a. Comprenden las especies Paspalum spp., y Axonopus spp. mezclado con H. rufa degradado.
- b. Incluye: Cynodon plectostachyus, Echinochloa polystachya, B. radicans, Digitaria decumbens, Saccharum sinensis.

El tamaño del hato, en promedio, fue de 118 cabezas con un rango de 48 hasta 236 cabezas (Cuadro 3). Esto representa una carga en promedio, de 1.4 UA/ha, carga mayor que la observada en otras regiones de sabanas y bosques tropicales y probablemente excesiva en ciertos casos. Esto puede deberse en parte a las dificultades imperantes durante el año de "monitoreo" en Panamá para la venta de ganados.

La composición del hato refleja la dedicación a cría y leche presentando un promedio de 70% de hembras. Los machos de más de un año constituyen solo el 19% del hato. La importancia relativa de la producción de leche está indicada por el grado de mestizaje de las vacas con razas europeas (63%, en promedio). Es evidente una tendencia de las fincas con recursos forrajeros de mayor calidad a presentar grados de mestizaje más altos.

En promedio, la inversión total por finca "monitoreada" fue de US\$61,171 (Cuadro 4). El ganado representaba la mayor inversión con un 52% del total seguido por la tierra con el 39%. La baja incidencia, en promedio, del rubro infraestructura (8%) se refleja en el hecho de que son muy limitadas las instalaciones de corrales y galeras, consistiendo fundamentalmente en cercas.

Cuadro 3. Tamaño y composición del hato bovino<sup>a</sup>.

Características	Finca No.						Promedio
	01	02	03	04	05	06	01-06
<b>Totales</b>							
Cabezas	48	98	236	128	105	91	118
Cabezas/ha <sup>b</sup>	1.6	1.6	1.4	2.5	1.4	1.5	1.6
UA <sup>c</sup>	41	86	208	110	89	80	102
UA/ha <sup>b</sup>	1.4	1.4	1.2	2.1	1.2	1.3	1.4
<b>Categoría animal (%)</b>							
Vacas	46	33	28	40	35	21	32.2
Ternereras (0-1 año)	14	7	11	12	12	11	11.2
(1-2 años)	19	17	20	18	10	14	16.7
(2-3 años)	2	6	9	4	7	9	6.9
(> 3 años)	2	1	7	-	5	-	3.4
Total hembras	83	64	75	74	69	55	70.4
Terneros (0-1 año)	15	18	6	12	15	8	10.7
Novillos (1-2 años)	-	16	10	13	14	17	11.9
(2-3 años)	-	-	8	-	-	15	4.7
(> 3 años)	-	-	-	-	-	2	0.3
Toros	2	2	1	2	2	3	2.0
Total machos	17	36	25	26	31	45	29.6
Vacas cruzadas con razas europeas (%)	84	47	67	59	79	41	63

a. Según inventario inicial de junio 1 de 1981.

b. Incluyendo terrenos alquilados.

c. Coeficientes usados: vaca (1.0 UA), toro (1.5 UA), animal > 2 años (1.0 UA), animal de 1-2 años (0.8 UA), animal de 0-1 año (0.8 UA).

Las fincas "monitoreadas" generan un empleo importante con un uso promedio de 542 jornales anuales por finca (Cuadro 5). En promedio, el 33% es mano de obra familiar presentando, sin embargo, un rango muy amplio desde 4% a 100%. Llama la atención la reducida variabilidad en el total de jornales utilizados tanto por hectárea como por unidad animal. Estos hechos parecen estar asociados con la presencia del ordeño en este sistema.

El manejo de estas fincas se caracteriza por:

1. Subdivisión del hato en un lote de vacas en ordeño y en otro con las restantes categorías.

Cuadro 4. Monto y estructura del capital invertido.

Finca no.	Inversión (US\$)			Distribución porcentual de las inversiones			
	Total	por ha <sup>a</sup>	por UA <sup>b</sup>	Tierra	Ganado	Infra- estructura	Equipo pequeño
1	27,396	1095	666	39	56	4	1
2	43,416	700	504	47	46	6	1
3	147,547	883	712	38	53	8	1
4	51,177	984	466	37	59	4	0
5	50,289	1005	562	30	55	10	5
6	47,203	828	590	43	48	7	2
Promedio	61,171	888	598	39	52	8	1

a. Sin incluir terrenos alquilados temporalmente.

b. Unidades animales del inventario inicial calculado en función de:  
1 vaca = 1.0 UA, 1 ternero = 0.6 UA, animal levante de 1-2 años =  
0.8 UA, 1 toro = 1.5 UA.

Cuadro 5. Uso de mano de obra durante un año.

Finca no.	Total	Jornales			
		Familiar (%)	Contratados (%)	por ha <sup>a</sup>	por UA <sup>b</sup>
1	273	66	34	10.9	6.6
2	425	48	52	6.9	4.9
3	1293	4	96	7.7	6.2
4	419	20	80	8.1	3.8
5	362	17	83	7.2	4.0
6	480	100	0	8.4	6.0
Promedio 1-6	542	33	67	7.9	5.3

a. Sin incluir terrenos alquilados.

b. Calculado en base del inventario inicial de ganado bovino  
a junio 1 de 1981.

2. Monta continua y no controlada.
3. Ordeño en verano sólo en fincas con abundantes recursos de tierras bajas.
4. No utilización de prácticas de conservación de forraje.
5. Uso muy limitado de pasto de corte y suplementos tanto minerales como alimenticios.
6. Un solo ordeño diario iniciado aproximadamente dos semanas después del parto y estimulado por el amamantamiento del ternero.
7. Separación de los terneros de menos de cinco meses una hora después del ordeño e inmediatamente después del mismo en animales de mayor edad, generalmente en pasturas de baja calidad o en corrales.

En las próximas etapas de este proyecto se espera cuantificar la eficiencia de este sistema tanto biológica como económicamente e identificar cuellos de botella susceptibles de ser superados por la investigación y la extensión agropecuaria, con particular énfasis en el papel desempeñado por las pasturas mejoradas en este sistema.

#### Análisis Exploratorio de los Sistemas de Producción en la Amazonía, Región de Pucallpa

Se brindó apoyo en el análisis e interpretación de una encuesta realizada por el Ing. Alfredo Riesco del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) a 70 productores agropecuarios a lo largo de 150 km de la carretera Pucallpa-Lima y de ramales secundarios.

El Cuadro 6 presenta la disponibilidad media de recursos de tierra y ganado de los fundos encuestados. Las principales características del sistema de producción son:

1. Carácter familiar de la mayoría de las empresas.
2. Tamaño relativamente pequeño de los fundos (60 ha, 25 cabezas de ganado).
3. Importancia de la agricultura como fuente de ingreso y forma de utilizar la fertilidad acumulada por la vegetación nativa (bosque).
4. Rol de las pasturas como uso subsiguiente a la fase de cultivos, después de la apertura del bosque y compitiendo con la alternativa de dejar regenerar el bosque secundario (purma).
5. Existencia de importantes área de pasturas en proceso de degradación.

Cuadro 6. Disponibilidad media de recursos de tierra y ganado en sistemas agro-pastoriles en Pucallpa, Perú (Amazonía).

---

<u>Area total</u> .....	59.7 ha	
Cultivos anuales .....	5.4 ha	
Cultivos permanentes .....	1.0 ha	
Purma <sup>a</sup> .....	9.8 ha	
Bosque .....	18.4 ha	
Pasturas .....	24.8 ha	Naturales..... 36%
		Kudzu .....
		22%
		<u>Brachiaria</u> .....
		18%
		Asociación
		gramíneas-leguminosas.. 14%
<u>Número de cabezas total</u> .....	25	
Vacas .....	11	
Vacas en ordeño .....	1	
Carga en pastos .....	0.9 UA/ha	

---

a. Bosque secundario.

FUENTE: Alfredo Riesco, Análisis exploratorio de los sistemas de producción en la Amazonía--región de Pucallpa, CIAT, junio de 1982.

Estas características parecen indicar un vasto potencial para una tecnología de pasturas que permita reducir el problema de la degradación del ecosistema, ofreciendo alternativas de pasturas adaptadas dentro de sistemas de producción integrados para este ecosistema, sometido a natural "colonización" (tala y apertura del bosque) en respuesta a presiones socioeconómicas de la sobrepoblada región andina peruana.

Utilización de Pastos Sembrados en la Altillanura Colombiana

Con el fin de conocer mejor el uso de los pastos sembrados por parte de los productores comerciales en la Altillanura, se realizó una encuesta en 28 fincas ubicadas entre Puerto López y Puerto Gaitán, que habían informado tener pastos sembrados en una encuesta previa realizada por esta sección de Economía en 1981.

La encuesta cubre un total de 88,400 ha: 11% en fincas de menos de 1500 ha, 28% en fincas entre 1500 y 400 ha y 61% en fincas de más de 4000 ha. De esta área total el 4.5% (3952 ha) han sido sembradas con pastos. Como se observa en el Cuadro 7, el área en promedio, en pastos sembrados es de 141 ha por finca, no variando sustancialmente entre estratos. Por el contrario, el porcentaje del área total en pastos

Cuadro 7. Areas en pastos sembrados y apotrerramiento de los mismos por estrato de tamaño de finca, Llanos Orientales, 1982.

Estratos de tamaño (ha)	Fincas <sup>a</sup>		Area, promedio en pastos (ha)	Porcentaje área en pastos <sup>b</sup>	Potreros	
	No.	Area, promedio (ha)			Número, promedio	Area, promedio (ha)
1 - 1499	11	864	131	15.1	7.1	18
1500 - 3999	11	2282	162	7.1	5.4	30
> 4000	6	8967	122	1.4	4.5	27
Total	28	3157	141	4.5	5.8	24

- a. Area total cubierta por la encuesta: 88,400 ha  
b. Area con pastos sembrados: 3952 ha

sembrados decrece de 15.1% del área, total para el estrato de menores tamaños, a 1.4% para el estrato de mayores tamaños (más, de 4000 ha). Se observa que los pastos sembrados están subdivididos, existiendo, en promedio, 5.8 potreros de pastos sembrados con un área, promedio, de 24 ha, y no se presentan diferencias marcadas entre estratos.

B. decumbens es claramente la especie dominante con un 88% del área total de pastos sembrados en las fincas encuestadas. A. gayanus, especie recientemente lanzada por el ICA para la región, le sigue con un 3.3% del área total en pastos sembrados. Cabe destacar, sin embargo, que B. humidicola, con 4.6% del área en pastos sembrados del estrato inferior, supera en este estrato a A. gayanus con 2.7% (Cuadro 8). Todo ésto indica que la dinámica de adopción de pastos ha sido bastante importante, dado que las tres especies predominantes son de introducción relativamente reciente a la región.

La fertilización es una práctica ampliamente difundida entre los productores encuestados. Solo el 7% de las hectáreas sembradas entre 1979 y 1982 no fueron fertilizadas. Estas áreas no fertilizadas corresponden fundamentalmente a siembras de M. minutiflora, y H. rufa, especies ya tradicionales en la región. Escorias Thomas (Calfos) es el fertilizante más usado. Los niveles aplicados por hectárea corresponden aproximadamente a los recomendados por los centros de investigación agropecuaria (Cuadro 9). Llama la atención el uso de cal agrícola en siembras de B. decumbens y A. gayanus.

El uso de pasto sembrado (Cuadro 10) muestra que los ganaderos son concientes del costo de este recurso y de la necesidad de usarlo eficientemente. Mientras las sabanas se manejan fundamentalmente bajo regímenes de pastoreo continuo, de los 164 potreros encuestados 101 eran

Cuadro 8. Areas sembradas en pastos según especie y tamaño de finca (en porcentaje del área total en pastos del estrato) en la Altillanura colombiana.

Especie de pasto	Tamaño finca (ha)			Total
	(I) 1-1499	(II) 1500-3999	(III) >4000	
<u>B. decumbens</u>	90.1	84.3	92.2	87.9
<u>A. gayanus</u>	2.7	2.6	6.1	3.3
<u>B. humidicola</u>	4.6	2.5		2.8
<u>M. minutiflora</u>	1.4	7.9		4.0
<u>H. rufa</u>	0.7	2.2	1.7	1.6
Mezclas con leguminosas	0.5	0.5		0.4
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Cuadro 9. Uso de fertilizantes en establecimiento de pastos.

Característica	Especie de pasto				
	B. decumbens	A. gayanus	B. humidicola	Mezclas con leguminosas	Otras gramíneas <sup>a</sup>
<b>Total hectáreas</b>					
Sembradas	1215	129	85	16	131
Fertilizadas	1205	129	55	16	71
<b>Fertilizantes</b>					
<b>Calfos:</b>					
ha	733	81	40	16	71
kg/ha, promedio	220 <sup>b</sup>	320 <sup>c</sup>	325	500	115
<b>Cal:</b>					
ha	127	30			
kg/ha, promedio	764	500			
<b>Calfos + cal:</b>					
ha	147	13	15		
kg/ha, promedio calfos	200 <sup>d</sup>	200	200		
kg/ha, promedio cal	1000 <sup>d</sup>	1000	1000		
<b>Roca fosfórica:</b>					
ha	100				
kg/ha, promedio	400				
<b>Urea<sup>e</sup>:</b>					
ha	98				

- Incluye M. minutiflora y mezclas de gramíneas.
- Promedio de 640 ha.
- Promedio de 35 ha.
- Promedio de 73 ha.
- No informaron cantidad por hectárea.

Cuadro 10. Utilización de potreros<sup>a</sup> por especie de pasto.

	Especie de pasto					Total
	B. decumbens	B. humidicola	A. gayanus	M. minutiflora	H. rufa	
1. No saben o no utilizados aún	6	3	2	0	0	11
2. Descanso (potrero casi sin pasto)	14	0	0	0	0	14
3. Rotación indiscriminada	70	8	2	6	1	87
4. Ceba de novillos y vacas de descarte	12	0	2	1	0	15
5. Vacas de ordeño	2	0	1	0	0	3
6. Vacas de ordeño + caballos	9	0	1	1	0	11
7. Animales en mal estado	14	0	0	0	0	14
8. Animales en mal estado + caballos	2	0	0	0	1	3
9. Animales en mal estado + vacas de ordeño	3	0	0	0	0	3
10. Semilla	0	0	3	0	0	3
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>164</b>

a. 164 potreros cubiertos por la encuesta.

rotados o descansados. Las categorías que más frecuentemente utilizan el pasto sembrado son animales en mal estado, vacas en ordeño, novillos de ceba y vacas de descarte.

La información recabada por esta encuesta indica que la ausencia casi total de manejo, frecuentemente postulada para la ganadería del Llano, puede, de hecho, no ser tal cuando existe un recurso que justifica un manejo más intensivo. Esta conclusión podría ser de gran trascendencia para el diseño de futuras opciones tecnológicas para la Altillanura Colombiana.

#### Análisis de la Rentabilidad de Sistemas de Ceba en Pastos Mejorados en los Llanos Orientales de Colombia

Los resultados de tres años de pruebas del pastoreo de varias especies y asociaciones en el CNIA-Carimagua, han llevado a realizar un análisis de la probable rentabilidad de estas tecnologías en los Llanos Orientales. Un análisis preliminar de algunas de estas pasturas en ceba había sido realizado por Nores y Estrada en 1978.

Se calcularon tasas internas de retorno a precios constantes para una finca hipotética de 300 ha de superficie, no incluyendo el valor de la tierra en el análisis.

Se corrigieron las cargas empleadas en los experimentos con novillos de 170 kg a su equivalente en novillos de 250 kg iniciales usados comercialmente para la ceba. Se asume que la ceba se inicia con carga baja durante la época seca y que se completa al inicio de las lluvias vendiéndose la totalidad al final de la época de lluvias. En ausencia de información experimental sobre persistencia de pasturas, se asumieron vidas útiles de 6 y 12 años y niveles de productividad constantes e iguales al promedio de los tres primeros años, haciéndose fertilizaciones bianuales a los niveles recomendados por el CIAT durante el período de observación.

El Cuadro 11 presenta los indicadores de productividad asumidos para la evaluación económica. Las tasas internas alcanzadas (Cuadro 12) indican, en términos generales, lo atractiva que resulta la ceba en pastos mejorados.

Se observa que aun en un análisis que no incluya el valor de la tierra las tasas de retorno son bastante sensibles a la distancia del mercado debido al incremento del costo de transporte de insumos y productos. Análisis previos han mostrado la alta sensibilidad de las tasas de retorno a períodos de vida útil inferiores a los seis años. Por encima de esta duración el efecto es mucho menor.

Para el análisis del atractivo relativo de las alternativas... presentadas deben tenerse presentes los limitantes de orden estadístico de los resultados. Dado el tamaño de la muestra y la variabilidad de los resultados de año a año, no es posible hacer inferencias sobre la significancia estadística de las diferencias observadas. Por otra parte, los índices de productividad se han obtenido bajo condiciones experimentales muy probablemente superiores a las alcanzables comercialmente.

Como base para la comparación entre alternativas se toma el nivel de rentabilidad obtenido con B. decumbens puro (Alternativa 6) la especie mas utilizada actualmente para ceba de novillos en los Llanos Orientales. Cabe destacar que el uso de esta especie como referencia puede estar sesgando, en cierta medida, los resultados debido a las características de la época seca de los últimos años. La ocurrencia de algunas precipitaciones durante el período seco ha favorecido el crecimiento de las gramíneas en esta época, reduciendo el consumo de leguminosas. Mayores períodos de estrés por de sequía probablemente hubiesen resultado en mayores ventajas para las estrategias con leguminosas.

Las asociaciones A. gayanus + S. capitata, B. decumbens con P. phaseoloides en franja, y el uso de sabana con 2940 m<sup>2</sup>/cabeza de P.

Cuadro 11. Productividad asumida para la evaluación económica.

Sistema no.	Epoca seca (3½ meses)				Epoca lluviosa (8½ meses)				Total anual	
	Carga (UA/ha) <sup>b</sup>		g/día	Total (kg/cab)	Carga (UA/ha) <sup>b</sup>		g/día	Total (kg/cab)	kg/cabeza	kg/ha <sup>b</sup>
	A <sup>a</sup>	B <sup>b</sup>			A <sup>a</sup>	B <sup>b</sup>				
1. <u>A. gayanus</u> + <u>S. capitata</u>	1.2	0.82	255	26.7	1.9	1.29	636	165.3	192.0	235.1
2. <u>A. gayanus</u> + <u>Zornia</u>	1.2	0.82	148	15.5	1.3	0.88	636	165.3	180.8	158.2
3. <u>A. gayanus</u> + Kudzu	1.2	0.82	371	38.9	1.8	1.22	596	154.9	193.8	220.1
4. Sabana + Kudzu <sup>c</sup> (0.17 cab/ha)	0.3	0.17	136	14.2	0.3	0.17	432	112.3	126.5	21.5
5. Sabana + Kudzu (0.34 cab/ha)	0.5	0.34	55	5.7	0.5	0.34	373	96.9	102.6	34.9
6. <u>B. decumbens</u>	1.3	0.88	201	21.1	1.9	1.29	528	137.3	158.4	195.7
7. <u>B. decumbens</u> + Kudzu-bloques <sup>d</sup>	1.3	0.88	347	36.4	1.9	1.29	492	127.9	164.3	197.0
8. <u>B. decumbens</u> + Kudzu-franjas	1.3	0.88	468	49.1	1.9	1.29	568	147.6	196.7	233.6

- a. Carga utilizada en experimentación basada en un novillo de 170 kg de peso inicial; cab = cabezas de ganado.  
 b. Carga basada en un novillo de 250 kg de peso inicial ajustando por igual peso vivo inicial por hectárea.  
 c. 2940 m<sup>2</sup>/cabeza ajustados por peso inicial de novillos.  
 d. 30% del área.

Cuadro 12. Rentabilidades<sup>a</sup> de ceba en distintas alternativas de pasturas mejoradas según ubicación geográfica y persistencia de la pastura.

Sistema No.	Rentabilidad (%) para persistencia de:					
	6 años		12 años		6 años	
	Puerto López	Puerto López	Puerto Gaitán	Puerto Gaitán	Carimagua	Carimagua
1. <u>A. gayanus</u> + <u>S. capitata</u>	28.08	30.40	26.14	28.08	24.22	26.23
2. <u>A. gayanus</u> + <u>Zornia</u>	21.75	24.40	19.82	22.65	18.01	20.87
3. <u>A. gayanus</u> + Kudzu	21.02	23.79	19.03	21.61	16.89	17.78
4. Sabana + Kudzu (0.17 cab/ha)	24.18	24.89	22.10	22.86	20.01	20.87
5. Sabana + Kudzu (0.34 cab/ha)	17.10	17.79	15.06	15.70	13.11	13.89
6. <u>B. decumbens</u>	22.58	24.65	20.55	22.69	18.48	20.69
7. <u>B. decumbens</u> + Kudzu-bloques	20.75	23.11	18.77	21.13	16.75	19.20
8. <u>B. decumbens</u> + Kudzu-franjas	26.78	28.88	24.70	26.90	22.58	24.88

- a. Tasa interna de retorno (TIR) total del modelo de 300 ha sin incluir valor de la tierra; cab = cabezas de ganado.

phaseoloides como banco y una carga de 0.17 cabezas/ha presentaron tasas internas de retorno elevadas (20-26%) y consistentemente superiores, en alrededor de seis puntos, a las de B. decumbens puro.

Cabe preguntarse si la diferencia de rentabilidad entre estrategias con leguminosa y sin ella será suficiente para estimular la adopción de aquéllas en vista de las exigencias adicionales de manejo. Por otro lado, el riesgo potencial de ataque del "mión" en B. decumbens es un incentivo más para la adopción de pasturas tolerantes alternas. Debe también tenerse en cuenta que la ceba en la Altillanura no ocurre como una actividad especializada sino como parte de sistemas de ciclo completo. En este contexto es muy probable que la pastura con leguminosa sea usada para la reconcepción de vacas lactantes, la recuperación de animales en mal estado y otros usos estratégicos durante la época seca, y para la ceba de novillos durante el período de lluvias. Este tipo de uso integrado al sistema global de la finca debe implicar un impacto de la leguminosa aún mayor que el documentado por este análisis limitado a la ceba.

#### Impacto Económico del Uso Estratégico de Pastos Mejorados en Hatos de Cría

Como lo reportó la sección Sistemas de Producción se viene evaluando el impacto de pastos sembrados a nivel de fincas comerciales. Un análisis preliminar de la rentabilidad del uso del pasto para el hato

de cría ha mostrado que se pueden lograr tasas de retorno atractivas. Cabe resaltar que debido a los desfases en el tiempo del impacto de la mejor nutrición en las diferentes categorías, no se puede considerar que se está ante una situación estable. Sin embargo, llama la atención que para la finca en estudio el incremento de peso de las vacas y el aumento en carga implican un beneficio sustancialmente mayor que el causado por el aumento de las tasas de parición. Serán necesarios más años y más observaciones para confirmar o refutar las tendencias iniciales.

### Potencial de Producción de Carne Vacuna en América Latina: Estudio de Casos

Finalizó este estudio colaborativo FAO-CIAT en el que se analizaron las tendencias, a mediano y largo plazo, de la oferta y la demanda de carne así como la interacción de estas tendencias con el desarrollo de tecnologías de pasturas para regiones actualmente marginales y con la implementación de diversas políticas pecuarias.

El trabajo se basó en estudios de casos de varios países latinoamericanos tanto del área tropical como templada, intentando extraer consecuencias de carácter general para la región. Paralelamente se desarrollaron metodologías para recomponer información incompleta o inconsistente de inventarios basados en las series históricas de matanza y para realizar proyecciones de la matanza.

Se concluyó que la brecha entre oferta y demanda de carne bovina es creciente en el trópico latinoamericano causando una tendencia alcista en los precios al consumidor. Esta tendencia está en cierta medida, atenuada por el incremento en la oferta de sustitutos, particularmente de pollo. Sin embargo, una acentuación del proceso de sustitución es poco probable debido a rigideces en los patrones de consumo y a la estructura de costos de las industrias productoras de sustitutos. Estos aspectos podrán ser tema de futuros estudios de más profundidad.

La tecnología de los pastos mejorados para áreas marginales puede hacer una contribución para atenuar las tendencias alcistas de los precios. Sin embargo, el impacto será muy variable entre países debido a las diferencias que hay entre éstos en la relativa importancia de las zonas de suelos marginales dentro del contexto nacional del sector pecuario.

Finalmente, el estudio resaltó la interacción entre la adopción de la tecnología y la política agropecuaria. Dado el lento impacto de cambios tecnológicos en el flujo de caja de los establecimientos ganaderos, es necesario que exista confianza entre los productores en la continuidad de las pautas de políticas definidas. Esto resulta particularmente difícil para países como Uruguay donde el sector pecuario depende estrechamente del comercio exterior y, por consiguiente, de toda la conducción económica del país.

## Precios de Productos e Insumos Ganaderos en diferentes regiones de América Latina Tropical

Dada la importancia de los precios absolutos -y aún más de los relativos- de insumos y productos para el diseño y la adopción de tecnología, se hizo una encuesta a los responsables de ensayos regionales de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) en el Trópico latinoamericano. De los 32 formularios enviados se recibieron 12 diligenciados hasta septiembre de 1982 y 15 a noviembre 1° del mismo año.

El Cuadro 13 presenta la información de precios absolutos durante junio-julio de 1982 en siete localidades de seis países. Llama la atención la variabilidad de los precios entre países y localidades, reflejo de las disponibilidades relativas diferentes de recursos así como de las diferencias en política cambiaria y de los precios internos. Particularmente llamativos son los precios de fertilizantes y combustibles en México así como las diferencias en salarios entre Antioquia y Caquetá, dos regiones de Colombia.

Los precios relativos en términos de kg de novillo cebado se presentan en el Cuadro 14. Las diferencias en precios relativos son muy grandes, mientras en México con un kg de ganado el productor adquiere 13.10 kg de urea, en Panamá sólo adquiere 2.67 kg y en Medellín 3.53 kg. Similar situación se aprecia en el caso del superfosfato triple.

La mano de obra resulta muy costosa en Panamá donde con 100 kg de ganado en pie no se paga ni medio salario de un trabajador permanente, en tanto que en Jataí, con la misma cantidad de carne, se pagan 1.33 salarios, y en Tarapato y Medellín 1.0 salario.

En combustibles también vuelve a aparecer la ya mencionada ventaja de México, puesto que el productor en Arriaga con un kg de ganado obtiene 9.0 litros de gasolina, en tanto que en Ecuador sólo consigue 2.55 litros y en Panamá 1.40 litros.

A pesar de tratarse de información puntual y de unas pocas localidades, da una clara indicación de la variabilidad de condiciones económicas a que se enfrenta el germoplasma probado por la RIEPT y, por ende, la tecnología de pastos que vienen desarrollando conjuntamente los organismos nacionales de investigación agropecuaria y el CIAT.

## Estacionalidad de Oferta y Precios de Novillos en los Principales Mercados de Colombia - Implicaciones para la Adopción de Pasturas Mejoradas

Con base en la información de varios años de oferta de novillos y precios obtenida en mataderos y ferias de Bogotá, Medellín y Cali se estudió la formación de precios (Figura 2). Medellín presenta una estacionalidad muy marcada mientras ésta es mucho menor en Bogotá e inexistente en Cali.

Cuadro 13. América Latina: precios de productos e insumos ganaderos en localidades donde se desarrollan ensayos regionales, junio-julio de 1982 (precios en US\$)<sup>a</sup>.

Productos e insumos ganaderos	Colombia		Ecuador	México	Perú	Brasil	Panamá
	Medellín (Antioquia)	Florencia (Cauquetá)	Coca (Napo)	Arriaga (Chiapas)	Tarapoto (San Martín)	Jataí (Goiás)	David (Chiriquí)
<u>Precios de ganado</u>							
Novillo gordo en pie (US\$/kg)	1.20	1.15	1.03	1.18	0.77	1.33	0.88
Leche (US\$/litro)	0.27	0.25	0.30	0.24	0.22	0.26	0.29
<u>Fertilizantes</u>							
Urea (US\$/kg)	0.34 <sup>b</sup>	0.37	nd	0.09	0.22	0.49	0.33
Superfosfato triple (US\$/kg)	0.37 <sup>b</sup>	nd	nd	0.10	0.24	0.70	0.42
<u>Mano de obra</u>							
Salario trabajador permanente (30 días)	119.80	215.60	181.00	192.50	76.92	100.10	280.00
<u>Tierra</u>							
Precio venta hectárea de tierra para desmontar y plantar (US\$/ha)	399.00	159.70	121.00	481.20	230.80	250.30	350.00
<u>Maquinaria</u>							
Tractor de 70 hp (US\$/unidad)	21,223	17,465	nd	14,399	12.3/hora	21,528	18,000
<u>Cultivos</u>							
Arroz (US\$/t)	289.00	...	362.00	128.30	223.00	260.70	290.00
<u>Combustible</u>							
Gasolina (US\$/litro)	0.26	0.28	0.12	0.13	0.25	0.83	0.63
<u>Precios al consumidor</u>							
Carne vacuna (US\$/kg)	5.11	2.55	2.11	2.99	3.08	2.50	3.41
Leche (US\$/litro)	0.48	0.32	0.36	0.30	0.46	0.94	0.46
Pollo (US\$/kg)	2.68	2.55	2.71	2.78	3.08	1.38	2.42

a. Tasas de cambio utilizadas: Colombia (Pesos/US\$ = 62.626); Ecuador (Sucres/US\$ = 33.150); México (Pesos mexicanos/US\$ = 46.758); Perú (Soles/US\$ = 650.000); Brasil (Cruzeiros/US\$ = 159.830).

b. Fosfato diamónico.

FUENTE: FMI = Fondo Monetario Internacional - Financial Statistics, julio 1982.

Cuadro 14. América Latina: precios relativos de ganado vacuno con respecto a precios de productos e insumos ganaderos, junio-julio de 1982.

Precio relativo de novillo gordo en pie con respecto a:	Colombia		Ecuador	México	Perú	Brasil	Panamá
	Medellín (Antioquia)	Florencia (Caquetá)	Coca (Napo)	Arriaga (Chiapas)	Tarapoto (San Martín)	Jataí (Goiás)	David (Chiriquí)
<u>Productos ganaderos</u>							
Leche (litro/kg)	4.44	4.60	3.43	4.92	2.48	5.11	3.03
<u>Fertilizantes</u>							
Urea (kg/kg)	3.53	3.11	nd	13.10	3.50	2.51	2.67
Superfosfato triple (kg/kg)	3.24 <sup>a</sup>	nd	nd	11.80	3.20	1.90	2.09
<u>Mano de obra</u>							
Salario trabajador permanente (salario/100 kg)	1.00	0.53	0.57	0.61	1.00	1.33	0.31
<u>Tierra</u>							
Precio venta hectáreas de tierra para desmontar y plantar (ha/1000 kg)	3.00	7.20	8.51	2.45	3.34	0.53	2.51
<u>Maquinaria</u>							
Tractor de 70 hp (unidad/10,000 kg)	0.56	0.66	nd	0.82	nd	0.62	0.49
<u>Cultivos</u>							
Arroz (kg/kg)	4.15	...	2.84	9.20	3.45	5.10	3.03
<u>Combustible</u>							
Gasolina (litro/kg)	4.61	4.11	8.58	9.08	3.08	1.60	1.40
<u>Precios al consumidor</u>							
Carne vacuna (kg/kg)	0.23	0.45	0.49	0.39	0.25	0.53	0.26
Leche (litro/kg)	2.50	3.59	2.86	3.93	1.70	1.41	1.91
Pollo (kg/kg)	0.45	0.45	0.38	0.42	0.25	0.96	0.36

a. Fosfato diamónico.

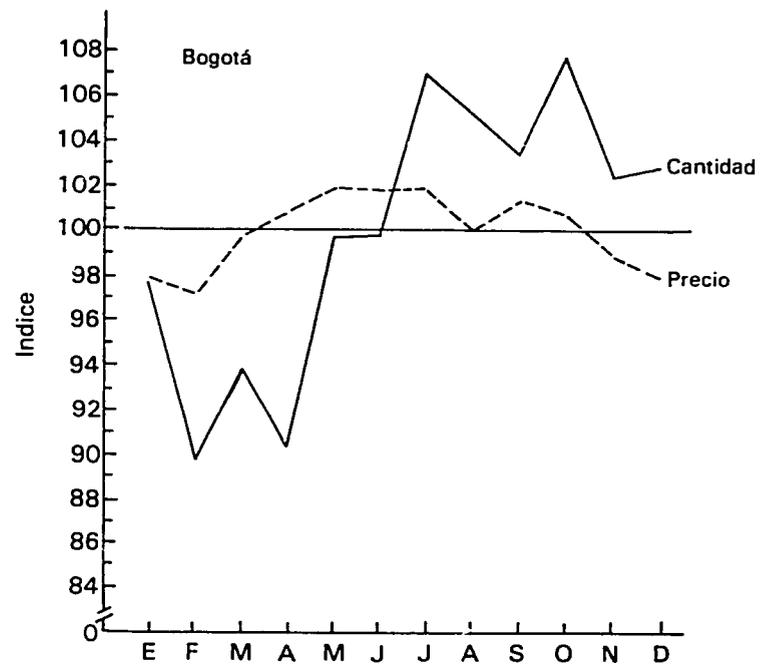
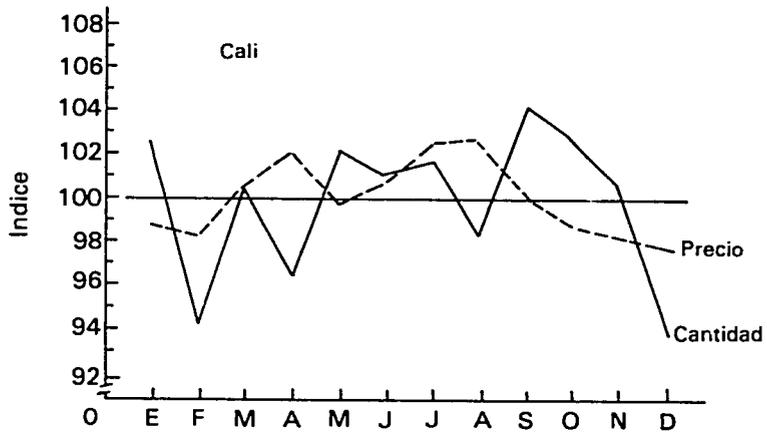
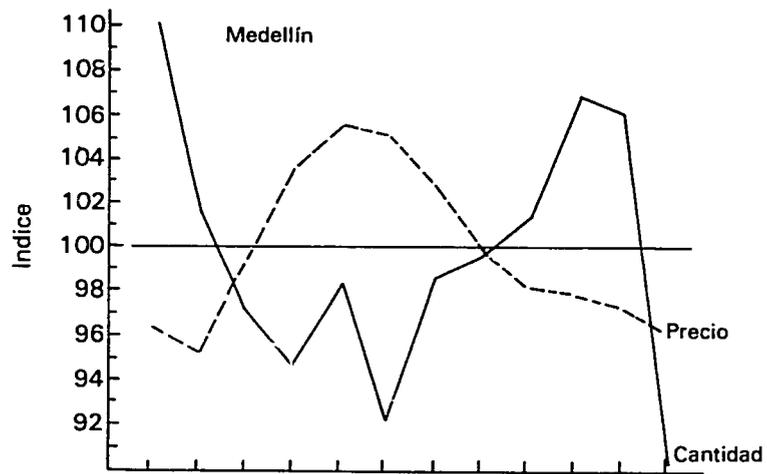


Figura 2. Estacionalidad de la oferta, y precios reales de los novillos cebados en los principales mercados de Colombia.

El estudio del origen del ganado que llega a cada una de las plazas reveló las causas de este distinto comportamiento de los mercados. Mientras Medellín recibe ganado casi exclusivamente de la Costa Atlántica, región con una marcada sequía, Bogotá recibe el 63% de su oferta del Piedemonte Llanero, 22% de la Sabana de Bogotá y 15% del Magdalena Medio. El estrés de sequía es menor en estas regiones y no es simultáneo en todas ellas posibilitando en cierta medida la neutralización de las fluctuaciones de la oferta procedente de distinto origen.

El caso más extremo de compensación entre regiones de clima diferente se presenta en Cali (Figura 3). La región del Caquetá, con una elevada precipitación pluvial y sin períodos de sequía marcados, no presenta condiciones que favorezcan la venta de novillos en un período determinado del año. Por otro lado, el mercado de Medellín está interconectado con el de Cali. En períodos de gran oferta aumenta el excedente de ganado costeño que es enviado a Cali. Esta oferta es aún más estacional que la ofertal total en Medellín. No obstante, esto no se refleja en fluctuaciones marcadas del volumen total de oferta de Cali debido a que el Caquetá se compara en forma complementaria.

Resumiendo, Medellín se presenta como el mercado principal afectado por la estacionalidad de la oferta de la Costa Norte. Los otros

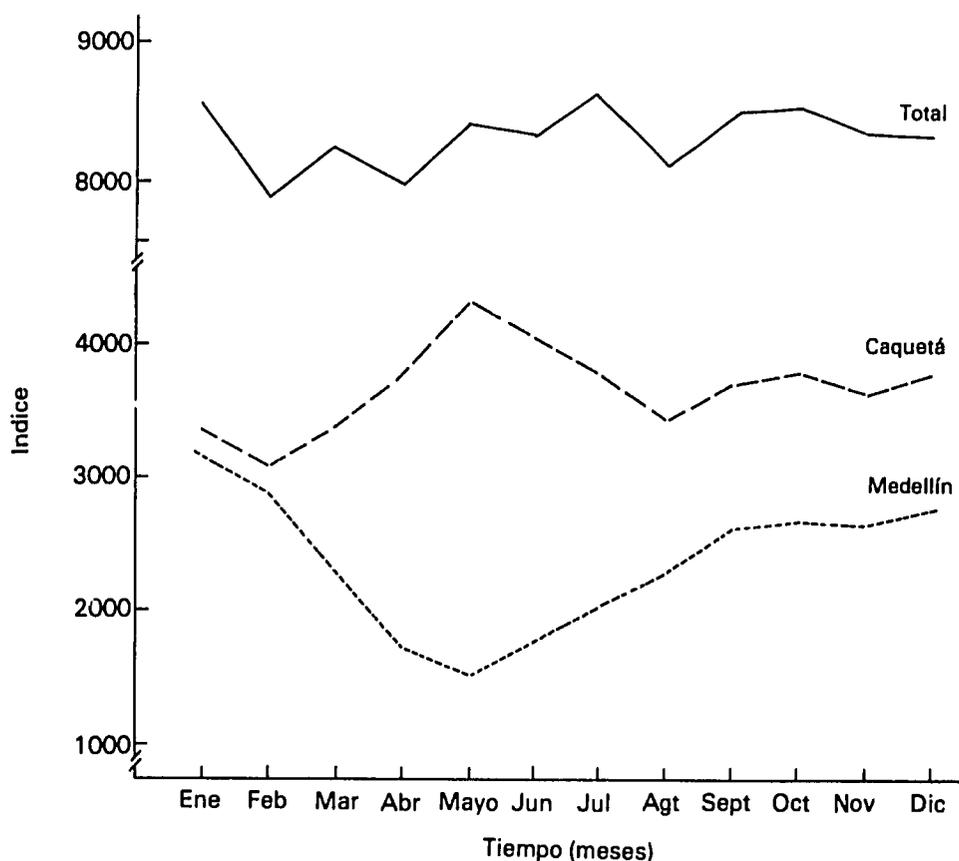


Figura 3. Volumen del ganado que entra mensualmente al mercado de Cali, Colombia, en total y según su principal lugar de procedencia.

mercados están conectados a éste y reflejan, en forma bastante atenuada por los costos del transporte, las fluctuaciones de precios de Medellín. Sin embargo, la oferta total, tanto de Bogotá como de Cali no fluctúa tanto debido a que está compuesta de ganado de varios orígenes con condiciones climáticas diferentes.

Las marcadas diferencias de precios (hasta 10.4% para el mercado de Medellín) en regiones de época seca marcada hacen pensar en el potencial de pasturas con leguminosas como forma de diferir la oferta de novillos a la postzafra. Análisis preliminares indican la alta rentabilidad potencial de esta práctica siempre y cuando la leguminosa permita aumentos de más de 300 g diarios durante la época seca e incrementos en carga con respecto a la gramínea soia.

Este tipo de situación no ocurre exclusivamente en la Costa Norte de Colombia, sino también en los Cerrados brasileños. En este último caso, el gobierno está fomentando, mediante subsidios, la retención de novillos para la postzafra. Esta política puede resultar en un fuerte estímulo a la adopción de pasturas asociadas tan pronto como se demuestre empíricamente la eficiencia de esa práctica.

### Capacitación

Las actividades en el campo de entrenamiento de la sección incluyeron, además de la habitual participación en el curso internacional de pastos, la permanencia de un investigador asociado visitante de Perú durante un mes; dos investigadores visitantes del Banco Nacional de Panamá recibieron entrenamiento en evaluación económica de proyectos ganaderos mediante simulación, y un investigador visitante colombiano realizó su tesis para Maestría en "Producción, consumo y comercio exterior de carne bovina en Colombia".

## Capacitación Científica

Para la validación y transferencia de tecnologías nuevas sobre pastos tropicales es esencial la colaboración mutua de las instituciones nacionales y del CIAT, siendo dichas instituciones, en cada país del trópico, las que tienen esa responsabilidad dentro de su medio ecológico. Por lo tanto, la capacitación de personal técnico en el área de pastos tropicales es una actividad de especial importancia para fortalecer la capacidad de aquellas instituciones en el desarrollo de los procesos de generación de tecnología y en su transferencia interinstitucional.

Dentro de los objetivos de la capacitación científica en el CIAT, la capacitación en pastos tropicales tiene como metas:

- a) Colaborar con las instituciones nacionales en la actualización y formación de investigadores con disciplina científica para resolver colaborativa e independientemente, los problemas de la producción de pastos en suelos ácidos e infértiles del trópico.
- b) Establecer vínculos de colaboración con instituciones nacionales para constituir una Red Internacional de intercambio de información científica y de germoplasma sobre pastos tropicales en el continente suramericano.

Durante el período 1970-1982, se han efectuado 13 planes anuales de capacitación los cuales, desde 1980, se denominan "Programas para el Desarrollo de Capacidad Científica en Investigación para la Producción de Pastos Tropicales." En total, han participado 467 profesionales (Figura 1) provenientes de 18 países de América tropical. Muchos de estos profesionales colaboran en la dirección de ensayos regionales multilocacionales sobre adaptación y producción de germoplasma forrajero, y hacen parte de la Red de Ensayos Regionales integrada por las instituciones nacionales y el CIAT.

En el año 1982, se realizó en el CIAT un "Programa de Capacitación en Investigación de Pastos Tropicales" el cual tuvo como componente principal una Fase Intensiva Multidisciplinaria con una duración de 10 semanas; durante esta fase se revisaron y actualizaron, en forma integral, la tecnología existente y la que se está generando como solución a los problemas prioritarios de la producción de pastos tropicales. Esta Fase Multidisciplinaria fue seguida de una Fase de Especialización para cada participante en una sola disciplina, de las varias disponibles, con una duración variable según la sección del Programa de Pastos Tropicales donde aquélla se realizaba, y durante la cual los investigadores visitantes tuvieron oportunidad de participar en la planificación, el análisis, y la realización en el campo de proyectos de investigación relacionados con las actividades que ejecutan en sus países.

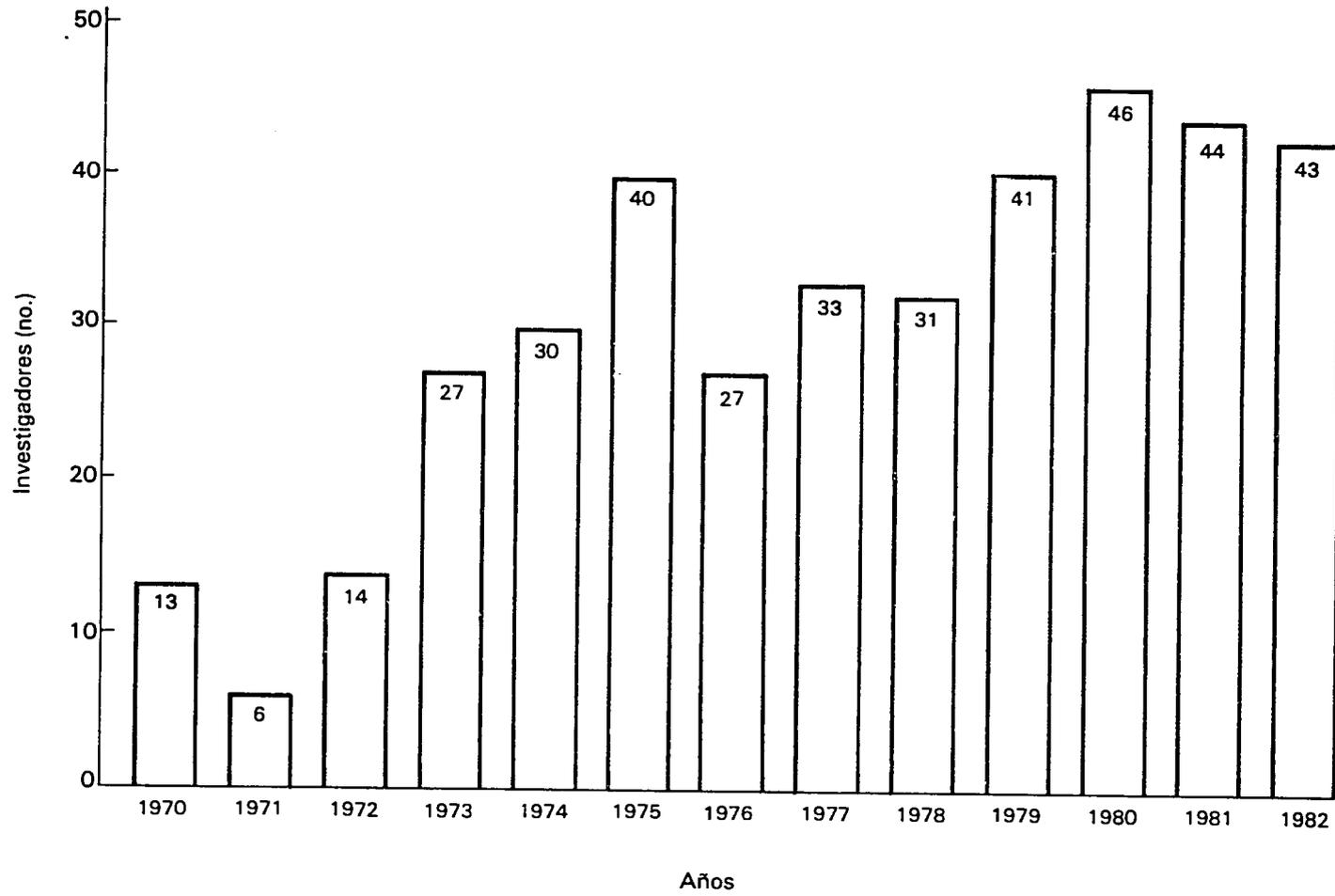


Figura 1. Investigadores Visitantes capacitados en el Programa de Pastos Tropicales en el período 1970-1982.

Igualmente, en el mes de septiembre se realizaron dos conferencias: la II Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Germoplasma Forrajero --con la participación de 52 investigadores-- y la Reunión de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación de Germoplasma bajo pastoreo en pequeñas parcelas para una red en América tropical que cuenta con 25 participantes. En la primera se presentaron y analizaron los avances en los ensayos regionales A y B, y en la segunda se propusieron y aprobaron las metodologías para la evaluación de germoplasma en los ensayos tipo C.

## Actividades del Programa de Capacitación en la Sede del CIAT

### Selección de candidatos

La selección de los candidatos provenientes de entidades de investigación, enseñanza y fomento se hizo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Trabajo en instituciones nacionales que llevan a cabo programas de enseñanza, y de investigación o fomento --o de ambas actividades-- en suelos ácidos infértiles, o sea, programas comprendidos dentro del área de actuación del Programa de Pastos Tropicales.
- b) La relación entre la capacitación ofrecida, la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y su aplicabilidad en el área de actuación del investigador.
- c) La continuidad de los candidatos en las labores que desarrollan en las instituciones nacionales con el objeto de garantizar la aplicación de los conocimientos adquiridos y el intercambio de información científica.

### Fases de la capacitación

Fase intensiva multidisciplinaria. Comenzando el 1 de enero, duró 10 semanas. Las primeras cinco semanas se dedicaron a conferencias en el CIAT-Palmira. En las siguientes cinco se llevaron a cabo prácticas de investigación en las estaciones experimentales de Quilichao (dos semanas) en un Ultisol; de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia (tres semanas) en un Oxisol; y en explotaciones ganaderas con tecnologías incorporadas. Durante esta fase, se revisó en forma integral y con un enfoque multidisciplinario la tecnología existente que se está generando sobre pastos tropicales. Para el efecto se trataron temas sobre: a) caracterización de ecosistemas para pasturas, b) recursos genéticos de plantas forrajeras, c) suelos Oxisoles y Ultisoles, d) agronomía de gramíneas y leguminosas forrajeras, e) nutrición de plantas, f) fertilización de establecimiento y mantenimiento, y manejo de malezas, j) mejoramiento genético de plantas forrajeras, k) métodos de establecimiento de praderas, l) manejo de asociaciones gramíneas-leguminosas, m) nutrición animal con forrajes; n) valor nutritivo de especies forrajeras, o) utilización de forraje, p)

producción y calidad de semillas, q) producción y manejo animal, r) salud animal, s) ensayos regionales, t) diseño y análisis de experimentos, u) conservación de forrajes. En esta fase tomaron parte los 16 investigadores que participaron en el Programa de Capacitación. En el Cuadro 1 se incluyen los nombres de los participantes, las instituciones para las que trabajan, la posición y el campo en el cual desarrollaron su capacitación. Una vez finalizada esta fase, dos de los participantes regresaron a sus actividades y el resto permaneció en la Fase de Especialización.

Fase de especialización. Finalizada la fase intensiva multidisciplinaria, 14 de los participantes continuaron su capacitación en las diferentes secciones del programa. Las actividades desarrolladas dependieron de las necesidades y labores que los participantes adelantan en sus instituciones nacionales; sirvió además para complementar las enseñanzas recibidas en la fase intensiva. En El Cuadro 1 se puede observar la especialización en que cada uno de los investigadores visitantes desarrolló sus trabajos de capacitación.

La fase de especialización tuvo una duración variable dependiendo de la sección del programa. Igualmente, el lugar donde se desarrolló fue el lugar donde se adelantan los trabajos y con el área donde la sección del programa desarrolla sus actividades. Por ejemplo, las secciones de Utilización de Forrajes, Sistemas de Producción, y Establecimiento de Praderas ofrecieron la capacitación en Carimagua; la sección de suelos-nutrición de plantas en Quilichao; y la sección de Ensayos Regionales en los ecosistemas de bosque tropical lluvioso y en las sabanas isohipertérmicas.

En el Cuadro 2 aparece el equivalente en meses-hombre de capacitación ofrecida en 1987 por las secciones del programa a los participantes en los dos últimos programas. Las secciones que mayor número de meses dedicaron a esta actividad fueron las de Ensayos Regionales, Establecimiento y Mantenimiento de Praderas, Suelos-Nutrición de Plantas, y Utilización de Praderas, según la prioridad de las necesidades de los programas nacionales.

### Actividades de Seguimiento al Programa de Capacitación Científica

#### En la sección Ensayos Regionales

Hasta el mes de abril de 1983 se habían establecido 48 ensayos regionales colaborativos entre instituciones nacionales y el CIAT. En estos ensayos se evalúa el comportamiento del germoplasma promisorio en los diferentes ecosistemas; de 12 ensayos tipo A, 5 son dirigidos por investigadores capacitados en el CIAT, y de 36 ensayos tipo B, 13 son evaluados por profesionales que recibieron igual capacitación.

En el Cuadro 3 se incluye la lista de los ensayos colaborativos entre instituciones nacionales y el CIAT que son dirigidos por investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales.

Cuadro 1. Descripción de los participantes en el V Programa para el Desarrollo de Capacidad Científica en Investigación para la Producción de Pastos Tropicales, 1982.

<u>País y nombre</u>	<u>Institución<sup>a</sup></u>	<u>Posición</u>	<u>Especialidad de capacitación</u>
<u>Brasil</u>			
Amaro Hillesheim	EMPASC	I. A. Investigador	Sistemas de producción
Ricardo Fischer	EMPASC	I. A. Investigador	Evaluación de germoplasma
Valderedes M. da Silva	IPA	I. A. Investigador	Utilización de praderas
Goncalo Sabino Lobo	EMPA MT	I. A. Investigador	Ensayos regionales
José Ribamar da Cruz	EMBRAPA/UEPAE	I. A. Investigador	Ensayos regionales
<u>Colombia</u>			
David Camargo	Univ. Nal. de Medellín	I. A. Profesor	Valor nutritivo de praderas
Luis A. Cuéllar	C.V.C.	I. A. Fomento	Fase multidisciplinaria
César Julio Jaramillo	FEDERACAFE	M. V. Fomento	Fase multidisciplinaria
<u>Costa Rica</u>			
Jorge Morales	MAG	I. A. Investigador	Ensayos regionales
<u>Honduras</u>			
Santos T. Espinal	RRNN	I. A. Investigador	Establecimiento de praderas
<u>Nicaragua</u>			
Faustino Alguera	MIDINRA	I. A. Investigador	Ensayos regionales
<u>Perú</u>			
Rodolfo Schus	Univ. de Carolina	Zoot. Investigador	Establecimiento de praderas
<u>República Dominicana</u>			
Rafael Nova	CENIP	I. A. Investigador	Sistemas de producción
Félix Moronta	CENIP	I. A. Investigador	Utilización de praderas
Onésimo Medina	CENIP	I. A. Investigador	Nutrición de plantas
Luis Santos	CENIP	I. A. Investigador	Nutrición de plantas

a. Ver nota a., Cuadro 5

Cuadro 2. Meses-hombre de capacitación ofrecidos en cada sección del Programa de Pastos Tropicales a los participantes en el Programa de Capacitación Científica, 1981 y 1982.<sup>a</sup>

348

Sección	Orientador	Número de investigadores		Capacitación ofrecida (meses-hombre)	
		1981	1982	1981	1982
Agronomía-ensayos regionales	J. Toledo, L. H. Franco, A. Gómez, E. Pizarro	3	4	5.0	10.0
Utilización de praderas	L. Tergas, J. Velásquez	2	2	3.5	6.2
Germoplasma	R. Schultze-Kraft	1	1	1.5	2.0
Valor nutritivo y calidad de praderas	C. Lascano, P. Hoyos	2	1	6.5	3.8
Establecimiento de praderas	J. M. Spain, L. H. Franco, G. E. Navas	2	2	6.4	6.7
Protección de plantas (Entomología y Fitopatología)	J. Lenné, M. Calderón	2		3.3	1.0
Sistemas de producción	R. Vera, R. Botero		2		2.0
Suelos-Nutrición <sup>b</sup> de plantas	J. Salinas	2	2	6.7	6.7
Otras secciones					
	Total	15	14	36.1	40.9

- a. No se incluye el adiestramiento ofrecido a profesionales que no participaron en los Programas de Capacitación.  
b. Secciones de Economía, Biometría, Semillas, Mejoramiento, Microbiología, y Salud Animal.

Cuadro 3. Ensayos regionales establecidos hasta enero de 1982 por profesionales que han recibido capacitación en CIAT.

País	Instituto o colaborador <sup>a</sup>	Tipo de ensayo
<u>Brasil</u>		
Jataí	EMGOPA/E. Barbosa	A
<u>Bolivia</u>		
Valle del Sacta	U. San Simón/J. Espinoza	B
<u>Colombia</u>		
Macagual	ICA/A. Acosta	A
Puerto Asís	Fondo Ganadero/D. Orozco	B
<u>Costa Rica</u>		
Buenos Aires	MA.G./V. Prado	B
<u>Ecuador</u>		
El Napo	INIAP/K. Muñoz	B
<u>Nicaragua</u>		
El Recreo	MIDINRA/Cruz, C. Avalos	B
Nueva Guinea	MIDINRA/Cruz, C. Avalos	A
<u>Panamá</u>		
Calabacito	IDIAP/M.A. Avila	B
Chiriquí	U. Panamá/J. Quintero	B
<u>Perú</u>		
Alto Mayo	INIPA/E. Palacios	B
<u>Venezuela</u>		
Guachí	U. del Zulia/I. Urdaneta	B
Mantecal	FONAIAP/R. Torres	B
Calabozo	MAC/C. Sánchez	B
Atapirire	FONAIAP/D. Sanabria	B
Jusepín	UDO./M. Corado	B
El Tigre	FONAIAP/R. Torres	A

a. Ver nota a., Cuadro 5.

### En otras secciones del Programa de Pastos Tropicales

La mayoría de las secciones hacen seguimiento a la capacitación científica, mediante trabajos colaborativos que se efectúan en forma paralela con los Ensayos Regionales. La sección de Protección de Plantas adelanta trabajos en los ensayos regionales de Macagual (Colombia), Bahía (Brasil), y Belice; la sección de Microbiología de suelos en Bahía; la sección de Suelos-Nutrición de Plantas en El Chepo (Panamá) y en Valle del Sacta (Bolivia); y la sección de Semillas en Caucasia (Colombia).

### Tesis de Posgrado (M.S., Ph.D.)

En el Cuadro 4 aparecen en detalle los investigadores que realizaron trabajos en el Programa, con el fin de obtener su título de posgrado; la mayoría participó en los Programas de Capacitación antes mencionados. De estos 14 investigadores, 9 provienen de países en desarrollo con los cuales el Programa de Pastos Tropicales colabora. Los otros 5 provenían de Alemania y los Estados Unidos y se capacitaron en el CIAT con miras a preparar personal para trabajar en pastos en países tropicales. En los Cuadros 5 a 7 se presentan detalladamente todos los investigadores capacitados durante 1982 en el Programa de Pastos Tropicales y su distribución por países se observa en la Figura 2.

### Trabajo Colaborativo 'Federación de Cafeteros de Colombia-Fondo Ganadero del Valle-Programa de Pastos Tropicales CIAT'

Desde 1981, se colabora con FEDERACAFE y con el Fondo Ganadero del Valle en ensayos preliminares sobre la adaptación en la zona cafetera del germoplasma que posee el CIAT y que puede tener algún valor forrajero en esa zona. Estos trabajos se hacen con la colaboración de profesionales previamente capacitados en el CIAT.

Cuadro 4. Investigadores que han realizado investigación de tesis para maestría (MS) o doctorado (Ph.D.) en el Programa de Pastos Tropicales en CIAT durante 1982.

Nombre	País	Institución <sup>a</sup>	Sección del programa	Supervisor
<u>Ph.D.</u>				
Boehnert, Elke	Alemania	Techn. Univ. Berlín	Manejo y utilización	Lascano, C.
Wege, Linus	Alemania	Techn. Univ. Berlín	Agronomía	Grof, B.
Keller-Grein, Gerhard	Alemania	Techn. Univ. Berlín	Agronomía	Schultze-Kraft, R.
Valencia, Isabel	Venezuela	Univ. Florida	Desarrollo praderas	Spain, J.
Schneichel, Martin	Alemania	Techn. Univ. Berlín	Proyecto ETES	Müller, F.
Harris, Davis	USA	Hawaii Univ.	Suelos	Hammond, L.
<u>MS</u>				
Flores, Adalberto	Venezuela	FONAIAP	Agronomía	Schultze-Kraft, R.
Sobrihno, José	Brasil	EMGOPA	Mejoramiento	Miles, J.
Abaunza, José	Nicaragua	MIDINRA	Agronomía	Toledo, J.
Reátegui, Kenneth	Perú	IVITA	Manejo y utilización	Lascano, C.
Guzmán, Silvio	Colombia	CIAT	Valor nutritivo	Lascano, C.
Jaramillo, Sonia	Colombia	Univ. Nacional	Germoplasma	Roca, W.
Uribe, Magdalena	Colombia	Univ. de los Andes	Economía	Seré, C.
Sanz, Ignacio	Colombia	Reading Univ.	Suelos-nutrición plantas	Salinas, J.

a. Ver nota a., Cuadro 5.

Cuadro 5. Investigadores visitantes en el Programa de Pastos Tropicales por disciplina de capacitación, 1982.

Nombre	País	Institución <sup>a</sup>	Participante <sup>b</sup> curso corto	Disciplina	Supervisor	Meses	Estatus <sup>b</sup>
<u>Investigador Visitante Asociado, Tesis Ph.D.</u>							
Boehnert, Elke	Alemania	Techn. Univ. Berlín		Manejo y utilización	Lascano, C.	1	C
Wege, Linus	Alemania	Techn. Univ. Berlín		Agronomía leguminosas	Grof, B.	12	C
Keller-Grein, Gerhard	Alemania	Techn. Univ. Berlín		Agronomía leguminosas	Schultze-Kraft, R.	11	C
Valencia, Isabel	Venezuela	Univ. Florida		Fisiología plantas	Spain, J.	10	C
Schneichel, Martin	Alemania	Techn. Univ. Berlín		Cultivos asociados	Müller, F.	12	P
Harris, David	USA	Hawaii Univ.		Suelos	Hammond, L.	6	C
<u>Investigador Visitante Asociado</u>							
de Sousa, Franciso	Brasil	EMBRAPA		Manejo y utilización	Schultze-Kraft, R.	1	C
Boonrue, Wilaipon	Tailandia	Khon Kaen Univ.		Interdisciplinario	Toledo, J.	1	C
Riesco, Alfredo	Perú	IVITA		Economía	Sere, C.	1	C
Lourenço, Antonio	Brasil	EMBRAPA		Calidad de pasturas	Lascano, C.	5	C
Soares, Wilson	Brasil	EMBRAPA		Nutrición suelos-planta	Salinas, J.	3	C
<u>Investigadores Visitantes, Tesis M.S.</u>							
Flores, Adalberto	Venezuela	FONAIAP		Agronomía	Schultze-Kraft, R.	3	C
Sobrinho, José	Brasil	EMGOPA		Agronomía	Schultze-Kraft, R.	7	C
Abaunza, José	Nicaragua	MIDINRA		Agronomía	Toledo, J.	3	C
Reátegui, Kenneth	Perú	IVITA		Utilización y manejo	Lascano, C.	12	P
Guzmán, Silvio	Colombia	CIAT		Valor nutritivo	Lascano, C.	12	P
Jaramillo, Sonia	Colombia	Univ. Nal de Colombia		Germoplasma-recursos genéticos	Roca, W.	12	C
Uribe, Magdalena	Colombia	Univ. de los Andes		Economía	Seré, C.	8	C
Sanz, Ignacio	Colombia	Reading Univ.		Nutrición suelos-plantas	Salinas, J.	5	C

Cuadro 5. (Continuación)

Investigadores Visitantes

da Silva, Valderedes	Brasil	IPA	S	Manejo y utilización	Tergas, L.	6	C
Hillesheim, Amaro	Brasil	EMPASC	S	Producción	Vera, R.	4	C
Fischer, Ricardo	Brasil	EMPASC	S	Manejo y utilización	Schultze-Kraft, R.	5	C
Camargo, David	Colombia	Univ. Nal de Colombia	S	Calidad nutricional	Lascano, C.	6	C
Nova, Rafael	Rep. Dominicana	EMPASC	S	Producción	Vera, R.	4	C
Moronta, Félix	Rep. Dominicana	CENIP	S	Manejo y utilización	Tergas, L.	5	C
Medina, Onésimo	Rep. Dominicana	CENIP	S	Nutrición suelos-plantas	Salinas, J.	5	C
Santos, Luis	Rep. Dominicana	CENIP	S	Nutrición suelos-plantas	Salinas, J.	5	C
Espinal, Santos	Honduras	Min. Rec. Naturales	S	Establecimiento praderas	Spain, J.	6	C
Ng Rios, Santiago	Panamá	Banco Nal. de Panamá	N	Economía	Seré, C.	1	C
Serrut, Rodolfo	Panamá	Banco Nal. de Panamá	N	Economía	Seré, C.	1	C
Sabino, Luis	Venezuela	FONAIAP	N	Producción	Vera, R.	1	C
Camarao, Ari	Brasil	EMBRAPA	N	Calidad nutricional	Lascano, C.	1	C
Moolsiri, Apichar	Tailandia	Khon Kaen Univ.	N	Agronomía	Grof, B.	1	C
Caballero, Said	Panamá	IDIAP	N	Calidad nutricional	Lascano, C.	1	C
de Andrade, Milton	Brasil	EMBRAPA	N	Manejo y utilización	Tergas, L.	2	C
de Oliveira, Jurandira	Brasil	EMGOPA	N	Microbiología suelos	Bradley, R.	1	C
Sabino, Goncalo	Brasil	EMAPA	S	Ensayos regionales	Pizarro, E.	4	C
Oliveira, José	Brasil	EMBRAPA	S	Ensayos regionales	Pizarro, E.	4	C
Morales, Jose Luis	Costa Rica	Min. de Agric. y Gan.	S	Ensayos regionales	Pizarro, E.	5	C
Alguera, Faustino	Nicaragua	MIDINRA	S	Ensayos regionales	Pizarro, E.	5	C
Schaus, Rodolfo	Perú	Estación Exp. Carolina	S	Ensayos regionales	Pizarro, E.	6	C
August, Enrique	Belice	IDRC, Forage Leg. Proj.	N	Calidad nutricional	Lascano, C.	1	C
Días, Moacyr	Brasil	EMBRAPA	N	Ensayos regionales	Pizarro, E.	2	C
da Silva, Antonio P.	Brasil	EMBRAPA	N	Ensayos regionales	Pizarro, E.	2	C
Gianluppi, Vicente	Brasil	UEPAT	N	Ensayos regionales	Pizarro, E.	2	C
Salerno, Airton	Brasil	EMPASC	N	Ensayos regionales	Pizarro, E.	2	C

Participantes cursos cortos

Cuéllar, Luis	Colombia	CVC		Producción	Ramírez, A.	2	C
Jaramillo, César Julio	Colombia	FEDERACAFE		Producción	Ramírez, A.	2	C

a. CENIP = Ce. ro de Investigaciones Pecuarias; CVC = Corporación Autónoma Regional del Cauca; EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; EMGOPA = Empresa Goiãnia de Pesquisa Agropecuária; EMPASC = Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Santa Catarina; EMAPA = Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária; FONAIAP = Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias; FEDERACAFE = Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; IVITA = Instituto Veterinario de Investigación Tropical y de Altura; IPA = Instituto de Pesquisa Agropecuária; IDIAP = Instituto de Investigaciones Agropecuarias; IDRC = Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo; ICA = Instituto Colombiano Agropecuario; INIPA = Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria; MIDINRA = Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria; MAC = Ministerio de Agricultura y Ganadería; MAC = Ministerio de Agricultura y Cría; S.R.N. = Secretaría de Recursos Naturales, Honduras; UDO = Universidad de Oriente, Venezuela; UEPAT = Unidad de Execução de Pesquisa de Ambito Territorial.

b. S = sí; N = no; P = en proceso; C = completó.

Cuadro 6. Resumen, por sección, de los investigadores capacitados en pastos tropicales, 1982.

Programa o disciplina de especialización	Investigadores (no.) y duración capacitación (meses) para:													
	Tesis Ph.D.		Sin tesis		Tesis M.S.		Especialización		Especialización y curso multidisciplinario intensivo		Cursos multidisciplinarios intensivos		Subtotales	
	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)	(no.)	(meses)
<b>Programa de Pastos Tropicales</b>														
Manejo y utilización	1	( 1)	1	( 1)	1	(12)	1	( 2)	3	(16)			7	( 32)
Agronomía	1	(12)			3	(13)	1	( 1)					5	( 26)
Germoplasma-recursos genéticos	1	(12)			1	(12)							2	( 24)
Calidad nutricional	1	(10)	1	( 5)	1	(12)	3	( 6)	1	( 6)			7	( 39)
Asociación de forrajes	1	(12)											1	( 12)
Nutrición suelos-plantas	1	( 6)	1	( 3)	1	( 5)			2	(10)			5	( 24)
Economía			1	( 1)	1	( 8)	2	( 2)					4	( 11)
Sistemas de producción							1	( 1)	2	( 8)			3	( 9)
Establecimiento de praderas									1	( 6)			1	( 6)
Ensayos regionales							4	( 4)	5	(24)			9	( 32)
Microbiología de suelos							1	( 1)					1	( 1)
Investigación para producción <sup>a</sup>											2	( 4)	2	( 4)
Interdisciplinario			1	( 1)									1	( 1)
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>(53)</b>	<b>5</b>	<b>(11)</b>	<b>8</b>	<b>(62)</b>	<b>13</b>	<b>(21)</b>	<b>14</b>	<b>(70)</b>	<b>2</b>	<b>( 4)</b>	<b>48</b>	<b>(221)</b>

a. Multidisciplinario, curso corto intensivo de investigación.

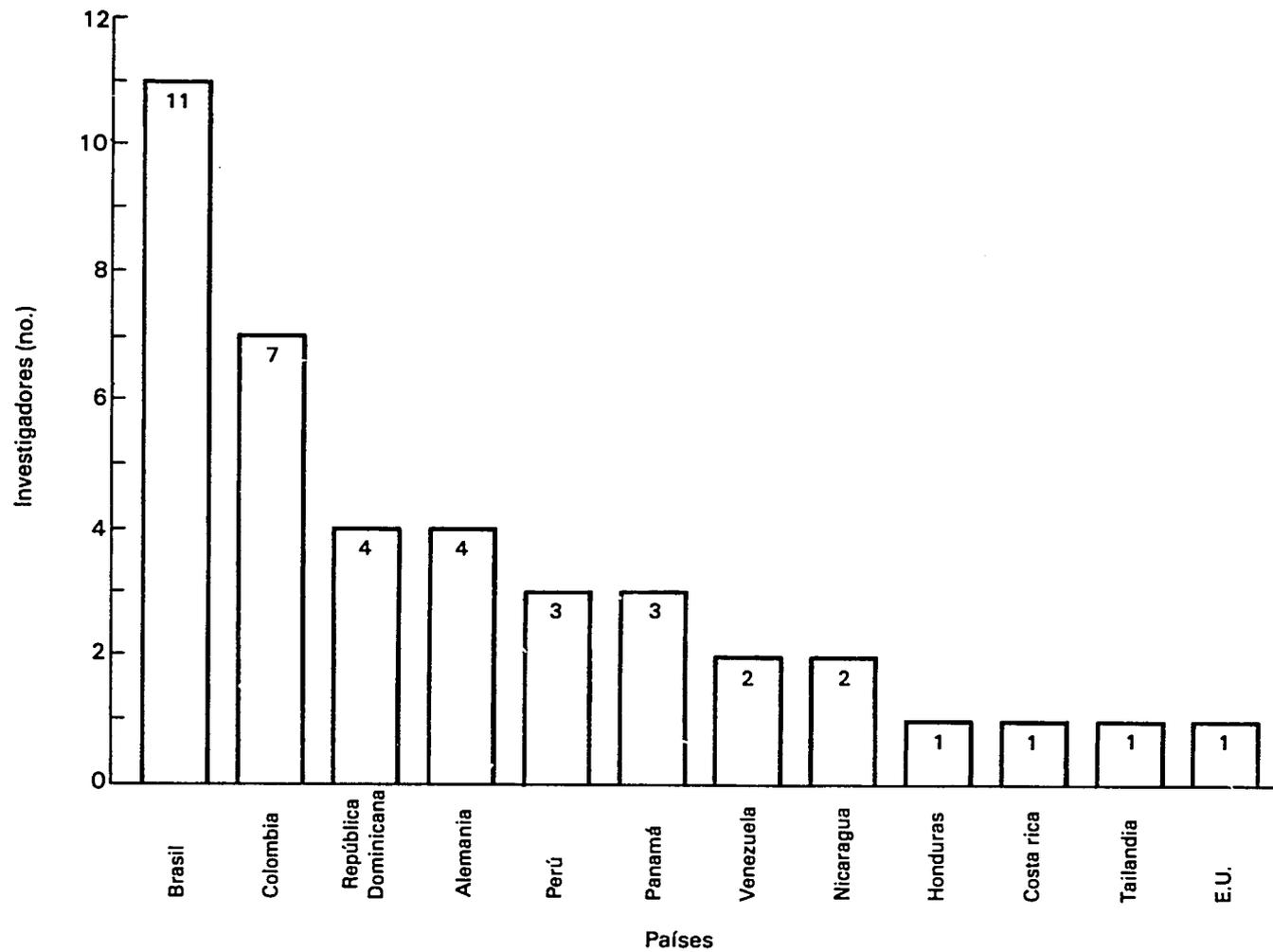


Figura 2. Investigadores Visitantes, por país, capacitados en el Programa de Pastos Tropicales en 1982.

Cuadro 7. Instituciones nacionales que contribuyeron en forma parcial o total al financiamiento del V Programa de Capacitación para la producción de pastos tropicales, 1982.

Institución <sup>a</sup>	País	Investigadores financiados (no.)
EMBRAPA/UEPAE	Brasil	1
EMPASC	Brasil	2
EMPA MT.	Brasil	1
IPA	Brasil	1
C.V.C.	Colombia	1
FEDERACAFE	Colombia	1
U.N. de Medellín	Colombia	1
MAG	Costa Rica	1
S.R.N.	Honduras	1
MIDINRA	Nicaragua	1
U. de Carolina	Perú	1
CENIP	República Dominicana	4

a. Ver nota a., Cuadro 5.

**Personal**  
(a diciembre 31, 1982)

Científicos principales

José M. Toledo, Ph.D., Agrónomo de Pastos, Coordinador

Eduardo Aycardi, Ph.D., Especialista en Salud Animal, Salud Animal

Rosemary Bradley, Ph.D., Microbióloga de Suelos, Microbiología

Mario Calderón, Ph.D., Entomólogo, Entomología

Walter Couto, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en  
Brasilia, Brasil)

John E. Ferguson, Ph.D., Agrónomo, Producción de Semillas

Bela Grof, Ph.D., Agrónomo de Forrajes, Agronomía (con sede en  
Carimagua)

Carlos Lascano, Ph.D., Nutricionista de Animales, Calidad de Pasturas y  
Nutrición

Jillián M. Lenné, Ph.D., Fitopatóloga, Fitopatología

John W. Miles, Ph.D., Fitomejorador, Mejoramiento de Forrajes/Agronomía

C. Patrick Moore, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado  
(con sede en Brasilia, Brasil)

Estéban A. Pizarro, Ph.D., Agrónomo, Agronomía/Ensayos Regionales

José G. Salinas, Ph.D., Edafólogo/Nutricionista de Plantas, Suelos y  
Nutrición de Plantas

Rainer Schultze-Kraft, Dr. agr., Agrónomo, Recolección y Evaluación de  
Germoplasma

Carlos Seré, Ph.D., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)

James M. Spain, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en  
Carimagua)

Luis E. Tergas, Ph.D., Agrónomo, Productividad y Manejo de Pasturas

Derrick Thomas, Ph.D., Agrónomo de Forrajes, Agronomía (con sede en  
Brasilia, Brasil)

Raúl R. Vera, Ph.D., Nutricionista, Sistemas de Producción de Ganado

Científicos visitantes

Haruo Hayashi, B.S., Productividad y Manejo de Pastos

\*E. Mark Hutton, D.Sc., Mejoramiento de Leguminosas

Especialistas visitantes

\*Cristoph Plessow, Dipl. Agr., Proyecto ETES (con sede en Maturín,  
Venezuela)

Científicos posdoctorales

\*Pedro J. Argel, Ph.D., Producción de Semillas

\*Frank Müller, Dr. agr., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en  
Carimagua)

---

\* Se retiró durante 1982.

Rupprecht Schellenberg, Dr. agr., Zootecnia/Economía (con sede en Panamá)  
S.R. Saif, Ph.D., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)

#### Asociados de investigación visitantes

- \*Gerhard Keller-Grein, M.S., Germoplasma  
Martín Schneichel, M.S., Proyecto ETES (con sede en Puerto Gaitán, Colombia)
- \*Isabel Valencia, M.S., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)
- \*Linus Wege, M.S., Agronomía (con sede en Carimagua)

#### Asociados de investigación

- \*Miguel Angel Ayarza, M.S., Microbiología de Suelos  
Edgard Burbano, M.S., Producción de Semillas (con sede en Carimagua)
- \*Carlos E. Castilla, M.S., Agronomía/Ensayos Regionales
- \*Rodolfo Estrada, M.S., Economía  
Rubén Darío Estrada, M.S., Economía  
Libardo Rivas, M.S., Economía

#### Asistentes de investigación

- Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología
- Guillermo Arango, Lic. Biol., Entomología
- Alvaro Arias, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
- Hernando Ayala, V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
- Javier Belalcázar, Ing. Agr., Germoplasma
- Gustavo Benavides, Ing. Agr., Germoplasma
- \*Gerfried Carlos Buch, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
- Raúl Botero, V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
- Javier Asdrúbal Cano, Lic. Econ., Asistente Administrativo del Coordinador
- \*Manuel Coronado, Ing. Agr., Mejoramiento de Leguminosas
- Gustavo Cuenca, Zoot., Calidad de Pasturas y Nutrición
- Marta Lucía Escandón, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía
- Carlos Escobar, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas
- Luis H. Franco, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)
- Manual Arturo Franco, Ing. Mec., Analista de Sistemas, Oficina del Coordinador
- Duván García, Ing. Agr., Producción de Semillas
- \*Obed García, D.V.M., Salud Animal
- Hernán Giraldo, Ing. Agr., Agronomía
- Arnulfo Gómez-Carabaly, Ing. Agr., Agronomía/Ensayos Regionales
- \*Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas
- \*Francisco J. Henao, V.M.Z., Salud Animal (con sede en Carimagua)
- Phanor Hoyos, Zoot., Calidad de Pasturas y Nutrición
- Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía

\* Se retiró durante 1982.

- Dazier Mosquera, Ing. Agr., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)
- Gloria Navas, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)
- \*Edgar Quintero, Ing. Agr., Fitopatología/Entomología (con sede en Carimagua)
- Fabiola de Ramírez, Lic. Bact., Microbiología de Suelos
- Raimundo Realpe, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
- Bernardo Rivera, D.V.M., Salud Animal
- Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas
- Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología
- Fernán Alberto Varela, Ing. Agr., Entomología
- \*Jaime Velásquez, Zoot., Productividad y Manejo de Pasturas (con sede en Carimagua)
- \*Bernardo Velosa, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Mejoramiento de Leguminosas (con sede en Carimagua)

---

\* Se retiró durante 1982.

## Publicaciones del Personal Científico y del Programa, y Audiotutoriales

- Calderón, M., Arango, G., y Varela, F.A. 1982. Cercópidos; plagas de los pastos en América Tropical. Guía de estudio para una unidad audiotutorial. Producida por Carlos Valencia. CIAT, Cali, Colombia. 52 p.
- Calderón, M., y Varela, F.A. 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. Guía de estudio para una unidad audiotutorial. Producida por Carlos Valencia. CIAT, Cali, Colombia. 52 p.
- CIAT. 1982. Amazonia: Agriculture and land use research. Susana B. Hecht (ed.). Proceedings of an international conference. CIAT, Cali, Colombia. (Printed by University of Missouri, Columbia, MO, U.S.A.). 428 p.
- CIAT. 1982. Amazonía: investigación sobre agricultura y uso de tierras. Susana B. Hecht (ed.). Memorias de una conferencia internacional. CIAT. Cali, Colombia. (Impreso en la Universidad de Missouri, Columbia, MO, U.S.A.). 448 p.
- CIAT. 1982. Pastos Tropicales: Boletín informativo, nos. 6 y 7. Cali, Colombia.
- CIAT. 1982. Informe anual del Programa de Pastos Tropicales. 1981, Cali Colombia. 314 p.
- CIAT. 1982. Tropical Pastures Program annual report, 1981. Cali, Colombia. 304 p.
- CIAT. 1982 Programa de Pastos Tropicales. En: Informe CIAT 1982. Cali, Colombia. p. 67-93.
- CIAT. 1982. Tropical Pastures Program. En: CIAT report 1982. Cali, Colombia. p. 67-93.
- CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales. Cali, Colombia. Vol. 4, no. 1. 114 p.
- CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales. Cali, Colombia. Vol. 4, no 2. 118 p.
- CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales. Cali Colombia. Vol. 4, no. 3. 150 p.
- CIAT. 1982. Páginas de contenido; pastos/producción animal y nutrición. Enero-diciembre, 1982. Cali, Colombia.
- CIAT. 1982. Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 168 p.

- Lascano, C. y Salinas, J. G. 1982. Efecto de la fertilidad del suelo en la calidad de Desmodium ovalifolium 350. CIAT, Cali, Colombia. Boletín Informativo de Pastos Tropicales 7:4-5.
- León, L. A. 1982. Efectividad agronómica de las rocas fosfóricas. Guía de estudio para una unidad audiotutorial. Producida por Oscar Arregocés. CIAT, Cali, Colombia. 40 p.
- Pereira, F. y Salinas, J. G. 1982. General evaluation of the agricultural potential of the Bolivian Amazon. En: S. B. Hecht (ed.). Amazonia; Agriculture and land use research. CIAT, Cali, Colombia. p. 17-31
- Salinas, J. G. 1982. El potasio en la fertilidad de los suelos tropicales Trabajo presentado en el Curso Internacional sobre Fertilidad de Suelos Tropicales, CATIE, Turrialba, Costa Rica, febrero 1982. 34 p.
- Salinas, J. G. 1982. Muestreo de suelo y tejido en los ensayos regionales A y B. En: J. M. Toledo (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 111-116.
- Salinas, J. G. y Gualdrón, R. 1982. Adaptación y requerimientos de fertilización de Brachiaria humidicola (Rendle) Schweicht en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Trabajo presentado en el VI Simposio sobre el Cerrado, Brasilia, Brasil, octubre 4-8, 1982. 21 p.
- Salinas, J. C.; Sanz, J. I.; y García R. 1982. Síntomas foliares de deficiencias y toxicidades minerales en pastos tropicales. En: J. M. Toledo (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 73-81.
- Miles, J.W. 1982. Effect of age at initiation of short-day treatment on earliness to flower in three Stylosanthes guianensis genotypes. Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 22:83-87.
- Sumberg, J.E. y Miles, J.W. 1982. Genetic relations among five lines of Stylosanthes guianensis. Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 22:288-292.
- Miles, J.W. 1982. Rapid vegetative propagation of Stylosanthes guianensis. Trop. Grassl. 16(3):100-103.
- Cameron, D.F.; Hutton, E.M.; Miles, J.W.; y Brolmann, J.B. 1982. Plant breeding in Stylosanthes. En: The biology and agronomy of Stylosanthes: Abstracts and programs. CSIRO Davies Laboratory Workshop, Townsville, Queensland, noviembre 1982.